



FAUBA

RAS

Red Argentina de Salinidad



AACS

ASOCIACION ARGENTINA  
CIENCIA DEL SUELO



# VI RAS

VI CONGRESO DE LA RED ARGENTINA DE SALINIDAD

Los diferentes medios salinos y alcalinos  
y el análisis de su desafío en diferentes  
escalas de percepción.

## CONFERENCIAS, TRABAJOS Y RESUMENES

22 al 25  
de julio  
**2019**  
FAUBA

Compiladores:  
Helena Rimski-Korsakov y Raúl S. Lavado

# **VI CONGRESO DE LA RED ARGENTINA DE LA SALINIDAD**

## **Comisión Organizadora**

**Red Argentina de Salinidad (RAS)**

**Presidente**

**Raúl S. Lavado**

**Vicepresidente**

**Gustavo E. Schrauf**

**Integrantes**

**Carla E. Di Bella  
Francisco Damiano  
Mariángeles Vanier  
Mónica B. Rodríguez  
Helena Rimski-Korsakov  
Gustavo G. Striker  
Olga S. Heredia  
Ramón M. Sánchez  
Miguel A. Taboada**

**Grupo de Salinidad de la Comisión de Química de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS)**

**Presidente**

**Raúl S. Lavado**

**Tesorero**

**Oswaldo A. Barbosa**

**Comisión evaluadora de trabajos**

**Coordinadora**

**Helena Rimski-Korsakov**

**Integrantes**

**Filipe Behrends Kraemer  
Nicolás Bertram  
Dolores Bustos  
Marina Laura Di Filippo  
Fernando Luna  
Marcelo Nosetto  
Catalina Romay**

**Configuración**

**Federico M. Gómez**

# VI RAS - CONFERENCIAS, TRABAJOS Y RESUMENES

## Contenido

### Conferencias plenarias

MISIÓN SAOCOM/SIASGE. Dra. Laura Frulla	1
LEAF GAS FILMS IMPROVE SUBMERGENCE TOLERANCE OF PLANTS IN FRESH AND SALINE WATER. Dr. Dennis Konnerup	2-5
POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA DE REJEITO DE DESSALINIZADORES EM ÁREAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR. Dr. Nildo da Silva Dias	6-11
POTENCIAL DE LOS ESPARTILLARES DE LOS BAJOS SUBMERIDIONALES PARA BIOENERGÍA. Dra. Susana Feldman	12-16
MECANISMOS ANTIOXIDANTES INVOLUCRADOS EN EL CONTROL DEL CRECIMIENTO DE RAÍCES DE <i>Vigna unguiculata</i> BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS SALINO. Dr. Josemir Maia	17
<i>Lotus spp.</i> COMO MODELO DE ESTUDIO DE MEJORAS EDÁFICAS, PRODUCTIVAS Y AMBIENTALES. LA PAMPA DEPRIMIDA DEL SALADO: UN OBJETIVO DE RELEVANCIA. Dr. Oscar Ruiz	18-23

### Disertaciones en mesas redondas

<b>Ambientes salinos en zonas áridas y semiáridas</b>	
DISTRIBUCIÓN DE SUELOS SALINOS EN ARGENTINA. Ing. Agr. Darío Rodríguez	24-30
LOS HONGOS DEL SUELO AMORTIGUAN EL EFECTO DEL ESTRÉS SALINO EN PLANTAS. Dra. Alicia Margarita Godeas	31-35
RESTAURACIÓN PRODUCTIVA DE AMBIENTES SALINIZADOS DE LOS OASIS IRRIGADOS DE CUYO A TRAVÉS DE LA IMPLANTACIÓN DE ESPECIES NATIVAS. Dr. Pablo Eugenio Villagra	36-40
LA INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS ALTERNATIVOS LEÑOSOS DE GRANO EN AMBIENTES SALINOS DE ZONAS ÁRIDAS Y	41-46

SEMIÁRIDAS: ALGUNOS PROCESOS FISIOLÓGICOS INVOLUCRADOS EN SU TOLERANCIA: EL CASO DE <i>Jatropha curcas</i> . Dr. Edmundo Ploschuk	
OFERTA FORRAJERA DE UN SALITRAL DEL CENTRO DE SAN LUIS. Ing. Agr. M.Sci. Osvaldo Barbosa	47-53
EFFECTO DEL TIPO DE SAL Y SU CONCENTRACIÓN SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE <i>Sarcocornia neei</i> (CHENOPODIACEAE) EN TRES HÁBITATS CONTRASTANTES. M.Sc. Videla	54-58
EXPERIENCIAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS SALINOS CON GRAMÍNEAS SUBTROPICALES EN LLANURA DEPRIMIDA SALINA DE TUCUMÁN. Dr. Jorge Raul Toll Vera	59-64
SENSORES ELÉCTRICOS Y ELECTROMAGNÉTICOS APLICADOS A LA EVALUACIÓN DE LA SALINIDAD DE SUELOS Y AGUAS. Dra. Claudia Mabel Sainato	65

### **Ambientes salinos en zonas áridas y semiáridas bajo riego**

ESTADO ACTUAL DE LA SALINIZACIÓN DE LOS SUELOS BAJO RIEGO EN ARGENTINA. Ing. Agr. M.Sci. Ramón Sánchez	66
RIEGO CON AGUA DEL DRENAJE (COLECTOR A) EN LA ZONA DE MAYOR BURATOVICH, PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Ing. Agr. Pablo Zalba	67-71
DINÁMICA DE LAS SALES EN UN SUELO BAJO RIEGO POR GOTEO IMPLANTADO CON OLIVOS ( <i>Olea europaea</i> L.) EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Ing. Agr. Leandro Goñi	72-76
ACUMULACIÓN DE SALES EN UN CULTIVO DE ORÉGANO SOMETIDO A DIFERENTES LÁMINAS DE RIEGO POR GOTEO. Ing. Agr. M. Sci. Víctor Mario Lipinski	77-83
DINÁMICA DE LAS SALES EN UN SUELO BAJO RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO. Ing. Agr. Patricio Varela	84-89
COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES DE VID Y PORTAINJERTOS AMERICANOS FRENTE A CONDICIONES DE ESTRÉS SALINO EN MENDOZA, ARGENTINA. Ing. Agr. Hernán Vila	90
EFFECTO DE LA RESTRICCIÓN HÍDRICA SOBRE LA SALINIDAD DEL SUELO Y SU INCIDENCIA EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CV. TORRONTÉS RIOJANO. Ing. Agr. Alejandro Meleh	91

<b>Ambientes salinos y alcalinos en zonas húmedas y subhúmedas</b>	
QUÍMICA ORGÁNICA DE POLISACÁRIDOS COMO HERRAMIENTA PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE INTERÉS PRODUCTIVO: INFLUENCIA DEL ESTRÉS SALINO EN LA CAPACIDAD FORRAJERA DE <i>Lotus tenuis</i> . Dra. Marina Ciancia	92-97
MICROORGANISMOS ACOMPAÑANTES DE <i>Lotus tenuis</i> EN LOS SUELOS DE LA PAMPA DEPRIMIDA. Dra. Amira Susana Nieva	98-103
FACILITACIÓN GRAMÍNEA-LEGUMINOSA EN ESTEPAS HALOMÓRFICAS: INFLUENCIA DE LA ESTACIONALIDAD DE LA VEGETACIÓN Y DE LOS SIMBIONTES RADICALES. Dr. Pablo García Parisi	104
¿ES POSIBLE AUMENTAR LA OFERTA FORRAJERA EN SUELOS SALINOS MEDIANTE MEJORAMIENTO GENÉTICO? EXPERIENCIAS EN <i>Panicum coloratum</i> . Dra. María Andrea Tomás	105-107
RESPUESTA MORFOFISIOLÓGICA DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS MEGATÉRMICAS A LA COMBINACIÓN DE ESTRÉS SALINO Y ANEGAMIENTO. Dr. Karina Grunberg	108-111
LA EXCLUSIÓN DEL PASTOREO Y LA FERTILIZACIÓN PROMUEVEN LA INVASIÓN Y REDUCEN LA DIVERSIDAD EN PASTIZALES DE LA DEPRESIÓN DEL RÍO SALADO. Dr. Pedro Tognetti	112
EL IMPACTO DEL MANEJO DEL PASTOREO SOBRE LA VEGETACIÓN Y LOS SUELOS DE LOS AMBIENTES SALINOS Y ALCALINOS DE LA PAMPA DEPRIMIDA: EVIDENCIAS REUNIDAS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. Dra. Adriana Rodríguez	113-114
EVALUACIÓN DE ESPECIES SUBTROPICALES PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN ÁREAS MARGINALES DE LA PAMPA DEPRIMIDA. Dr. Julieta Pesqueira	115

<b>Ambientes salinos y alcalinos en cultivos bajo riego suplementario y cultivos bajo cubierta, en zonas húmedas y subhúmedas</b>	
RIEGO COMPLEMENTARIO Y CALIDAD DE SUELOS EN LA REGIÓN PAMPEANA. Dr. Martin Torres Duggan	116-121
PROBLEMÁTICAS DE LOS SUELOS EN PRODUCCIONES BAJO CUBIERTA DEL PERIURBANO AMBA. Ing. Agr. M.Sci. Marisol Virginia Cuellas	122-126
RIEGO SUPLEMENTARIO EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. EFECTOS SOBRE EL SUELO Y LOS CULTIVOS.	127-132

Ing. Agr. M.Sci. Juan Pablo Giubergia	
EVOLUCIÓN DE LA SALINIDAD EN SUELOS CON CULTIVOS DE ARÁNDANOS BAJO RIEGO POR GOTEO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Ing. Agr. M.Sci. Alejandro A. Pannunzio	133-139
SUELOS AFECTADOS POR SALES EN SISTEMAS PRODUCTIVOS PROTEGIDOS. AGUA DE RIEGO Y MANEJO PRODUCTIVO. Dra. Margarita Alconada	140-145
TOLERANCIA A SALINIDAD EN CULTIVOS ORNAMENTALES. Ing. Agr. M.Sci Marina Laura Di Filippo	146-147
SALINIZACIÓN SECUNDARIA EN CULTIVOS BAJO CUBIERTA PLÁSTICA EN SANTA FE. SITUACIÓN ACTUAL Y PROSPECTIVA. Ing. Agr. M.Sci Roberto Paulo Marano	148-153
PRODUCCIÓN DE PAPA BAJO RIEGO EN EL PARTIDO DE BALCARCE. ENTORNO Y LIMITACIONES. Dr. Marino M. Puricelli	154-159

## Trabajos

<b>Ambientes salinos en zonas áridas y semiáridas</b>	
ACTIVIDAD PGP EN EL CRECIMIENTO TEMPRANO DE CHÍA EN SUELO AGRICOLA SALINIZADO. Locatelli M., M.F. Yañez Yazlle, M. Acreche, V.B. Rajal, V. Irazusta	160
ALTERNATIVAS DE MANEJO AGROECOLÓGICO Y SU IMPACTO EN LA FERTILIDAD DE UN SUELO SALINO DEL NORTE DE CHILE. Cairo P.I., B.A. Díaz	161
ANALIZANDO EL ESTRÉS SALINO Y LAS RESPUESTAS ECOFISIOLÓGICAS DE ALGARROBOS NATIVOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE RESTAURACIÓN. Meglioli P.A., P.E. Villagra, J.A Alvarez, M.A. Cony	162
CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y RIESGO DE SALINIDAD DE AGUAS PROVENIENTES DE ESTACIONES DE DESALINIZACIÓN POR OSMOSIS INVERSA EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL BRASIL. Sousa Júnior F.S., A.M. Oliveira, N.S. Dias, C.S. Fernandes, A.C.M. Souza, J.E.A. Araújo, R. Chipana - Rivera, A.C.S. Matos Junior	163
CAMBIOS FOTOSINTÉTICOS Y COMPARTIMENTALIZACIÓN DE RESERVAS INFLUENCIADAS POR CLONES DE INJERTOS Y PORTO-INJERTOS ASOCIADAS A LA RESTRICIÓN HÍDRICA. Lima J.S., J.M. Maia, A.F. Silva, P.O.C. Costa, R.M.N. Mendonça	164
COMPORTAMIENTO DE <i>Sporobolus phleoides</i> Hack. EN SUELOS SALINOS. Díaz C.C., J.I. Tuda, H.P. Apezteguía	165
DESALINIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS SALOBRES EN EL SEMIÁRIDO BRASILEÑO: ALTERNATIVA PARA CONSUMO Y PRODUCCIÓN AGRÍCOLA FAMILIAR. Dias N.S., A.C.M. Souza, C.S. Fernandes, E.J.V. Santos, A.C.S. Matos Júnior, J.E.A. Araújo, M.A. Moreno-Pizani, A.J. Farias-Ramirez	166-171

DIVERSIDAD DE LAS ALGAS EDÁFICAS DE SALINAS DE BEBEDERO, SAN LUIS, ARGENTINA. Daruich G.J., B.C. De Giuseppe, L.R. Sosa, J.H. Ulacco, F.A. Icazatti	172
EFFECTO PGP DE BACTERIAS HALOTOLERANTES EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE QUINOA BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD. Yañez Yazlle M.F., N. Romano Armada, M. Acreche, VB Rajal, V. Irazusta	173
EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> DE UN HUMEDAL DE SAN LUIS. Barbosa O.A., M.N. Jaeschke, D.A. Policino, J.L. Mores, R.A. Cerda, D.A. Riscosa, D.N. Belgrano Rawson	174-179
FITOEXTRACCIÓN DE SALES DE <i>Atriplex nummularia</i> CULTIVADA EN SUELO IRRIGADO CON DESECHO SALINO EN EL SEMIÁRIDO BRASILEÑO. Sousa Junior F.S., E.S.R. Moura, C.R. Cosme, N.S. Dias, C.S. Fernandes, M.A. Moreno-Pizani, A.J. Farias-Ramirez, A.C.S. Matos Júnior	180
FORMA DE CRECIMIENTO Y ANATOMÍA DE PARTE AÉREA DE <i>Sarcocornia neei</i> (Lag.) M.A. Alonso y M.B. Crespo EN PLÁNTULAS Y EJEMPLARES ADULTOS DE SALINAS DEL BEBEDERO SAN LUIS ARGENTINA. Videla, A., M. Alonso Valdez, G. Molina, B. Strasser, L. Sosa	181
GENETIC VARIABILITY IN <i>Panicum coloratum</i> POPULATION. Pittaro G., D. Bustos, E. Taleisnik, A. Tomas	182
O SILÍCIO MELHORA A QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA ALFACE SOB ESTRESSE SALINO? Lemos Neto H.S., M.A. Guimarães, N.S. Dias, M. Ferreira Neto, J.D.A. Sarmento	183
RESPUESTA ADAPTATIVA DE <i>Ensifer meliloti</i> A SALINIDAD MEJORA LA SIMBIOSIS CON ALFALFA. Gallace M.E., G.S. Lorda, M.L. Molas	184
TASA DE RECUPERACIÓN DEL SISTEMA DE DESALINIZACIÓN POR OSMOSIS INVERSA INSTALADA EN ÁREAS RURALES DEL SEMIARIO BRASILEÑO. Souza Maia, I., N.S. Dias, F.P.S. Antas, M.A. Moreno-Pizani, Y.C.S. Souza, E.J.V. Santos, C.S. Fernandes, A.J. Farias-Ramirez	185
VARIACIÓN DEL NIVEL, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y PH DE NAPA FREÁTICA EN DOS AMBIENTES PRÓXIMOS EN EL DEPARTAMENTO LEALES, TUCUMÁN. Sosa F.A., R. Correa, M. Flores, J. Danovis, J. Navarro	186-191

### **Ambientes salinos en zonas áridas y semiáridas bajo riego**

ADAPTAÇÕES MORFOLÓGICAS EM MUDAS DE COQUEIRO ANÃO EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA. Lima B.L.C., M. Ferreira Neto, C.F. Lacerda	192
BIOMEJORAMIENTO Y BIOESTIMULACIÓN ORGÁNICA SOBRE SUELOS SALINOS BAJO CLIMA ÁRIDO.	193

Muñoz-Rojas A.P., C. Céspedes, J. Valdés, E. Urriola	
DESPLAZAMIENTO DE IONES EN SUELOS SALINOS SOMETIDOS A LA APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DE CLORURO DE CÁLCIO EXPUESTO A UN CAMPO MAGNÉTICO. Santos Souza Y.C., A.H. Santos Batista, O.N. Sousa Neto, N.S. Dias, R. Chipana-Rivera	194-199
EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LAS VARIABLES DE CRECIMIENTO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y PRODUCCIÓN, EN <i>Eruca vesicaria</i> var sativa "RÚCULA" CULTIVADA BAJO CUBIERTA EN CONDICIONES DE SALINIDAD EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA. Carassay L., Siliquini O. y Ponce P.	200
EL RIEGO CON AGUA DE ALTO CONTENIDO DE SALES MEJORA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LECHUGA ( <i>Lactuca sativa</i> L.). Siliquini O., M. Pereyra Cardozo, A. Quiriban, J. Ponce, D. Riestra, A. Melis, G. Rosane	201
ESTRÉS SALINO EN ORÉGANO: ABORDAJES PRELIMINARES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS MECANISMOS FISIOLÓGICOS IMPLICADOS EN SU RESPUESTA. Pelissero J.P., K. Grunberg, G. Robert, J.A. Argüello, V. Davidenco	202
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN UN SUELO SALINO DEL DESIERTO DE ATACAMA, CHILE. Díaz Martín B.A., P.I. Cairo Cairo	203
LA VEGETACIÓN COMO INDICADORA DE SALINIZACIÓN EN EL ALTO VALLE DE RÍO NEGRO. Troncoso V.U., J.R. Gandullo, C. Minue	204

<b>Ambientes salinos y alcalinos en zonas húmedas y subhúmedas</b>	
EFICIENCIA FOTOSINTÉTICA DE SORGO BICOLOR Y SUDANENSE EN CONDICIONES DE SUELOS AFECTADOS POR ALCALINDAD. Luna D.F., D. Bustos, G. Pittaro, E. Taleisnik	205
CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES TÉRMICAS DEL SUELO A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE CARBÓN DE BAJO RANGO Y BACTERIAS. Ortiz O., R. Ramirez	206
CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO INICIAL DE POBLACIONES DE FESTUCA ALTA ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) EN SUELO SALINO-SÓDICO. Martínez E.S., P. Rimieri	207
CARACTERIZACIÓN DE VARIEDADES DE ALGODÓN FRENTE A CONDICIONES DE ESTRÉS SALINO. Winkler H.M., I. Fernandes, R. Senna, L. Mieres, P. Dileo, G. Scarpin, F. Lorenzini, M. Paytas	208
COMO SE OBTUVO A "LIEBRE" UN CULTIVAR DE AGROPIRO ALARGADO. Schrauf G.E., P. Rush, A. Cassella, A. Celani, L. Palmieri, E. Musacchio, F. Alonso Nogara, M. Iannicelli, P. Peralta Roa, L. Castro, L. Couso	209-214



COMPORTAMIENTO INICIAL DE DIFERENTES GENOTIPOS DE <i>Eucalyptus</i> IMPLANTADOS EN UN SUELO SODICO CON ENMIENDAS. Lupi A.M., P. Pathauer, J. Iñuritegui	215-220
CRECIMIENTO INICIAL DE FAMILIAS DE MEDIO HERMANOS DE FESTUCA ALTA EN CONDICION DE SEQUÍA. Palacios N.S. y A. Andres	221
DAÑO OXIDATIVO Y RESPUESTA ANTIOXIDANTE EN FAMILIAS DE AGROPIRO ALARGADO CON DIFERENTE CRECIMIENTO INICIAL BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD. Maciel M.A., K. Grunberg, A. Andrés	222
DESARROLLO DE UNA METODOLOGIA DE SENSORAMIENTO REMOTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE AMBIENTES ALCALINOS. Ramos N., M. Gandini, S. Mestelan	223
DINÁMICA DE LA SIMBIOSIS MICORRIZICA ARBUSCULAR EN SUELOS SALINO-SÓDICOS DE LA CUENCA DEL RÍO SALADO. Garcia I.V., T. Chippano	224
EFFECTO DEL ANEGAMIENTO, LA SALINIDAD Y EL ESTRÉS COMBINADO SOBRE CARACTERÍSTICAS MORFOGENÉTICAS Y ESTRUCTURALES DE MATERIALES DE <i>Festuca arundinacea</i> . Menon Martínez F.E., A.A. Grimoldi, G.G. Striker, M.B. Padola, C.E. Di Bella	225
EFFECTO DE LA SALINIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA SOBRE LA GERMINACIÓN DE POSIBLES ESPECIES FITORREMEDIADORAS DE SUELOS. Stein, B.G., P.A. Del Fueyo, O. S. Heredia, A.J. Tarditti	226
EFFECTO DEL ESTRÉS COMBINADO SALINO ALCALINO EN AGROPIRO ALARGADO ( <i>Thinopyrum ponticum</i> ). Pagnucco M.E., M.E. Lifschitz, M. Giordano, M.A. Tomás, L. Garro y R. Jauregui	227
EFFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO EN DOS MATERIALES DE <i>Lotus tenuis</i> Waldst. & Kit CULTIVADOS EN SUELO SÓDICO. Giusti D.N., M. Cabrera, L. Marinoni, J.M. Zabala	228
EFFECTO DEL FÓSFORO SOBRE <i>Paspalum dilatatum</i> , UNA FORRAJERA CONSTITUYENTE DE PASTIZALES NATURALES, BAJO ESTRÉS HÍDRICO Y SALINO. Porcelli C.A., G. Rubio, F.H. Gutiérrez Boem y R.S. Lavado	229-234
ELEVADOS NIVELES DE SALINIDAD REDUJERON LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE AGROPIRO ALARGADO DEBIDO A REDUCCIONES EN LA ABSORCIÓN DE NITRÓGENO POR MILÍMETRO DE AGUA UTILIZADA. Fina F., G.D. Berone, A. Salafia, F.R. Angeletti, S. Chiacchiera, M.B. Conde, M.L. Gatti, N.A. Bertram	235-239
EL pH DEL SUELO INFLUENCIA EL EFFECTO DEL ARSÉNICO Y VANADIO EN PARÁMETROS FOTOSINTETICOS DE LECHUGA. Orellana M.A., G. Cordon, M.G. Lagorio, R.S. Lavado, F.V. Molina	240-244
ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE IONES EN HOJA, TALLO Y RAÍZ DE FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DE <i>Lotus tenuis</i> . Affinito M.A., D. López Miró, A. Andrés, A. Díaz Paleo	245

ESTUDIO ESPACIAL DE LA APLICACIÓN DE YESO AGRÍCOLA Y ESTIÉRCOL VACUNO EN ALGUNAS PROPIEDADES DE UN SUELO CON ALTO NIVEL DE SODIO. Ballestero J., M. Barbazán	246
EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE BACTERIAS HALOTOLERANTES DE INDUCIR LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN SOJA. Santos A.P., C. Belfiore, M.E. Farías	247
EVALUACION DEL DAÑO OXIDATIVO Y DEFENSA ANTIOXIDANTE EN PLANTULAS DE <i>Panicum coloratum</i> BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS COMBINADO DE SALINIDAD Y ANEGAMIENTO. Lifschitz M., E. Tommasino, E. Pagnucco, M. Giordano, A. Ribotta, J.M. Zabala, K. Grunberg, M.A. Tomás	248
FERTILIZACIÓN NITROGENADA CON SULFATO DE AMONIO: ESTRATEGIA PARA MEJORAR EL AUMENTO DE MATERIA SECA Y LA ACUMULACIÓN DE ZN Y FE EN SORGO CULTIVADO EN CONDICIONES DE ALCALINIDAD. Ciacci M.B., D.A. Bustos, A.D. Olivo, D.F. Luna, E. Taleisnik	249
HERRAMIENTAS PARA EXPLORAR EL MEJORAMIENTO EN SORGO PARA TOLERANCIA A SALINIDAD. Pittaro G., S. Ruolo, E. Torres, F. Luna, E. Taleisnik	250
IMPACTO DE DIFERENTES ROTACIONES EN SUELOS HIDRO-HALOMÓRFICOS DE LA PAMPA DEPRIMIDA. Garello F.J., E.M. Melani, D.J. Cosentino, M.A. Taboada	251-258
IMPACTO DE LA PRESENCIA DE HORIZONTES PETROCÁLCICOS EN EL PROCESO DE SALINIZACIÓN DE PARCELAS FORESTADAS EN AMBIENTES DE LLANURA. Mujica C.R., G.M. Milione, S.A. Bea, J.E. Gyenge	259-264
¿LOS PURINES DE TAMBO AUMENTAN LA SALINIDAD DEL SUELO? Heredia O.S., P. Cañada, D. Medina, E. Gronberger, C. Raimondo	265
MODELACIÓN DE PROCESOS DE SALINIZACIÓN EN SUELOS DE PASTIZALES FORESTADOS MEDIANTE TRANSPORTE REACTIVO. Mujica C.R., G.M. Milione, S.A. Bea	266-271
PRÁCTICAS CORRECTORAS DE SUELO BAJO RIEGO COMPLEMENTARIO. Steinbach H.S., C.R. Alvarez, H. Rimski-Korsakov, E. Sabatté, J. Rosso Alba, A. Gonzalez, F. Mayol, G. Peralta, F. Lodos	272
PRODUCCION DE BIOMASA DE <i>Panicum coloratum</i> Y <i>Chloris gayana</i> PURAS Y EN MEZCLA EN UN BAJO ALCALINO SODICO DE LA PAMPA DEPRIMIDA. Pesqueira J., J. Otondo, A.E. Villordo, M. Corlito, A.E. De Loof, M.D. García	273
RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE P SOLUBLE EN AGUA SUBTERRÁNEA Y PARÁMETROS DE SALINIDAD. Tarditti A.J, M. Cueva Tacuri, O.S. Heredia	274
RELACIÓN ENTRE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CLORUROS EN SUELOS Y AGUAS DE AMBIENTES SALINOS. Tarditti A.J., A.N. Martinez Soto, O.S. Heredia	275
RELACIONES ENTRE LOS ESTADOS DE GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLANTAS JÓVENES DE CULTIVARES DE CANOLA PARA LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD, Y ROL DE LA PROLINA. Fabricius, H., M. Sáinz, M. Di Paolo, G. Eyherabide, J. Lúquez	276

RELACIÓN ESPACIAL ENTRE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA APARENTE, PROPIEDADES EDÁFICAS Y PRODUCCIÓN FORRAJERA EN SUELOS GANADEROS. Cicore P.L., J.L. Costa, N.R. Peralta, M. Castro Franco	277-282
RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN Y DENSIDAD DE SIEMBRA DE <i>Chloris gayana</i> SEMBRADA EN UN SUELO ALCALINO-SÓDICO. García M.D., J. Otondo, A.E. Villordo, M. Corlito, A.E. De Loof, J. Pesqueira	283
RESPUESTA DIFERENCIAL AL ESTRÉS INDIVIDUAL Y COMBINADO DE HIPOXIA Y SALINIDAD EN CULTIVARES DE <i>Chloris gayana</i> K. Ribotta A., E. López Colomba, E. Tommasino, S. Griffa, K. Grunberg	284
SCREENING DE ACCESIONES DE CEBADILLA CRIOLLA PARA TOLERANCIA A SAL UTILIZANDO PRUEBAS DE GERMINACIÓN. Aulicino M.B., M.B. Collado, H.J. Barca, M. del C. Molina	285
SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam. EN CONDICIONES DE SALINIDAD A TRAVÉS DE UN ÍNDICE DE PARÁMETROS BIOMÉTRICOS. Zunino I.M., C.M. Arizio, E. Larraburu, G. Santa Maria	286
SELECCIONANDO FESTUCA TOLERANTE A SALINIDAD. Schrauf G.E., L. Castro, E. Musacchio, M.P. Herrera Bravo, P. Peralta Roa, M. Sawa, F. Alonso Nogara, M. Iannicelli, P. Rush	287
SILICIO SOLUBLE EN SUELOS SALINOS DE CÓRDOBA. Boni Plaza L., J. Chirkes, A. Tarditti, O.S. Heredia	288
SOLUBILIZACIÓN DE FOSFATOS DE UN SUELO ALCALINO POR HONGOS ENDÓFITOS SEPTADOS OSCUROS (DSE) Y RESPUESTA DE <i>Sorghum bicolor</i> . Barresi O., V.M. Chiocchio, R.S. Lavado	289
USO DEL NDVI PARA IDENTIFICAR EL USO AGRÍCOLA DE SUELOS CON LIMITANTES SALINAS Y SÓDICAS EN EL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. Aimetta M.B., S.A. Muñoz, D.A. Bustos, V. Davidenco, C.R. Cazorla, C.M. Galarza, F. Salvagiotti	290
UTILIZACIÓN DE UN ÍNDICE DE TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN <i>Melilotus albus</i> Medik. COMO CRITERIO DE SELECCIÓN EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO. Varea I., A. Andrés, M.A. Tomás	291
VARIACIÓN EN LA FERTILIDAD EDÁFICA ENTRE MICROSITIOS Y SU RELACIÓN CON LA ESPECIE VEGETAL QUE LO OCUPA. ESTUDIO EN EL PASTIZAL HALOMÓRFICO DE LA PAMPA DEPRIMIDA. Bolaños V.R.A., A.E. Pellegrini, M.C. Vecchio, R.A. Golluscio, M.A. Taboada	292-297

**Ambientes salinos y alcalinos en cultivos bajo riego suplementario y cultivos bajo cubierta, en zonas húmedas y subhúmedas**

CALIDAD FÍSICA Y FÍSICO QUÍMICA DEL SUELO EN PRODUCCIONES HORTÍCOLAS ORGÁNICAS DEL CINTURÓN VERDE DE BUENOS AIRES.	298
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Harris M., C. Alvarez, D. Frezza	
COMPARACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS Y QUÍMICAS SOBRE UN SUELO CON NIVELES ALTOS DE SODIO. ENSAYO MACETERO. Ballestero J., M. Barbazán	299
DISTRIBUCIÓN DE LA HUMEDAD EN UN SUELO BAJO RIEGO COMPLEMENTARIO OBTENIDA MEDIANTE EXPLORACIÓN ELETROMAGNÉTICA Y MODELADO 1D. Iseas M.S., S.J. Alonso, C.M. Sainato	300
EFFECTO DEL $\text{NAHCO}_3$ EN LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD DE FRUTOS DE PLANTAS DE TOMATE. Ganganelli, I.M., M.L. Alegre, M.Ch. Steelheart, J. Vera Bahima, G.J. Millán, P. Baldet, Ch. Rothan, D. Just, C. Brès, C.G. Bartoli	301
EFFECTO DEL RIEGO COMPLEMENTARIO EN EL SUDOESTE BONAERENSE SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO QUÍMICAS DEL SUELO. Alvarez C.R., H. Rimski-Korsakov, H.S. Steinbach, A. Gonzalez, F. Mayol, J. Rosso Alba, E. Sabatté, G. Peralta	302
EVALUACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS SOBRE EL SUELO Y CULTIVOS HORTÍCOLAS PROTEGIDOS. Larrieu L., M. Cuellas, A.E. Pellegrini, M. Alconada Magliano	303-308
EVALUACIÓN DE TRES MODALIDADES DE RIEGO EN CULTIVO DE ALCAUCIL ( <i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i> ) INOCULADOS CON ALGAS Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO. Chale, W.R., S. Martínez, J. Pomés, M. Garbi, M.A. Masi, C. Zanek	309
IMPACTO DEL RIEGO COMPLEMENTARIO SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO QUÍMICAS DEL SUELO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Peralta G., B. Agosti, R.C. Gil, H. Rimski-Korsakov, C.R. Alvarez	310
SUELOS HALO-HIDROMÓRFICOS: EFECTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA SOBRE EL COMPORTAMIENTO GERMINATIVO DE POSIBLES ESPECIES FITORREMEDIADORAS. Vanier, M., P.A. Del Fueyo, O.S. Heredia, A. Tarditti	311
TOLERANCIA A SALINIDAD DE ONCE VARIEDADES ORNAMENTALES DEL GÉNERO <i>Glandularia</i> . Zevallos D., M. Di Filippo	312

**Textos completos y  
resúmenes de conferencias,  
disertaciones y  
presentaciones de trabajos**



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **MISIÓN SAOCOM Y SIASGE**

**L. Frulla**

Investigador Principal de la Misión SAOCOM, Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)

**RESUMEN:** La Misión SAOCOM 1 es una constelación de 2 satélites, con un radar de apertura sintética, polarimétrico en banda L (con capacidad de penetración por debajo de la superficie terrestre). El primero ya en órbita desde el 7 de octubre de 2018 mientras que el segundo será lanzado durante enero de 2020. Ambos satélites, junto con la constelación de los 4 satélites COSMO-SkyMed de la Agencia Espacial Italiana, forman parte del SIASGE (Sistema Ítalo-Argentino de Satélites para la Gestión de las Emergencias). Los satélites COSMO-SkyMed, en órbita desde el año 2007, también transportan cada uno un radar de apertura sintética pero banda X (si capacidad de penetración por lo que brinda información de la superficie terrestre). De este modo el SIASGE es el único Sistema en el mundo conformado por 6 satélites captando información coordinadamente y complementaria, de día y de noche y en cualquier circunstancia meteorológica, con una gran capacidad para identificar formas y estructuras geométricas, característica típica de este tipo de instrumentos. Particularmente la Misión SAOCOM 1 tiene como objetivo principal generar mapas de humedad del suelo en superficie y por capas hasta 2 m en profundidad, con una resolución espacial no menor a 100 m. Sin embargo, dadas las características del instrumento polarimétrico, específicamente diseñado para generar información útil para la agricultura, también es de particular importancia para la detección de suelos salinizados. Las imágenes SAR polarimétricas presentan un gran potencial para mapear salinidad del suelo, por su sensibilidad a la rugosidad de la superficie y a la constante dieléctrica (indicador fundamental de la presencia de sales en los suelos). En este sentido, en base a esta característica, la CONAE está trabajando en el desarrollo de mapas indicadores de grados de salinidad en el suelo, como una contribución adicional de la Misión a las actividades agropecuarias.

**PALABRAS CLAVE:** SAR, salinidad, humedad del suelo.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**LEAF GAS FILMS IMPROVE SUBMERGENCE TOLERANCE OF PLANTS IN FRESH AND SALINE WATER**

**Konnerup D.<sup>1,2</sup>, L. Kotula<sup>2</sup>, C.D. Bella<sup>3</sup>, T.D. Colmer<sup>2</sup>, O. Pedersen<sup>2,4</sup>.**

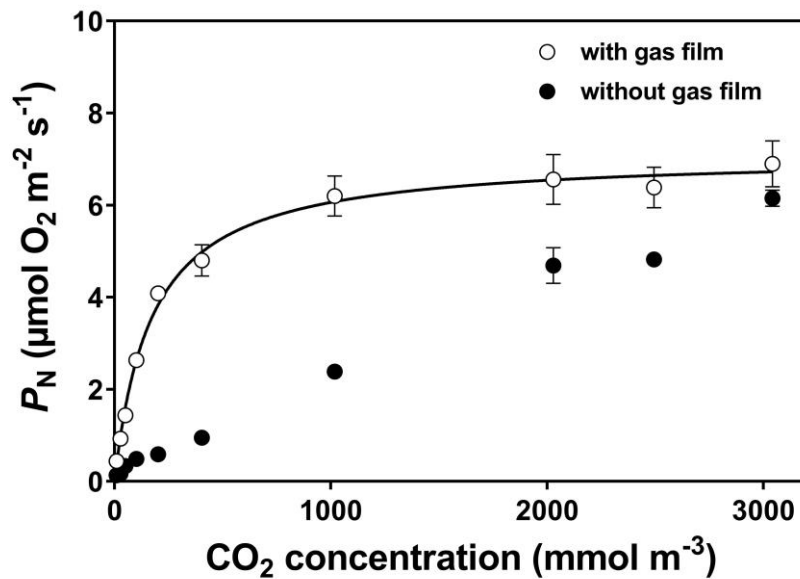
<sup>1</sup>Aarhus Institute of Advanced Studies (AIAS), Aarhus University, Høegh-Guldbergs Gade 6B, 8000 Aarhus C, Denmark, <sup>2</sup>UWA School of Agriculture and Environment, Faculty of Science, The University of Western Australia, 35 Stirling Highway, Crawley, WA 6009, Australia, <sup>3</sup>IFEVA, Universidad de Buenos Aires, CONICET, Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina, <sup>4</sup>The Freshwater Biological Laboratory, Department of Biology, University of Copenhagen, Universitetsparken 4, 3<sup>rd</sup> floor, 2100 Copenhagen, Denmark,

**KEY WORDS:** flooding, leaf Na<sup>+</sup>, plant submergence tolerance, salt intrusion.

**LEAF GAS FILMS AND SUBMERGENCE TOLERANCE OF PLANTS**

Flooding can result in partial or complete submergence of terrestrial plants, which is a severe abiotic stress (Bailey-Serres & Voesenek 2008). Partial or complete submergence is a stress for the plant as it involves waterlogging of the root system and the shoot being submerged in floodwater. During submergence, the approximately 10,000-fold reduction in diffusion of gases in floodwaters limits the availability of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> for aerobic underwater dark respiration ( $R_D$ ) and underwater net photosynthesis ( $P_N$ ), respectively (Armstrong 1979, Colmer et al. 2011). Terrestrial plants can, however, still photosynthesize under water if both light and CO<sub>2</sub> levels are sufficient. In air, CO<sub>2</sub> enters the tissue via open stomata, but under water, the stomata are assumed to close (Mommer & Visser 2005). Thus, CO<sub>2</sub> first has to overcome the resistance caused by the aqueous diffusive boundary layer via slow molecular diffusion and then subsequently cross the cuticle, which also constitutes a significant resistance to CO<sub>2</sub> uptake (Mommer & Visser 2005, Verboven et al. 2014). Some terrestrial wetland plants acclimate to facilitate gas exchange under water by the production of new 'semi-aquatic' leaves which are thin, as well as having reduced cuticles and rearrangement of chloroplasts closer to the epidermis, all resulting in lower resistance to CO<sub>2</sub> diffusion to chloroplasts (Madsen & Sand-Jensen 1991). However, it takes time for the leaves to acclimate and develop these traits to enhance underwater gas exchange (Mommer et al. 2005, Mommer & Visser 2005).

It is well-described that total resistance to underwater CO<sub>2</sub> uptake varies with different types of leaves. A study on 35 plant species occurring in the transition zone between land and freshwater showed that leaves of terrestrial plants achieved lower rates of underwater  $P_N$  compared to acclimated leaves of amphibious plants, and with leaves of truly aquatic plants performing best under water (Sand-Jensen et al. 1992). This study did not include species with floating leaves that maintain gas exchange with the overlying atmosphere via functional stomata (Dacey & Klug 1982), but floating leaves have been shown elsewhere to also possess high resistance to underwater gas exchange when assessed under submerged conditions (Frost-Christensen & Sand-Jensen 1995). Here, not only underwater  $P_N$  but also aerobic underwater  $R_D$  was limited by slow diffusion under water and high cuticle resistance (Frost-Christensen & Sand-Jensen 1995). Consequently, it seems that floating leaves do not enhance flood tolerance since floating leaves and aerial leaves both perform poorly when completely submerged.



**Fig. 1. Underwater net photosynthesis ( $P_N$ ) vs.  $\text{CO}_2$  concentration in leaves of *Glyceria fluitans* with and without gas film. Values are means ( $\pm$  SE,  $n=4$ ).**

A leaf trait presents in some aerial leaves, which enhances exchange of  $\text{O}_2$  and  $\text{CO}_2$  with the floodwater, is the ability to retain a gas film around the leaves when submerged (Colmer & Pedersen 2008). The formation of a leaf gas film is caused by superhydrophobic cuticle surfaces, and the gas films have been demonstrated to increase underwater gas exchange and thus  $\text{CO}_2$  entry to sustain underwater  $P_N$  during the day and improved internal aeration during the night (Pedersen et al. 2009, Winkel et al. 2013). The improved underwater gas exchange provided by leaf gas films has been suggested to result from a large gas-water interface and rapid gas-phase diffusion within the gas film to open and functional stomata (Verboven et al. 2014). This results in an about fivefold reduction in total resistance to gas exchange between the leaf and the floodwater compared with a situation where the gas film had been removed experimentally (Colmer & Pedersen 2008, Pedersen et al. 2009). Leaf gas films provide immediate benefits upon submergence in contrast to leaf traits associated with formation of aquatic leaves with reduced cuticles that may take days or weeks to develop (Mommer et al. 2005). However, it has been shown that leaf gas films disappear after some days under water as the leaves become hydrophilic, typically after 2-6 days of submergence (Winkel et al. 2014, Konnerup et al. 2017). Therefore, it can be argued that gas films are beneficial for short-term submergence, whereas the mechanism of producing leaves with reduced cuticle and higher permeability is a suitable strategy for wetland plants that are exposed to prolonged submergence.

Floods annually affect large areas of farmlands worldwide and cause severe crop losses when plants become submerged (Jackson 2004). Paddy field rice is adapted to growth in anoxic soils and therefore is tolerant to soil waterlogging and even partial shoot submergence (Colmer et al. 2014, Kirk et al. 2014). However, only a few days of complete submergence can lead to severe damage and death [Das et al. (2009), but with some differences among genotypes, e.g. Colmer et al. (2014)], due to restricted gas exchange impeding respiration and (together with low light) photosynthesis in submerged shoots (Mommer & Visser 2005).

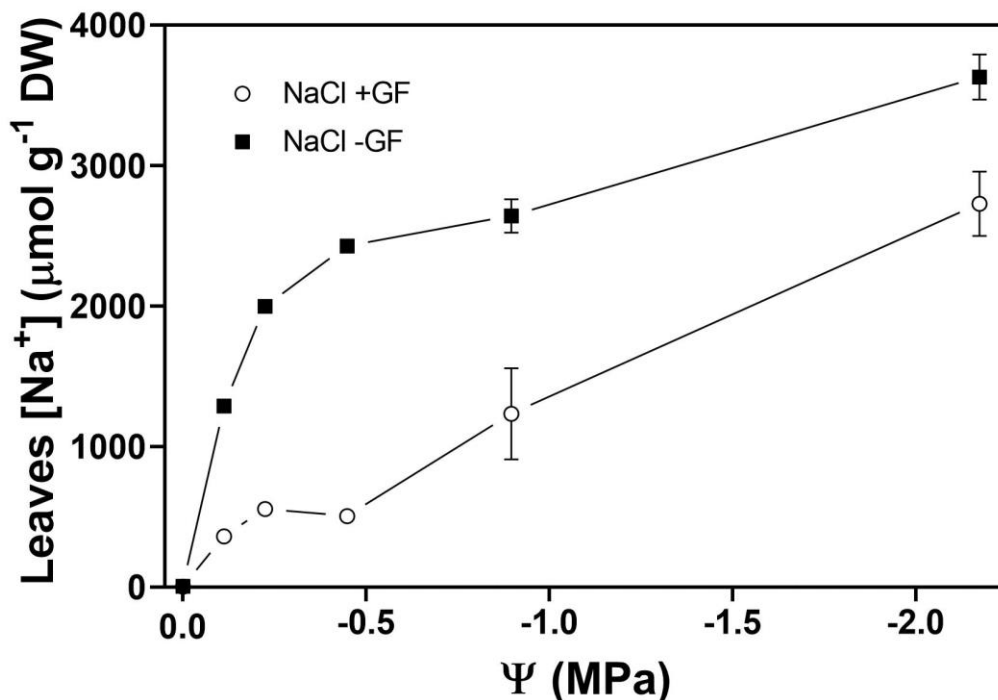
### **FLOODING IN SALINE WATER**

Floodwaters may contain NaCl and salinity is a major impediment to increasing global rice production (Negrão et al. 2011) as rice is a salt-sensitive crop: above 30 mM NaCl, yield



decreases by 12% for each ~ 10 mM NaCl increase (Grieve et al. 2012). Salinity imposes both an osmotic stress on the plant due to high solute concentrations outside cells, as well as ion specific stresses caused by high Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> concentrations in plant tissues (Negrão et al. 2011, Munns & Tester 2008). Improving rice tolerance of salinity and submergence is further urged by climate change causing rising sea water levels and lower river flows, leading to seawater inundation of large rice growing regions such as the Vietnamese Mekong Delta (Wassmann et al. 2004). As one example, the salinity affected area in Bangladesh increased from about 83 million ha in 1973 to 106 million ha in 2009 (Sinha et al. 2014). Thus, efforts are being made to combine submergence tolerance and salinity tolerance in so-called “climate-smart” rice (IRRI 2016, De Ocampo et al. 2013).

## 48 h submergence



**Fig. 2.** Leaf Na<sup>+</sup> concentration for *Melilotus siculus* submerged in a salinity gradient for 48 hours for plants with leaf gas film (+GF, open round symbols) or treated with 0.1% Triton X-100 and without gas films (-GF, closed square symbols). Values are means ( $\pm$  SE, n=4).

Our recent results have tested the effect of the presence of leaf gas films on salt entry into submerged *Melilotus siculus* and it was shown that Na<sup>+</sup> entry could be delayed by the presence of leaf gas films acting as an ‘insulating’ physical barrier between leaf and saline floodwater (Fig. 2), thereby contributing to increased submergence tolerance in saline water.

## REFERENCES

- Armstrong W. 1979. Aeration in higher plants. *Adv Bot Res* 7: 225-332.
- Bailey-Serres J & LACJ Voeselek. 2008. Flooding stress: Acclimations and genetic diversity. *Annu Rev Plant Biol* 59: 313-339.
- Colmer T, W Armstrong, H Greenway, A Ismail, G Kirk & B Atwell. 2014. Physiological mechanisms of flooding tolerance in rice: transient complete submergence and prolonged standing water. *Progress in Botany*, pp 255-307. Springer.

Colmer TD & O Pedersen. 2008. Underwater photosynthesis and respiration in leaves of submerged wetland plants: gas films improve CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> exchange. *New Phytol* 177, 918-926.

Colmer TD, A Winkel & O Pedersen. 2011. A perspective on underwater photosynthesis in submerged terrestrial wetland plants. *AoB Plants* 2011, plr030.

Dacey JW & Klug M. 1982. Ventilation by floating leaves in Nuphar. *Am J Bot*, 999-1003.

Das KK, D Panda, RK Sarkar, JN Reddy & AM Ismail. 2009. Submergence tolerance in relation to variable floodwater conditions in rice. *Environ Exper Bot* 66: 425-434

De Ocampo M, RE Zantua, JA Egdane & AM Ismail. 2013. Pyramiding of salinity and submergence tolerance into ir64 background through marker-assisted selection (mas). 7th International Rice Genetics Symposium. Manila, Philippines.

Frost-Christensen H & K Sand-Jensen. 1995. Comparative kinetics of photosynthesis in floating and submerged *Potamogeton* leaves. *Aquat Bot* 51: 121-134.

Grieve CM, SR Grattan & EV Maas. 2012. Plant salt tolerance. Agricultural salinity assessment and management. 2nd edition. ASCE Manual and Reports on Engineering Practice 71: 405-459.

IRRI. 2016. Climate-smart rice. In: IRRI (ed). IRRI, Manila, Phillipines.

Jackson MB. 2004. The impact of flooding stress on plants and crops.

Kirk G, H Greenway, B Atwell, A Ismail & T Colmer. 2014. Adaptation of rice to flooded soils. *Progress in Botany*, pp 215-253. Springer.

Konnerup D, A Winkel, M Herzog & O Pedersen. 2017. Leaf gas film retention during submergence of 14 cultivars of wheat (*Triticum aestivum*). *Funct Plant Biol* 44: 877-887.

Madsen TV & K Sand-Jensen. 1991. Photosynthetic carbon assimilation in aquatic macrophytes. *Aquat Bot* 41: 5-40.

Mommer L, TL Pons, M Wolters-Arts, JH Venema & EJW Visser. 2005. Submergence-induced morphological, anatomical, and biochemical responses in a terrestrial species affect gas diffusion resistance and photosynthetic performance. *Plant Physiol* 139: 497-508.

Mommer L & EJW Visser. 2005. Underwater photosynthesis in flooded terrestrial plants: a matter of leaf plasticity. *Ann Bot-London* 96: 581-589.

Munns R & M Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu Rev Plant Biol* 59, 651-681.

Negrão S, B Courtois, N Ahmadi, I Abreu, N Saibo & MM Oliveira. 2011. Recent updates on salinity stress in rice: From physiological to molecular responses. *Crit Rev Plant Sci* 30: 329-377.

Pedersen O, SM Rich & TD Colmer. 2009. Surviving floods: leaf gas films improve O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> exchange, root aeration, and growth of completely submerged rice. *Plant J* 58: 147-156.

Sand-Jensen K, MF Pedersen & SL Nielsen. 1992. Photosynthetic use of inorganic carbon among primary and secondary water plants in streams. *Freshwater Biol* 27: 283-293.

Sinha D, A Singh & U Singh. 2014. Site suitability analysis for dissemination of salt-tolerant rice varieties in southern Bangladesh. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 40: 961.

Verboven P, O Pedersen, QT Ho, BM Nicolai & TD Colmer. 2014. The mechanism of improved aeration due to gas films on leaves of submerged rice. *Plant Cell Environ* 37: 2433-2452.

Wassmann R, NX Hien, CT Hoanh & TP Tuong. 2004. Sea Level Rise Affecting the Vietnamese Mekong Delta: Water Elevation in the Flood Season and Implications for Rice Production. *Clim Change* 66, 89-107.

Winkel A, TD Colmer, AM Ismail & O Pedersen. 2013. Internal aeration of paddy field rice (*Oryza sativa*) during complete submergence importance of light and floodwater O<sub>2</sub>. *New Phytol* 197: 1193-1203.

Winkel A, Pedersen O, Ella E, Ismail AM & Colmer TD 2014: Gas film retention and underwater photosynthesis during field submergence of four contrasting rice genotypes. *J Exp Bot* 65: 3225-3233.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA DE REJEITO DE DESSALINIZADORES EM ÁREAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR.**

**Dias N.S.<sup>1</sup>, A.C.M. Souza<sup>2</sup>, C.S. Fernandes<sup>2</sup>, J.D.A Sarmiento<sup>2</sup>, C.C. Silva Júnior<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900, [nildo@ufersa.edu.br](mailto:nildo@ufersa.edu.br).

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Brasil, 59625-900.

**RESUMO:** As águas subterrâneas é uma alternativa para a segurança hídrica das comunidades rurais do semiárido brasileiro. Entretanto, essas fontes hídricas apresentam, na maioria dos casos, restrições de uso por apresentarem problemas de salinidade. A dessalinização por osmose reversa é um tratamento eficaz e bastante utilizado para reduzir a salinidade dessas águas. Geralmente, cada comunidade dispõe de um poço e, nos casos em que a água é salina, instalam-se dessalinizadores para tornar esta água potável. Entretanto, o método de dessalinização é limitado pelos custos de eliminação do rejeito salino produzido e pelo impacto negativo da sua disposição no ambiente. Visando a redução dos impactos ambientais do rejeito salino, desenvolveu-se um sistema integrado de produção animal e vegetal utilizando o rejeito salino como suporte hídrico. Neste sistema, a água do poço é bombeada para a estação de tratamento por osmose reversa; o rejeito salino será utilizado em viveiro de criação de tilápia (espécie tolerante à água salgada); o efluente da piscicultura, enriquecido em matéria orgânica, será aproveitado para a produção vegetal (horta comunitária, forragem e produção de mudas para reflorestamento) e, finalmente, a forragem produzida, com teor de proteína entre 14 e 18%, será utilizada para a engorda de caprinos e/ou ovinos que, juntamente com a produção de tilápia e hortaliças garantirá a segurança alimentar e nutricional das famílias. As ações do projeto apresentaram possibilidades técnicas do uso 'nobre' do rejeito salino e apontam a viabilidade desse processo para a produção agrícola familiar, com vista à geração de renda e de alimentos em comunidades rurais; além de colaborar significativamente com a gestão participativa das águas residuárias e de contribuir para a conservação ambiental dos recursos solo e água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água salina; reuso; sustentabilidade.

**INTRODUÇÃO:**

As águas subterrâneas é uma alternativa de segurança hídrica para as comunidades rurais do semiárido brasileiro a partir de políticas públicas de perfuração de poços. Entretanto, essas fontes hídricas apresentam, na maioria dos casos, restrições de uso para o consumo humano devido à salinidade. A dessalinização por osmose reversa é um tratamento eficaz e bastante utilizado para reduzir a salinidade dessas águas.

*“Osmose reversa é um processo de separação que ocorre quando duas soluções de concentrações diferentes (por exemplo, água boa e água salgada) são separadas por uma membrana permeável ao solvente e impermeável ao soluto, ou seja, a membrana permitirá a passagem de solvente (água potável), retendo os solutos (concentrado ou rejeito salino).”*

*Esse processo ocorre quando se aplica uma grande pressão sobre este meio aquoso, o que contraria o fluxo natural da osmose.” (Figura 1).*

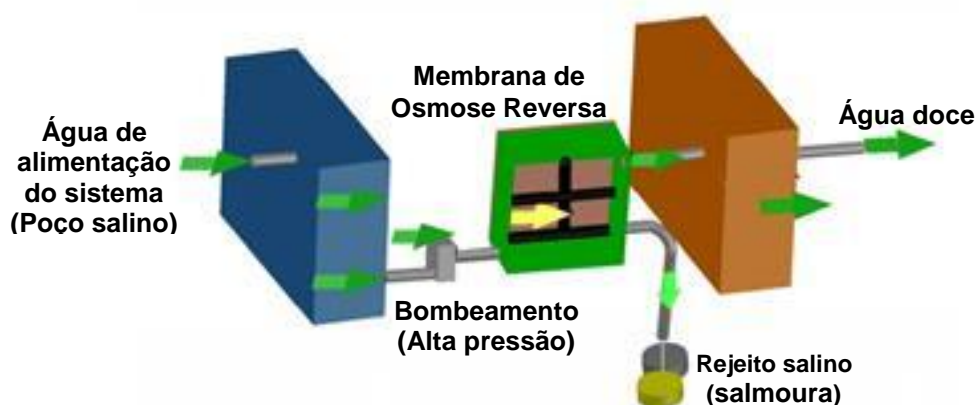


Figura 1. Princípio e etapas da dessalinização da água salina por osmose reversa.

O emprego desta tecnologia reduz as precárias condições do abastecimento hídrico nas comunidades rurais difusas do nordeste do Brasil. Entretanto, no processo de dessalinização, cerca de 60% da água de alimentação do sistema tornam-se potável e, os outros 40% são rejeitos salinos que, quando não descartados adequadamente tem elevado potencial de poluição de rios e solos.

Visando a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte do rejeito salino no solo e a possibilidade de produzir alimentos utilizando o rejeito salino como suportes hídricos desenvolveu-se um projeto de aproveitamento de resíduo em um sistema integrado de produção.

### **DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO NORDESTE BRASILEIRO, DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA SALOBRA E DESTINAÇÃO DO REJEITO SALINO:**

A população mundial continua a aumentar e, estima-se que aumente para cerca de 9 bilhões até 2050 e, serão necessários mais de um bilhão de toneladas de cereais e 200 milhões de toneladas extras de produtos pecuários a cada ano. Este crescimento agrícola deve ser mais forte nos países em desenvolvimento, em que o desafio não é apenas produzir alimentos, mas garantir a soberania alimentar (FAO, 2011).

Para melhorar nutrição da população e reduzir a insegurança alimentar e a subnutrição, especialmente em países em desenvolvimento, faz-se necessário que a produção agrícola futura aumente mais rapidamente do que o crescimento populacional. Isso terá que ocorrer em grande parte das terras agriculturáveis e, essas melhorias ocorrerão, portanto, a partir de uma intensificação sustentável do uso dos recursos naturais, ou seja, o efetivo da água e do solo sem causar danos ambientais.

No semiárido Brasileiro, este problema agrava-se devido à escassez hídrica que ameaçam ainda mais a estabilidade dos recursos hídricos, o qual é historicamente afligida pela escassez de água. A situação mais crítica é a observada na região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, com média inferior a  $1.200 \text{ m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , sendo que em algumas unidades hidrográficas dessa região são registrados valores menores que  $500 \text{ m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (BRASIL, 2007).

Apesar desta deficiência em recursos hídricos superficiais, poderiam ser explorados do subsolo da Região Nordeste, sem risco de esgotamento dos mananciais, pelo menos 19,5 bilhões de metros cúbicos de água por ano, correspondendo a 40 vezes o volume explorado

atualmente. No entanto, a maioria destas águas são salinas (2.000 mg L<sup>-1</sup> em 75% dos casos). Entretanto, Antia (2015) relata que a salinidade da água utilizada na agricultura derivada de fontes subterrâneas, pode variar com o tempo e a disposição de água para os aquíferos subterrâneos e o seu uso na irrigação pode resultar em aumento da salinidade do aquífero à medida que os sais são infiltrados.

Considerando que estes valores de sólidos totais dissolvidos nas águas subterrâneas são duas vezes maiores que os limites máximos permitidos deste parâmetro na água para o consumo humano, de acordo com a Portaria MS nº. 518/2004, os Governos Federal e Estaduais desde meados da década de 1990, têm procurado mitigar este problema por meio da instalação de equipamentos de dessalinização das águas salobras subterrâneas, objetivando a geração de água doce para o abastecimento da população rural no Nordeste. O emprego desta tecnologia acaba por amenizar as precárias condições do abastecimento hídrico nas localidades nordestinas contempladas pelos programas governamentais neste âmbito.

O método de dessalinização predominante é a osmose reversa (Tsiourtis, 2001), com experiências de êxito na maioria das localidades aonde têm sido implantadas devido, principalmente, à simplicidade e à robustez do equipamento, aos baixos custos de instalação e operação, associados à capacidade de tratar volumes baixos ou moderados de água bruta. O uso de dessalinização por osmose reversa tem progredido notavelmente e, o mercado tem sido ampliado consideravelmente e as aplicações também, sendo o aspecto econômico o que limita sua expansão (Juan, 2000).

A dessalinização da água salobra é uma alternativa em todo o mundo, sendo originalmente inventada na antiguidade, embora não tenha sido amplamente utilizado devido a limitações tecnológicas, aos altos custos de capital de implantação e de energia elétrica comparada à aquisição da água convencional (Zotalis et al., 2014). Os avanços tecnológicos nos últimos 40 anos reduziram enormemente o custo de capital e o consumo de energia para que projetos de dessalinização pudessem ser considerados como soluções alternativas para a aquisição de água de boa qualidade (Tsiourtis, 2001). Entretanto, a aceitação de tais projetos ainda é questionada por ambientalistas, políticos, engenheiros e outros grupos da população em questões econômicas, sociais e ambientais.

No entanto, em muitas localidades rurais difusas como, por exemplo, no semiárido brasileiro, os projetos de dessalinização ainda não são de fácil acesso e, também, os custos de manutenção e consumo de energia ainda é relativamente alto. Neste caso, há necessidade de políticas públicas locais para financiamento da construção, manutenção de equipamento e, principalmente, para cobrir o consumo de energia elétrica para funcionamento destes projetos de dessalinização.

Apesar da compreensão pública limitada dos benefícios e desafios ambientais da dessalinização, esta tecnologia pode constituir-se em uma ferramenta concreta de desenvolvimento regional no semiárido brasileiro; entretanto, faz-se necessário que se considerem os riscos ambientais decorrentes, isto porque, no processo de purificação da água salobra por osmose reversa, também, gera-se rejeito salino com concentração salina maior do que a água de alimentação do sistema.

A porcentagem de recuperação sistema depende da eficiência da membrana e da salinidade inicial da fonte hídrica de alimentação da osmose reversa. Estima-se que a taxa de recuperação do sistema é de aproximadamente 60% de rejeito. O descarte de rejeito salino no solo e/ou nos corpos hídricos podem causar a poluição dos solos e da água, cujos impactos potenciais devem ser minimizados.

Deste modo, pelo grande número de estações de tratamento instaladas na região nordeste do Brasil (Oliveira et al., 2017), fazem-se necessários estudos que viabilizem a destinação adequada e o seu uso na agricultura. Algumas alternativas de utilização do rejeito estão sendo estudadas, como o cultivo de espécies halófitas, dentre as quais a erva-sal (*Atriplex nummularia* L.) é uma das mais importantes, que devido ser originária de regiões áridas, o gênero *Atriplex* vem se destacando há algumas décadas, principalmente por conseguir produzir e uma abundante fitomassa, mesmo em ambientes de alta aridez e salinidade, adaptando-se muito bem a regiões com baixas precipitações.

Em geral, nos países desenvolvidos, os rejeitos são descartados nos oceanos; entretanto, outras opções de descartes como: bacias de evaporação, redução de volume do rejeito por plantas aquáticas, bacias de percolação e irrigação de plantas halófitas estão sendo estudadas. Nos EUA a destinação do rejeito é utilizada na irrigação de diversas cultura, mas conforme Mickley (2004), isto requer muita disponibilidade de terra, e normalmente, mistura-se o rejeito com águas boa para diminuir a concentração de sais, ficando limitada pela disponibilidade de água boa para diluição, pelo clima e pelas taxas de absorção do solo. Além disso, áreas de lazer, como gramados, parques e campos de golfe, além de espaços abertos e cinturões verdes de preservação ambiental, podem ser irrigados.

Riley et al. (1997) consideraram o cultivo de plantas halófitas a melhor opção para dispor o rejeito da osmose reversa. Outros autores, como Dubon e Pinheiro (2001) observaram resultados também promissores ao investigar o crescimento da tilápia (*Oreochromis*) em águas de elevada salinidade. Além da piscicultura, a carcinicultura também vem sendo empregada no aproveitamento da água de rejeito.

Outros estudados para opção uso do rejeito da dessalinização é sua utilização na composição da solução nutritiva para o cultivo hidropônico de diversas hortaliças, que surge como uma forma interessante para destinar este resíduo como mostra os resultados de pesquisas de diversos autores (Dias et al., 2010). Os cultivos hidropônicos podem constituir uma vantagem quando se utiliza água salobra, pois neste sistema, inexistente o potencial mátrico, devido ao estado de saturação que as plantas estão submetidas, fato que pode possibilitar o aumento da resposta das culturas à salinidade (Soares, 2006).

Conforme Mickley (2004), a escolha da melhor opção para se dispor o rejeito da dessalinização deve atender, dentre outros fatores, às disponibilidades locais (terra, compatibilidade das águas receptoras e distância), às disponibilidades regionais (geologia, leis estaduais, geografia e clima), ao volume de concentrado, aos custos envolvidos, à opinião pública e à permissibilidade.

Por outro lado, Antia (2015) avalia a viabilidade dos projetos de dessalinização para uso exclusivo na irrigação de culturas e, conclui que devido à flutuação anual da renda da maioria das unidades agrícolas em função das variações climáticas e dos preços das commodities, tornam difícil justificar o investimento de capital necessário para instalar uma unidade de dessalinização por osmose reversa para produzir uma taxa constante de alta qualidade de água dessalinizada. Tchiadje (2007) estudaram estratégias de redução da salinidade da água por meios da dessalinização sobre a produção vegetal como arroz, algodão e pimenta e, concluíram que os rendimentos de culturas aumentam à medida que a salinidade da água foi reduzida e, para muitas culturas, uma diminuição relativamente pequena da salinidade do solo ou da água de irrigação (por exemplo, 0,5 - 5 g L<sup>-1</sup>) é suficiente para aumentar os rendimentos em 25 - 75%. Portanto, uma unidade agrícola pode aumentar substancialmente a lucratividade usando água parcialmente desalinizada.

#### **DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA COM O USO DE REJEITO SALINO NA AGRICULTURA:**

O sistema é composto por um sistema de produção integrado e sustentável: 1) A água salobra do poço é bombeada para a estação de tratamento; 2) O sistema de dessalinização produz a água potável para as famílias e, também, a água residuária (rejeito salmoura ou concentrado); 3) O efluente do dessalinizador é bombeado para tanques de piscicultura para a criação de tilápia – uma espécie que se desenvolve em água salgada que serve de fonte de proteínas para as comunidades, 4) Posteriormente, o efluente da criação de peixes, enriquecido em matéria orgânica, é aproveitado na produção vegetal (horta, essências florestais para revegetação, espécies forrageiras como sorgo - *Sorghum bicolor* L., capim elefante - *Pennisetum americanum* L. e erva sal - *Atriplex nummularia*) e; 5) Por fim, a forragem, com teor médio de proteína bruta entre 14 e 18%, é utilizada para a alimentação e engorda de caprinos e/ou ovinos, fechando assim o sistema de produção ambientalmente sustentável. A produção animal e vegetal garante a segurança alimentar e nutricional das famílias e, ainda a o aumento da renda com a venda do excedente (Figura 2).

É importante ressaltar que, neste sistema de produção, a quantidade de sais não é reduzida, mas a matéria orgânica presente, nutre as plantas e melhora as propriedades físicas e

químicas do solo e, assim, atenua os efeitos negativos dos sais sobre as plantas. Porém, a redução dos sais pode ocorrer com o cultivo a erva sal que, extrai cerca de 1 tonelada de sais por hectare a cada ciclo, impedindo a salinização do solo.

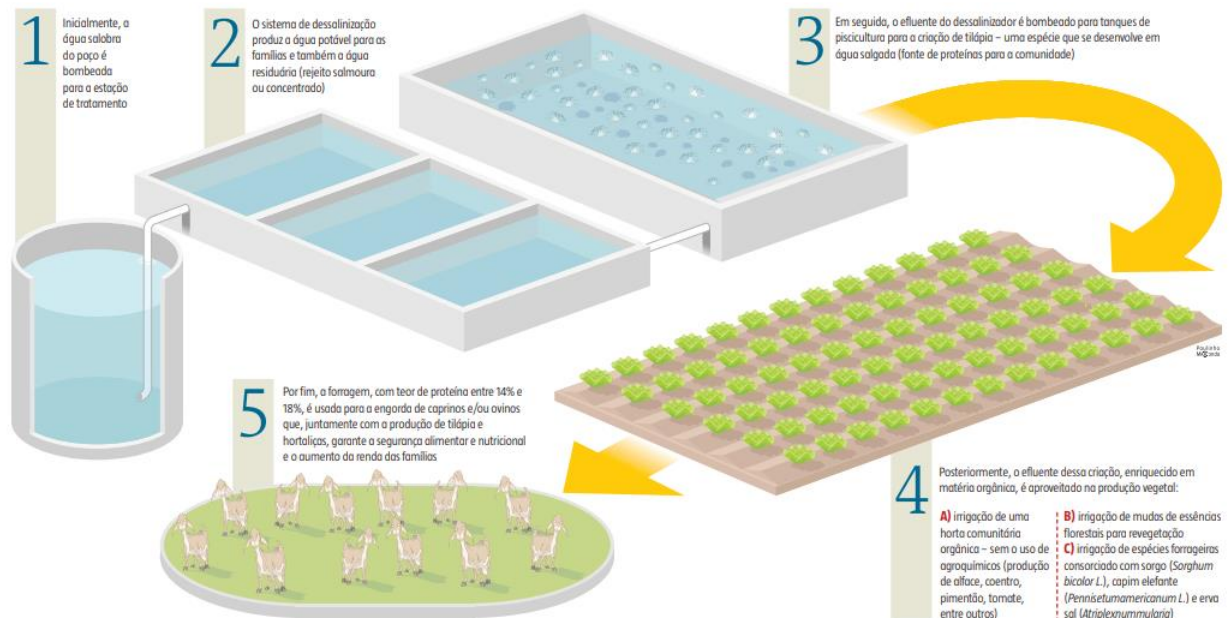


Figura 2. Esquema do sistema integrado de produção utilizando o rejeito salino como suporte hídrico. (Fonte: Revista Ciência e Tecnologia, 2014).

Do ponto de vista econômico, o subsistema criação de peixes ocupa a segunda menor área entre as atividades desenvolvidas nas comunidades estudadas, sendo o mais eficiente entre os subsistemas em relação produtividade e renda familiar (Figura 3).



Figura 3. Sistema integrado de produção utilizando o rejeito da dessalinização da água salobra como suporte hídrico.

A produção de mudas de essência da caatinga e a produção de hortaliças orgânicas utilizando o rejeito salino são viáveis para o fortalecimento da agricultura familiar com maior segurança

ambiental. A planta da erva sal extraiu cerca de 1000 kg de sais por ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, comprovando o seu poder de fitoremediação dos ambientes salinos.

### **CONCLUSÃO:**

O rejeito salino pode ser utilizado como suporte hídrico para a agricultura familiar e gerar renda nas comunidades rurais;

O projeto colabora com a gestão das águas e a soberania alimentar por meio da inovação e da diversidade de atividades desenvolvidas pelas famílias, além de contribuir com a conservação dos recursos solo e água.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Antia DDJ. 2015. Desalination of Water Using ZVI (Fe<sup>0</sup>). *Water* 7: 3671-3831.
- BRASIL. 2007. Agência Nacional de Águas (ANA). Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília, DF: ANA.
- Dias NS, Lira RB, Brito RF, Sousa Neto ON, M Ferreira Neto & AM Oliveira. 2010. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiente* 14: 755-761.
- Dubon JAM & JCV Pinheiro. 2001. Aproveitamento de Águas residuais provenientes de dessalinizadores instalados no Estado do Ceará. *Anais do III Encuentro De Las Aguas*, Santiago, Chile, IICA.
- FAO. 2011. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) - Managing Systems at Risk*; Food and Agricultural Organization of the United Nations and Earth Scan: Abingdon, UK.
- Juan JAMS. 2000. *Desalación de aguas salobres y de mar. Osmose inversa*. Madrid: Mundi Prensa. 395p.
- Mickley M.C. 2004. *Membrane concentrate disposal: practices and regulation*. Denver: U.S. Department of the Interior. (Desalination and Water Purification Research and Development Program Report N.69).
- Oliveira AM, Dias NS, Freitas JJR, DFF Martins & L.N Rabelo. 2017. Avaliação físico-química das águas do processo de dessalinização de poços salobros e salinos em comunidades rurais do oeste potiguar. *Águas Subt* 31: 58-73.
- Revista Ciência & Tecnologia*. 2014. De Vilão A Material Nobre: Projeto da Universidade Federal Rural do Semiárido, em Mossoró (RN), usa o rejeito produzido por dessalinizadores para incrementar a criação de tilápias e gerar renda para comunidades da região.
- Riley JJ, KM Fitzsimmons & EP Glenn. 1997. Halophyte irrigation: an overlooked strategy for management of membrane fraction concentrate. *Desalination* 110: 197-211.
- Soares TM, Silva IJO, SN Duarte & EFF Silva. 2006. Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiente* 10: 730-737.
- Tchiadje NFT. 2007. Strategies to reduce the impact of salt and crops (Rice, cotton and chilli) production: A case study of the tsunamiaffected área of India. *Desalination* 206(3): 524-530.
- Tsiourtis NX. 2001. Desalination and the environment. *Desalination* 141: 223-236.
- Zotalis K, Dialynas EG, N Mamassis & AN Angelakis. 2014. Desalination technologies: Hellenic Experience. *Water* 6: 1134-1150.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**POTENCIAL DE LOS ESPARTILLARES DE LOS BAJOS SUBMERIDIONALES PARA BIOENERGÍA**

**Feldman, S.R.<sup>1</sup> y Dunan, Claudio<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias/CIUNR/IICAR, UNR

<sup>2</sup> Bioceres

**RESUMEN:**

En forma paralela al incremento de demandas de energía, aumentan también las salvaguardas ambientales (bajas emisiones, evitar pérdida de biodiversidad, no competir con alimentos). Ciertos pastizales naturales de especies megatérmicas perennes poseen características, altas tasas de crecimiento en suelos marginales para la producción agropecuaria, capaces de rebrotar y ser resilientes después de disturbios, por lo son opciones aptas para bioenergía. Estudios ecofisiológicos realizados sobre *Spartina argentinensis* fueron la base para una serie de trabajos de investigación sobre la temática. Se pueden obtener pellets aptos para calefaccionar viviendas. Se confirmó que un corte y remoción de vegetación no afectan la diversidad vegetal ni de artrópodos del suelo, sin evidenciar cambios en el carbono del suelo. Se aislaron hongos productores de enzimas ligninolíticas, aptos para pretratamientos necesarios para obtener bioetanol. Sometida a pirolisis, se obtuvieron buenos rendimientos de combustibles líquidos y otros productos de uso industrial. Las pruebas de gasificación mostraron su aptitud para generar syngas apto para hacer funcionar a un generador de electricidad, con rendimientos altos. El modelo propuesto incluye en aprovechamiento ganadero de los rebrotes y períodos de descanso entre cortes para asegurar la perpetuidad del recurso. Aprovechar esa potencialidad de alta producción de biomasa de baja calidad forrajera para bioenergía es una oportunidad de desarrollo con enfoque de sustentabilidad.

**PALABRAS CLAVE: bioenergía, bioeconomía, pastizales, *Spartina***

A partir de la Revolución Industrial, muchas actividades humanas sufrieron una aceleración casi exponencial de su tasa de cambios. Como consecuencia de la invención de la máquina de vapor, surgen los antecesores de las actuales industrias y comienza el desarrollo de los motores a explosión, cuya utilización se incrementará con el aprovechamiento de destilados del petróleo que hasta ese momento eran prácticamente descartados.

Desde hace ya décadas y desde diversos foros, se comienza a hablar de problemas ambientales, uno de los cuales es la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI), en parte atribuida al aumento del consumo de combustibles fósiles. Según el Panel Internacional sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014), existen suficientes evidencias a nivel global que muestran un fuerte vínculo entre las actividades antropogénicas, emisiones de GEI, y la tendencia constante en el aumento de la temperatura. Por consiguiente, organizar la transición energética desde combustibles fósiles hacia energías renovables es uno de los mayores desafíos para la primera mitad del siglo XXI.

Resurgió así el interés por los biocombustibles, que habían acompañado al Hombre desde larga data (por ej.: leña y etanol a partir de la fermentación de distintos sustratos). Químicamente, son alcoholes, ésteres u otros compuestos químicos, un producto directo o indirecto de fotosíntesis acaecida poco tiempo atrás, no medida en tiempo geológico como

en los combustibles fósiles y, por consiguiente, se consideran energías renovables. Los de primera generación son biodiesel o bioetanol y provienen de oleaginosas y de caña de azúcar o maíz, respectivamente. Estas materias primas se usan habitualmente como alimentos, por lo cual su uso genera controversias. Hay alternativas de obtención de biocombustibles que no incluyen materias primas de uso alimenticio directo, tales como aceites usados o el cultivo de plantas no aptas para consumo humano (por ej. *Jatropha curcas*), pero en este caso se compite por el recurso suelo. Usar rastrojos de cultivos para la obtención de bioetanol tiene el efecto negativo de remover nutrientes potenciales para el suelo.

Las materias primas de los biocombustibles de segunda generación, o materiales lignocelulósicos, son cultivos energéticos (*Panicum virgatum*, *Miscanthus* spp., entre otros) y árboles de altas tasas de crecimiento (especies de *Salix* y *Populus*, principalmente). Buscan obtener bioetanol a partir de la celulosa y hemicelulosa, o por algún proceso termoquímico y están en distintas etapas de desarrollo, incluyendo algunas plantas pilotos y otras en funcionamiento. Se utilizan también residuos de industrias agroalimentarias y de podas e industrias madereras en general.

Los pastizales naturales tienen características que permiten considerarlos aptos para bioenergía: altas tasas de crecimiento aun en suelos considerados marginales para la producción agropecuaria, por lo cual no se compite con la producción de alimentos; no requieren labores de implantación por ser especies nativas; por ser especies adaptadas a disturbios (fuego), las yemas basales permiten que el pastizal se regenere, por lo cual no habría pérdida de biodiversidad; y no requieren uso de fertilizantes y pesticidas, por lo cual su balance medioambiental sería superior respecto a la implantación de un cultivo tradicional (Feldman y Weitz, 2009).

Entre los pastizales naturales de la Argentina, se destacan los espartillares de *Spartina argentinensis* Parodi (= *Sporobolus spartinus* (Trin.) P.M. Peterson & Saarela), que ocupan los Bajos Submeridionales y cañadas del centro-sur de Santa Fe (Lewis et al., 1990) y la cuenca de la laguna Mar Chiquita, en Córdoba (Sayago, 1969). El espartillo es la dominante fisonómica de esos ambientes y a pesar de su elevada productividad, tiene baja calidad forrajera. La práctica de manejo frecuente es el fuego prescrito, porque las hojas recién brotadas son tiernas y tienen mayor digestibilidad y contenido de proteínas, pero a menudo se convierten en incendios que afectan a las áreas no objetivo, desde alambrados a viviendas. En la región del "Chaco Húmedo", las estimaciones más serias hechas con imágenes satelitales mencionan que anualmente se queman hasta 2 millones de hectáreas de pastizales (Veron et al., 2012), liberando grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera sin aprovechamiento energético.

Feldman & Lewis (2005) hallaron que el fuego si bien disminuía transitoriamente la abundancia-cobertura de *S. argentinensis*, en el corto plazo (2 años) no determinaba ningún cambio en la biodiversidad, destacando la resiliencia de estas comunidades. En forma paralela, habían constatado que las plantas de *S. argentinensis* se recuperaban rápidamente después del fuego, emitiendo nuevos tallos con lo cual al poco tiempo, no diferían de las plantas testigo (Feldman & Lewis, 2007). Esa alta tasa de crecimiento se debía a que después de un disturbio (fuego o corte), las tasas fotosintéticas eran muy altas, aún bajo condiciones de stress hídrico (Feldman et al., 2004). En función de esta información, desde hace años comenzaron a desarrollarse proyectos de investigación con el objeto de explorar la potencialidad de uso de los espartillares como biomasa para bioenergía.

En un experimento a campo, se determinó la producción y calidad de biomasa de *S. argentinensis* (en función de las fracciones componentes de paredes celulares: celulosa, hemicelulosa y lignina) bajo dos frecuencias de cosechas diferentes (control y cada 6 o 12 meses; n = 4; parcelas 20m x 20m) durante dos años, para evaluar el efecto sobre: (i) biodiversidad de dos taxones: angiospermas y artrópodos el suelo, medidas mediante censos de vegetación (escala Braun Blanquet), o capturas con trampas pitfall, respectivamente; (ii) carbono del suelo; (iii) potencial de producción de bioetanol, usando la Calculadora de Rendimiento Teórico (USDOE, 2009). La cosecha de biomasa no afectó ni la

biodiversidad de los taxones analizados ni el contenido de carbono del suelo. Las fracciones de las paredes celulares se vieron afectadas por el corte, aumentando los tenores de celulosa en detrimento de los de lignina, pese a lo cual no se observaron diferencias significativas en el rendimiento de bioetanol por unidad de superficie puesto que la acumulación de biomasa no difirió en los distintos tratamientos (Sosa *et al.*, 2015).

La obtención de bioetanol, obligatoriamente implica una serie de etapas. Las fibrillas de celulosa y las hemicelulosas están recubiertas por lignina, un polímero aromático heterogéneo que limita la accesibilidad a los polisacáridos. Por lo tanto, obligatoriamente la biomasa debe sufrir pre-tratamientos con el fin de abrir la matriz de lignocelulosa y exponer sus polisacáridos estructurales a la acción de enzimas hidrolíticas. Los clásicos, térmicos o químicos (amonio, ácido, álcalis), tienen alto consumo de energía o son contaminantes, por lo cual muchos investigadores optaron por aislar enzimas hidrolíticas fúngicas. Se compararon pretratamientos químicos (ácido fosfórico y enzimas ligninolíticas comerciales) con sobrenadantes de las especies de hongos nativos *Pycnoporus sanguineus* y *Trametes hirsuta*, aislados por extracción de micelios de basidiocarpos en cámara de flujo laminar. El pretratamiento con sobrenadante de *P. sanguineus* mostró una mayor cantidad de azúcar después de la adición de las enzimas celolíticas, en comparación con el de *T. hirsuta* (38% de hidratos de carbono totales y el 56,8% de celulosa de las plantas). Estos resultados son alentadores teniendo en cuenta el corto período de incubación de hongos (7 días) y el tratamiento previo (2 días) cuando se comparan con otros tratamientos previos biológicos exitosos que requieren tiempos de incubación de 4-6 semanas. La proteína con actividad enzimática estaba presente en el sobrenadante, y la degradación de la lignina permitió alcanzar a cerca de 60% de liberación de glucosa para la fermentación (Larran *et al.*, 2015). Otro enfoque de bioenergía considerado fue obtener pellets de *S. argentinensis*, que pudo lograrse mediante: (i) picado grueso (hasta 5 cm aproximadamente); (ii) picado con malla (25-50 mm y densidad de 66,9 kg m<sup>-3</sup>); y (iii) molido fino (0,2-0,5 mm y densidad de 165 kg m<sup>-3</sup>). No hubo necesidad de agregar aglutinantes para el peletizado y los parámetros físicos del producto obtenido se encontraron dentro de los rangos aceptables para los pellets de mayor calidad (A1) de la Unión Europea (Jozami *et al.* 2013), donde podría utilizarse para calefacción domiciliaria.

Rada Arias *et al.* (2018) estudiaron el rendimiento de la pirolisis (descomposición química por suba abrupta de temperatura, hasta circa 500°C, en ausencia de oxígeno) de *S. argentinensis*, obteniendo: (i) altas producciones de líquidos (bio-oil y tar), que podrán usarse como combustibles, reemplazando a combustibles fósiles y (ii) productos químicos aptos para la industria (ácidos, ésteres, aldehídos, cetonas, alcoholes, furanos y fenol y sus derivados).

La gasificación es una reacción termoquímica que transforma la biomasa en un gas de bajo contenido energético (gas de síntesis) adecuada para la caldera, motor o funcionamiento de la turbina. Se probó gasificar *S. argentinensis* y a partir de ese gas de síntesis, generar electricidad. Se calculó la tasa de retorno energético (TRE: MJ obtenidos por cada MJ invertido), comparando con el sistema argentino (mix argentino), considerando los consumos de diesel de la etapa de campo (desde cosecha hasta llegada de los rollos de *S. argentinensis* a la planta) y los de electricidad de la etapa industrial. Se consideraron rollos de 15% y 38% de humedad. Por cada MWh se obtuvieron 102, 282 y 675 kg de CO<sub>2</sub>eq para los valores de humedad de los rollos y para el mix argentino, respectivamente. La TRE del mix argentino fue 0.35 y 14.93 y 2.07 para los distintos valores de humedad de rollos, remarcando la importancia de lograr rollos compactos de calidad para evitar su humedecimiento durante el almacenaje a campo. El calor generado durante el proceso como "energía aprovechable" podría mejorar los resultados de impacto del producto estudiado, ya que servirían para generar vapor de agua, evitando el consumo de gas en calderas (Jozami *et al.*, 2018).

Nuestro enfoque incluye el aprovechamiento ganadero de los rebrotes de *S. argentinensis*, puesto que tienen mayor palatabilidad y valor nutritivo. A los 78 días de la cosecha de biomasa, el valor de proteína bruta era el doble que en las parcelas testigo (6.8 vs.3.3), cuadruplicando la receptividad de equivalente vaca ha<sup>-1</sup> (Castagnani *et al.*, 2016). Por lo

tanto, proponemos a cortar con el final del invierno y el pastoreo de rotación durante todo el período de primavera-verano. Ahora estamos analizando cuánto tiempo estos periodos de pastoreo y de descanso entre las extracciones de biomasa sucesivas deben estar en orden para mantener la productividad, así como la biodiversidad.

### **Construcción de biorefinería a base de espartillo para la producción de energía eléctrica.**

Tomando como base los trabajos reportados pro Feldman, Jozami y otros investigadores, se realizó un estudio de factibilidad para determinar la posibilidad de establecer una biorefinería para la producción de 3 Mw de energía eléctrica a través de la gasificación *S. argentinensis*. El estudio se realizó en el marco de un acuerdo con el Gobierno de la Provincia de Santa Fe para identificar soluciones económicas sustentables para la región de los Bajos Submeridionales.

**Logística de biomasa.** Con la colaboración de INTA EEA Reconquista, se cosecharon y acondicionaron 3 ton de espartillo en la localidad de Fortín Olmos. Las operaciones realizadas fueron corte, hilerado, y enrollado. Los rollos se transportaron a la planta de gasificación piloto que la empresa Savini SRL tiene en la localidad de Gral Alvear, Provincia de Santa Fe. El espartillo se trituró con una moladora de martillos y se incorporó al proceso de gasificación. Para determinar costos, necesidades de maquinaria y mano de obra, consumo de combustible, y emisiones de carbono se utilizó el Modelo IBSAL (Sokhansnj y col. 2006).

**Transformación de biomasa en planta piloto.** Para la gasificación de espartillo se utilizó la planta piloto con la tecnología PiroFlameGas desarrollada en Italia por PFG SRL y la Universidad La Sapienza, Roma. La tecnología es costo- efectiva para transformar biomasa en gas de síntesis y, posteriormente, inyectar el gas en un genset. La planta piloto pertenece a PFG Argentina creada en 2012 entre PFG Italia e Industrias Savini SRL. Se completaron 18 h de marcha continua de la gasificadora con una generación estable de 100 kw/h y un consumo promedio de 83 kg/h, con un rendimiento de 1,2 Mw/ton de espartillo.

**Resultados.** Se analizaron los impactos financieros, económicos, sociales (mano de obra) y ambientales (emisiones de dióxido de carbono). La inversión necesaria para una biorefinería de 3 Mw es de 9 millones US\$ con TIR de 10-15% de acuerdo a los precios de la energía eléctrica. Se generan 35 empleos nuevos relacionados con la operación de la biorefinería y la logística de biomasa. A partir de 1 ton de espartillo se generan 1,2 Mw/h con la posibilidad de reemplazar 307 L de diesel, que generaría una reducción de 20.000 ton/año de CO<sub>2</sub>.

Siguiendo a Tilman et al. (2009), estamos enfrentando el “trilema” alimentos vs. energía vs. ambiente. Frente a las demandas de alimentos por parte de la sociedad, pasar de cultivos a cultivos energéticos no sería considerada una opción adecuada. Los requerimientos de energía continúan incrementándose y entre los problemas ambientales más serios están el aumento de GEI y contaminación. Nuestro enfoque en usar pastizales naturales para bioenergía y producción de alimentos (producción animal) podría contribuir a la solución de ese trilema, al igual que mejorar la calidad de vida debido al desarrollo de nuevas actividades económicas.

## **BIBLIOGRAFIA**

Castagnani, L.; Jozami, E.; Porstman, J.C., Sacido, M. y Feldman, S.R. 2016. Calidad forrajera del rebrote de “espartillo” (*Spartina argentinensis*) bajo un manejo bioenergético-pastoril. VII Congr. Nac. Asoc. Arg. sobre Manejo de Pastizales Naturales.

Feldman, S.R.; Bisaro, V. & Lewis, J.P. 2004. Photosynthetic and growth responses to fire of the subtropical-temperate grass *Spartina argentinensis* Parodi. Flora 199:491-499.

- Feldman, S.R. & Lewis, J.P. 2005. Effect of fire on the structure and diversity of a *Spartina argentinensis* tall grassland. *Applied Vegetation Science* 8:77-84.
- Feldman, S.R. & Lewis, J.P. 2007. Effect of fire on *Spartina argentinensis* Parodi demographic characteristics. *Wetlands* 27:785-793
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Fifth Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, USA.
- Jozami, E.; Piastrellini, R.; Civit, B.; Feldman, S.R. 2018. Potencial de calentamiento global de la producción de electricidad a partir de *Spartina argentinensis*. VII ENARCIV Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y VI Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica
- Jozami, E.; Shocron A; Portsmann, JC; Feldman, S.R. 2013. Producción de pellets de *Spartina argentinensis* como fuente de energía renovable. VII Jornadas de Ciencia y Tecnología, UNR.
- Larran, A.; Jozami, E.; Vicario, L.; Feldman, S.R.; Podestá, F.E.; Permingeat, H.R. 2015. Evaluation of biological pretreatments to increase the efficiency of the saccharification process using *Spartina argentinensis* as a biomass resource. *Bioresource Technology* 194:320–325
- Lewis, J.P.; Pire, E. F.; Prado, D.E.; Stofella, S.L.; Franceschi, E.A. & Carnevale, N.J. 1990. Plant communities and phytogeographical position of a large depression in the Great Chaco, Argentina. *Vegetatio* 86:25-38.
- Rada Arias E.; Bertero M.; Jozami E.; Feldman S.R.; Sedran U. 2018. Productos sustitutos de hidrocarburos a partir de biomásas de la región litoral. IV Reunión Interdisciplinaria de Tecnología y Procesos Químicos. Carlos Paz.
- Sayago, M. 1969. Estudio fitogeográfico del norte de Córdoba. *Bol. Acad. Nac. de Ciencias, Córdoba* 46:123-427.
- Sokhansanj S, Kumar A, and Turhollow A. 2006. Development and implementation of integrated biomass supply analysis and logistics model (IBSAL). *Biomass and Bioenergy* 30: 838–847.
- Sosa, L. L.; Jozami, E.; Castagnani, L.; Formidábile, M.; Oakley, L.J.; Montero. G.A.; Ferreras, L.A.; Feldman, S.R. 2015. Bioenergía: una alternativa de manejo sustentable para la conservación de la biodiversidad en pastizales naturales. XVII Congreso y XXXV Reunión Anual, Sociedad de Biología de Rosario. Premio Mejor Trabajo Área Agropecuaria.
- Tilman, D.; Socolow, R.; Foley, J.A.; Hill, J.; Larson, E.; Lynd, L.; Pacala, S.; Reilly, J.; Searchinger, T.; Somerville, C.; Williams, R. 2009. Beneficial Biofuels—The Food, Energy, and Environment Trilemma. *Science* 325:270-271
- Verón, S.R., Jobbágy, E.G., Di Bella, C.M., Paruelo, J.M., Jackson, R.B. 2012. Assessing the potential of wildfires as a sustainable bioenergy opportunity. *GCB Bioenergy* 4, 634-641.
- USDOE. 2009. [http://1.eere.energy.gov/biomass/ethanol\\_yield\\_calculator.htm](http://1.eere.energy.gov/biomass/ethanol_yield_calculator.htm)



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**MECANISMOS ANTIOXIDANTES INVOLUCRADOS EN EL CONTROL DEL  
CRECIMIENTO DE RAÍCES DE *Vigna unguiculata* BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS  
SALINO**

**Lima J.S.<sup>1</sup>, J.M. Maia<sup>2</sup>, A.F. Silva<sup>3</sup>, P.O.C. Costa<sup>4</sup>, J.A.G. Silveira<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Estudiante de maestría del Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Rua Domitila Cabral de Castro S/N, Sala: 310, Campina Grande, PB, Brasil

<sup>2</sup> Profesor de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Rua Domitila Cabral de Castro S/N, Sala: 310, Campina Grande, PB, Brasil – jmouram@uepb.edu.br

<sup>3</sup> Doutorado del Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rodovia PB 079 - Km 12 – Areia, PB, Brasil

<sup>4</sup> Laboratório de Tecnologias da Produção Vegetal, UEPB, Sítio Cajueiro, S/N, Zona Rural, Catolé do Rocha, PB, Brasil

<sup>5</sup> Profesor Titular del Dpto Bioquímica e Biología Molecular da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici Bloco 907, Fortaleza, CE, Brasil.

**RESUMEN:** El presente estudio propone una explicación acerca de la función del metabolismo antioxidativo en el control del crecimiento de raíces de *Vigna unguiculata* bajo condiciones de estrés salino. Una comparación previa fue realizada entre dos cultivares considerados contrastantes en cuanto a la sensibilidad al estrés salino. Se ha comprobado que, posiblemente, diferentes cultivares presentan diferencias mínimas en cuanto a la respuesta antioxidante enzimática. En todos los experimentos no se detectaron daños oxidativos relacionados con la peroxidación de lípidos. Este hecho posiblemente indica que el efecto iónico del estrés salino no causa daños oxidativos aparentes en los lípidos de membranas de *V. unguiculata*. Sin embargo, una explicación plausible para las respuestas del metabolismo antioxidante al estrés salino puede estar relacionada a una parcial respuesta hipersensible. La comprobación de este hecho se relaciona a cambios en la oxidasa de NADPH de membrana, dismutasa de superóxido de apoplasto y peroxidasa de fenoles de pared, además de las actividades enzimáticas totales. Estas enzimas presentaron un aumento de actividad precedido de una explosión oxidativa. Se verificó también una supuesta participación del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como indicador celular de estrés y coadyuvante en la lignificación de la pared. La actividad de peroxidasa de pared celular también fue descrita como participante de la regulación del crecimiento celular.

**PALABRAS CLAVE:** *Vigna unguiculata*, salinidad, estrese oxidativo.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**LOTUS SPP COMO MODELO DE ESTUDIO DE MEJORAS EDÁFICAS,  
PRODUCTIVAS Y AMBIENTALES.**  
**LA PAMPA DEPRIMIDA DEL SALADO: UN OBJETIVO DE RELEVANCIA**

**Campestre M.P.<sup>1</sup>; Antonelli C.<sup>1</sup>; Bailleres, M.<sup>2</sup>, Nieva, S.<sup>1</sup>; Maguire V.<sup>1</sup>; Escaray, F.J.<sup>1,3</sup>; Perea García, A.<sup>1,3</sup>; Carrasco, P.<sup>3</sup>; Calzadilla P.<sup>1</sup>; Paolucci, F.<sup>4</sup>; Bordenave C.<sup>1</sup>; Garriz, A.<sup>1</sup>; Sansberro P.<sup>5</sup>; Espasandín F.<sup>5</sup>; Menéndez, A.<sup>6</sup>; Ruiz, O.A.<sup>1\*</sup>.**

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Chascomús (INTECH) Argentina;

<sup>2</sup> INTA-MAA Chacra Experimental Integrada de Chascomús (CEICh) Argentina;

<sup>3</sup> Universidad de Valencia. España.

<sup>4</sup> IBBR-CNR. Perugia. Italia,

<sup>5</sup> Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), Argentina.

<sup>6</sup> Departamento de la Biodiversidad y Biología. Facultad de las Ciencias Exactas y Naturales. UBA. Argentina

**RESUMEN**

La "Pampa Deprimida del Salado" (PDS) es el área de cría de ganado más importante de la Argentina. Casi el 60% de su superficie, está dominada por suelos afectados por sales y alcalinidad. Con el fin de hacer frente a esta limitación, los productores ganaderos han utilizado especies vegetales forrajeras no nativas (pero naturalizadas eficientemente) como el *L. tenuis* (ex *L. glaber*), la cual puede considerarse un caso de invasión biológica muy efectiva, beneficiosa y singular, a poco más de 50 años de su introducción. La interseembra de *L. tenuis* mejora la producción de forraje en zonas edáficas marginales para la agricultura, habiéndose demostrado que genera un incremento del contenido de materia orgánica y de los niveles de N.

En nuestro grupo de trabajo realizamos un análisis integrado de las modificaciones que se producen mediante la implantación de esta leguminosa, en procura de una mejor comprensión del exitoso proceso de naturalización, lo cual realizamos a través del estudio de la biodiversidad microbiana, las modificaciones en las características físicas y químicas del suelo y su potencial impacto en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). A ello sumamos diversos estudios de identificación, selección y evaluación de los principales determinantes fisiológicos, morfológicos y genéticos asociados con rasgos agronómicos de interés, buscando establecer su correspondencia con la tolerancia a estreses bióticos y abióticos y con el contenido de Taninos Condensados (TC).

En definitiva, nuestros estudios tienen como objeto tecnológico el Sector Agroindustria, ya que las aplicaciones de sus resultados incidirían sobre la producción de agroalimentos, a través del mejoramiento de una especie vegetal considerada *Keystone*, y también en mejoras de la sanidad animal, en la validación de criterios de inocuidad en carnes de origen animal y en una significativa contribución en el desarrollo económico sustentable de la región.

**PALABRAS CLAVE:** *Lotus spp*, Pampa Deprimida del Salado, Taninos Condensados y áreas edáficas marginales para la agricultura.

## INTRODUCCIÓN

El género *Lotus* está incluido en la familia *Fabaceae*, la tercera más grande entre las *Angiospermas*. Esta familia posee una gran diversidad biológica, con aproximadamente 720 géneros y más de 18.000 especies en todo el mundo. Las especies de leguminosas del género *Lotus spp* poseen beneficios relativos a partir de sus reconocidas y efectivas simbiosis con micorrizas (Sannazzaro *et al*, 2004) y con bacterias fijadoras de nitrógeno (Estrella *et al*, 2009). Las ventajas comparativas de las leguminosas las convirtieron en actores relevantes en sistemas agrícolas sustentables y en la revegetación, restauración y/o remediación de áreas edáficas marginales y/o contaminadas (Escaray *et al* 2010; 2012). El género *Lotus* se ha utilizado históricamente en el Cono Sur de América, con el objetivo de mejorar las pasturas. *Lotus corniculatus*, *L. tenuis*, *L. uliginosus* y *L. subbiflorus* han sido las especies del género más ampliamente difundidas como forraje. Simultáneamente, los planes de mejoramiento han aprovechado a la especie modelo *L. japonicus* para promover y evaluar, novedosos criterios de mejora.

En Argentina, una de las áreas con mayor importancia en la introducción de especies forrajeras del género ha sido la Cuenca del Río Salado, región muy plana, constantemente afectada por periodos de inundación/sequía, y con presencia de suelos de mala calidad afectados por elevadas concentraciones de sales y elevados valores de pH. Estas condiciones determinan que la comunidad vegetal está conformada por especies con escaso valor forrajero y presencia escasa de leguminosas, lo que conlleva a la necesidad de identificar y mejorar especies forrajeras leguminosas adaptadas a estos estreses ambientales. Por otra parte, las prácticas económicas de la región, han sufrido cambios notables en las últimas décadas, debido principalmente al avance de la agricultura en reemplazo de las pasturas, lo que ha determinado que la actividad pecuaria se haya desplazado a zonas marginales, con poco aporte de forraje. En este contexto, el *L. tenuis*, adaptado exitosamente a estos ecosistemas representa una alternativa valorada por productores y académicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas, el pre-tratamiento de las mismas, las técnicas de inoculación y la composición de las soluciones nutricionales empleadas fueron las usualmente utilizadas en nuestro laboratorio (Sannazzaro *et al* 2004, 2006, 2007; Estrella *et al* 2009; Escaray *et al* 2014; Calzadilla *et al* 2016a, b). Las condiciones de estrés salino, alcalino y mixto evaluadas fueron realizadas de acuerdo a lo descrito previamente (Echeverría *et al* 2008, 2013; Paz *et al* 2014a, b; Babuin *et al* 2014). Las condiciones de estrés por sometimiento a temperaturas subóptimas y anegamiento fueron realizadas de acuerdo a los protocolos optimizados en nuestro laboratorio (Calzadilla *et al* 2016a, b; Calzadilla *et al* 2019, Antonelli *et al* 2019). Los sistemas de evaluación de estrés biótico e interacciones con microorganismos fueron realizados de acuerdo a los protocolos optimizados en el INTECh (Bordenave C. *et al* 2013; Castagno *et al*, 2011, 2014; Campestre *et al* 2016). Los estudios metabolómicos, moleculares y de secuenciamiento de microorganismos y plantas fueron realizados en servicios de terceros de acuerdo a lo detallado previamente (Bordenave *et al* 2017; Calzadilla 2016 a, b; Escaray *et al* 2014, 2017; Nieva *et al* 2016, 2018). Los protocolos de transgénesis y análisis de materiales obtenidos fueron realizados en el Instituto de Botánica de Nordeste (IBONE). (Espasandin *et al* 2010, 2018).

## ESTRÉS ABÍOTICO

El estrés alcalino se relaciona con la presencia de sales alcalinas ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y/o  $\text{NaHCO}_3$ ) en el suelo, mientras que el estrés salino se relaciona únicamente con la presencia de sales neutras tales como  $\text{NaCl}$  o  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . El estrés salino ha sido evaluado con mayor frecuencia en nuestro laboratorio (Sannazzaro *et al* 2006, 2007; Echeverría *et al* 2008),



que la alcalinidad, la cual representa quizás, la principal limitación de la región (Paz *et al* 2014 a). Asimismo, hemos evaluado el estrés mixto salino-alcalino, y la influencia de endofitos sobre su mitigación (Paz *et al* 2014 b; Castagno *et al* 2014; Campestre *et al* 2016). Las sales alcalinas por lo general, tienen un efecto más severo sobre el crecimiento de plantas. Ello se debe en parte a que cuando la salinidad del suelo es alta y/o el pH es 8,5 o superior, una serie de micronutrientes tales como P, Fe y Zn se vuelven deficientes, lo que conlleva a una expresión diferencial de numerosos genes que intentan mitigar estas deficiencias (Paz *et al*, 2014b). Asimismo, hemos evaluado los cambios en la morfología de la raíz, la cual se relaciona directamente con la productividad. Bajo nuestras condiciones de estudio, se encontraron diferencias evidentes en la morfología del sistema radicular de *L. tenuis* en función del tratamiento de estrés por salinidad (Echeverría *et al* 2008) y las sales neutras y alcalinas produjeron un efecto perjudicial sinérgico. Además, pudo observarse que la sal neutra, sola o en concentraciones equimolares con NaHCO<sub>3</sub>, determinó una acumulación significativa de Na<sup>+</sup> en la hoja lo que co-existe con una reducción en la concentración de K<sup>+</sup>. Por el contrario, en las plantas tratadas únicamente con NaHCO<sub>3</sub> pudo observarse que los niveles de Na<sup>+</sup> y la relación de Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> permanecieron sin cambios. Asimismo, pudo determinarse que la longitud total de la raíz se redujo por la adición de NaCl, mientras que no se vio afectada por la alcalinidad, independientemente de la presencia de la sal neutra. La raíz frente a la alcalinidad (sola o en presencia de sales neutras) adquiere una estructura de “*espina de pescado*”. Interesantemente, no se observó similar tendencia cuando se evaluó solo con sales neutras (Paz *et al* 2014a). Complementariamente hemos evaluado el estrés alcalino de los ecotipos de la especie modelo *L. japonicus* Gifu B-129 y MG-20 y el transcriptoma global de las plantas sometidas a 10 mM NaHCO<sub>3</sub> durante 21 días. La evaluación del crecimiento de la planta, los parámetros de intercambio de gases, el análisis de la fluorescencia transitoria de la clorofila (OJIP) y la homeostasis de metales, fundamentó la noción de que el ecotipo MG-20 presenta un nivel de tolerancia superior al estrés alcalino que el ecotipo Gifu B-129, lo cual también tuvo una cierta correlación en la expresión de genes (Babuín *et al*, 2014). Asimismo, también en la especie modelo hemos estudiado la aclimatación a temperaturas sub-óptimas, permitiéndonos identificar y clasificar 1077 genes expresados diferencialmente, siendo interesante el hecho de que muchos de los genes con expresión reducida se relacionan con el proceso de fotosíntesis y el desarrollo del cloroplasto (Calzadilla *et al*, 2016 a, b). Complementariamente hemos evaluado el proteoma de cloroplastos en genotipos sometidos a esta situación de estrés, validándose algunas de las hipótesis que habíamos desafiado. (Calzadilla *et al*, 2019).

### **ESTRÉS BIOTICO**

Asimismo, entendemos que es necesaria una mejor comprensión de las respuestas de defensa desplegada por las plantas leguminosas del género *Lotus spp* contra los patógenos, y el desarrollo de estrategias eficaces de control de sus enfermedades. Con ese objetivo evaluamos el fenotipo y la expresión de genes en la interacción entre dos genotipos de *L. japonicus* (Gifu B-129 y MG-20) y *Pseudomonas syringae tomato*, demostrándose diferencias fenotípicas muy contrastantes. También hemos sido capaces de reconocer un gran número de transcritos expresados diferencialmente con alta homología con los genes de defensa conocidos en otras especies vegetales, dejando en evidencia que constituye un patosistema útil para estudios de los mecanismos de defensa de leguminosas (Bordenave *et al* 2013).

### **TANINOS CONDENSADOS**

Asimismo, también ha sido de nuestro interés el estudio de los taninos condensados como elementos de significancia en el incremento de la calidad nutricional en la dieta

bovina y en la preservación del medio ambiente ganadero (Escaray *et al*, 2012b, 2014, 2017). Debido a que el *L. tenuis* carece de niveles significativos foliares de estos compuestos del metabolismo secundario, fue necesario buscar estrategias alternativas de mejora. Teniendo en cuenta esto, recuperamos una población silvestre, diploide de *L. corniculatus* y con elevadas concentraciones foliares de PA y evaluamos que la misma podía ser cruzada exitosamente con germoplasma argentino naturalizado. El híbrido interespecífico resultante presenta rasgos destacados de importancia agronómica, como la producción de rizomas, los niveles de PA foliares suficientes para prevenir el “timpanismo” (alrededor de 5 mg de PAs/g DW) y un elevado potencial de tolerancia a los estreses ambientales que caracterizan a las tierras marginales para la agricultura (Escaray *et al* 2014, 2019; Antonelli *et al* 2019). Este material representa el primer ejemplo de la introgresión de los taninos condensados en leguminosas forrajeras a los niveles conocidos para proporcionar beneficios nutricionales y de salud para los rumiantes e introduce un nuevo concepto de producción de forrajes para la región

### **PERSPECTIVAS**

Actualmente nuestro laboratorio está aumentando el conocimiento sobre la diversidad microbiana (endofitos y simbioses) asociadas a las especies de *Lotus* y es de nuestro interés profundizar la evaluación de su relación con el secuestro de C y en el ciclo del N (Campestre *et al*, manuscrito en preparación). Los temas objeto de valoración son los cambios físicos, químicos y microbiológicos en los suelos causados por intersiembra de *L. tenuis* en las praderas de la Cuenca del Río Salado y en la productividad. Por otra parte, los posibles genes implicados en la tolerancia al estrés biótico y abiótico en el *L. japonicus* y especies forrajeras, son actualmente objeto de evaluación mediante la secuenciación de ARN de alto rendimiento y los enfoques transgénesis (Espasandín *et al*, 2010, 2014). Otros objetivos incluyen la mejor comprensión de las bases moleculares de la biosíntesis de taninos condensados en *Lotus spp* (Escaray *et al* 2017) y el papel de estos metabolitos secundarios en la mitigación de GEI y su extrapolación a escalas regionales. Por último, estamos interesados en colaborar con la creación de un grupo de trabajo internacional para coordinar la futura transferencia del conocimiento obtenido a otros ambientes marginales y evaluar la incidencia y el potencial biotecnológico del género *Lotus spp* en las actividades de restauración y recuperación de los mismos.

### **CONCLUSIONES:**

Existe aún un amplio margen de desarrollo e investigación (variedades y bioinsumos) para las leguminosas del género *Lotus spp*, (Uchiya *et al* 2016) que contribuya al desarrollo de pastizales en áreas edáficas marginales de la Pampa Deprimida del Salado (y otras regiones) complementando las técnicas a bajo costo (Bailleres, Tesis Doctoral en redacción), para la promoción y conservación del recurso forrajero en el sector ganadero de la región.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Antonelli CJ; Calzadilla PI; Vilas JM; Campestre MP; Escaray FJ & Ruiz OA. 2019. Physiological and anatomical traits associated with tolerance to long-term partial submergence stress in the *Lotus* genus: responses of forage species, a model and an interspecific hybrid. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 205: 1. 65 - 76.

Babuín MF; Campestre MP; Rocco RA; Bordenave C; Escaray FJ; Antonelli C; Calzadilla P; Gárriz A; Serna E; Carrasco Sorlí P; Ruiz OA & Menéndez AB. 2014. Response to long-term NaHCO<sub>3</sub>-derived alkalinity in model *Lotus japonicus* ecotypes Gifu B-129 and Miyakojima MG-20: Transcriptomic profiling and physiological. *PLOS ONE*. vol.9 n°. p97106 - 97107. ISSN 1932-6203.

Bordenave C; Rocco R; Babuin MF.; Campestre MP; Escaray FJ; Antonelli CJ; Garriz A; Carrasco Sorli, P; Ruiz OA & Menéndez AB. 2017. Characterization of the primary metabolome during the long-term response to  $\text{NaHCO}_3$ -derived alkalinity in *Lotus japonicus* ecotypes GIFU B-129 and MIYAKOJIMA MG-20. *Acta Physiologiae Plantarum*. 39: 76 - 82.

Bordenave CD, Escaray FJ, Menendez AB, Serna E, Carrasco Sorli P, Ruiz, OA & Gárriz A. 2013. Defense responses in two ecotypes of *Lotus japonicus* against Non-Pathogenic *Pseudomonas syringae*. *PLOS ONE*. Volume 8. Issue 12. e83199.

Calzadilla PI, Maiale SJ, Ruiz OA & Escaray FJ. 2016a. Transcriptome response mediated by cold Stress in *Lotus japonicus*. *Frontiers in Plant Science*. Vol:7. Article 374 doi: 10.3389/fpls.2016.00374.

Calzadilla PI, Signorelli S, Escaray FJ, Menéndez AB, Monza J, Ruiz.OA & Maiale SJ. 2016b. Photosynthetic responses mediate the adaptation of two *Lotus japonicus* ecotypes to low temperature. *Plant Science*. 250: 59-68

Calzadilla PI; Vilas JM; Escaray FJ; Unrein F; Carrasco P & Ruiz OA. 2019. The increase of photosynthetic carbon assimilation as a mechanism of adaptation low temperature in *Lotus japonicus*. *Scientific Reports*. 9. 1-15.

Campestre MP; Castagno LN; Estrella MJ & Ruiz OA. 2016. *Lotus japonicus* plants of the Gifu B-129 ecotype subjected to alkaline stress improve their  $\text{Fe}^{2+}$ -bio-availability through inoculation with *Pantoea eucalypti* M91. *Journal of Plant Physiology* 192: 47–55.

Castagno LN, Estrella MJ, Sannazzaro AI, Grassano AI & Ruiz OA. 2011. Phosphate-solubilization mechanism and *in vitro* plant growth promotion activity mediated by *Pantoea eucalypti* isolated from *Lotus tenuis* rhizosphere in the Salado River Basin (Argentina). *Journal of Applied Microbiology*. 110:1151-1165.

Castagno LN; Garcia IV; Sannazzaro AI; Bailleres MA; Ruiz OA; Mendoza RE; Estrella MJ. 2014. Growth, nutrient uptake and symbiosis with rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi in *Lotus tenuis* plants fertilized with different phosphate sources and inoculated with the phosphate-solubilizing bacterium. *Pantoea eucalypti* M91. *Plant and Soil* 385: 357 - 371.

Echeverría M, Sannazzaro AI, Ruiz OA & Menéndez AB. 2013. Modulatory effects of *Mesorhizobium tianshanense* and *Glomus intraradices* on plant proline and polyamine levels during early plant response of *Lotus tenuis* to salinity. *Plant and Soil*. 364: 69-79.

Echeverría M, Scambato AA; Sannazzaro AI, Maiale SJ Ruiz OA & Menéndez AB. 2008. Phenotypic plasticity with respect to salt stress response by *Lotus glaber*: the role of its AM fungal and rhizobial symbionts. *Mycorrhiza*. 18: 317-329.

Escaray FJ, Collado Rosique FJ, Scambato AA, Bilenca D, Carrasco Sorlí PM, Matarredona AV, Ruiz OA & Menéndez AB. 2010. Evaluation of a technical revegetation action performed on foredunes at the Valencian Devesa de la Albufera, Valencia, Spain. *Land Degradation and Development*. 21: 239-247.

Escaray FJ, Gárriz A, Estrella MJ, Pieckenstain FL, Castagno LN, Carrasco-Sorli P, Sanjuan J & Ruiz OA. 2012. Ecological and agronomic importance of the plant genus *Lotus*. It's application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils. *Plant Science*. 182: 121-133.

Escaray FJ, Passeri V, Babuin FM, Marco F, Carrasco-Sorli P, Damiani F, Pieckenstain FL, Paolocci F & Ruiz OA. 2014. *Lotus tenuis* x *L. corniculatus* interspecific hybridization as a means to breed bloat-safe pastures and gain insight into the genetic control of proanthocyanidin biosynthesis in legumes. *BMC Plant Biology*, 14:40. 1-18.

Escaray FJ; Passeri V; Perea Garcia A; Antonelli CJ; Damiani F; Ruiz OA & Paolocci F. 2017. The R2R3-MYB TT2B and the BHLH TT8 genes are the major regulators of proanthocyanidin biosynthesis in *Lotus* species. *Planta*. 246: 243 - 261.

- Escaray FJ; Antonelli CJ; Carrasco P & Ruiz OA. 2019. Interspecific hybridization improves the performance of *Lotus spp.* under saline stress. *Plant Science*. 283: 202-210.
- Espasandín FD, Collavino MM, Luna CV, Paz RC, Tarragó J R, Ruiz OA, Mroginski L A & Sansberro PA. 2010. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of *Lotus tenuis* and regeneration of transgenic lines. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*.102: 181-189.
- Espasandín, FD; Calzadilla PI; Maiale SJ; Ruiz OA & Sansberro PA. 2018. Overexpression of the arginine decarboxylase gene improves tolerance to salt stress in *Lotus tenuis* plants. *Journal of plant growth regulation*. 37:1.156-165.
- Estrella MJ, Muñoz S, Soto MJ, Ruiz OA & Sanjuan J. 2009. Genetic diversity and host range of rhizobia nodulating *Lotus tenuis* in typical soils of the Salado River Basin (Argentina). *Applied and Environmental Microbiology*. 75: 1088-1098.
- Nieva AS; Bailleres MA; Corriale MJ; Llamas ME; Menéndez AB & Ruiz OA. 2016. Herbicide-mediated promotion of *Lotus tenuis* (Waldst. & Kit. ex Wild.) did not influence soil bacterial communities in soils of the Flooding Pampa, Argentina. *Applied Soil Ecology* 98: 83–91.
- Nieva, AS; Bailleres MA; Llamas ME; Taboada MA; Ruiz OA & Menéndez AB. 2018. Promotion of *Lotus tenuis* in the flooding pampa (Argentina) increases the soil fungal diversity. *Fungal Ecology*.33: 80 – 91.
- Paz, RC; Reinoso, H; Espasandín, FD; González Antivilio, FA; Sansberro, PA; Rocco, RA; Ruiz, OA & Menéndez, AB. 2014a. Alkaline, saline and mixed saline-alkaline stresses induce physiological and morfo-anatomical changes in *Lotus tenuis* shoots. *Plant Biology*. 16: 1042-1049.
- Paz, RC; Rocco, RA; Jiménez Bremont, JF; Rodríguez Kessler, M; Becerra Flora, A; Menéndez, AB & Ruiz, OA. 2014b. Identification of differentially expressed genes potentially involved in the tolerance of *Lotus tenuis* to long-term alkaline stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 82:279 - 288.
- Sannazzaro AI, Bergottini VM, Paz RC, Castagno LN, Menéndez AB, Ruiz OA, Pieckenstain FL & Estrella MJ. 2011. Comparative symbiotic performance of native rhizobia of the Flooding Pampa and strains currently used for inoculating *Lotus tenuis* in this region. *Antonie van Leeuwenhoek Journal of Microbiology*. 99:371-379.
- Sannazzaro AI, Ruiz OA, Albertó E & Menéndez AB. 2004. Presence of different arbuscular mycorrhizal infection patterns in roots of *Lotus glaber* plants growing in the Salado River basin. *Mycorrhiza*. 14: 139-142.
- Sannazzaro AI; Echeverría M, Albertó E, Ruiz OA & Menéndez AB. 2007. Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 45. 39-46.
- Sannazzaro AI; Ruiz OA, Albertó E & Menéndez AB. 2006. Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. *Plant and Soil*. 285: 279-287.
- Uchiya P; Escaray FJ; Bilenca D, Pieckenstain FL; Ruiz OA & Menéndez AB. 2016. Salt effects on functional traits in model and economically important *Lotus* species. *Plant Biology*. 18: 703-709.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **DISTRIBUCION DE SUELOS AFECTADOS POR SALES EN ARGENTINA**

**Rodríguez D.M.<sup>1</sup>, G.A. Schulz<sup>1</sup>, L.M. Tenti Vuegen<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Instituto de Suelos, CIRN, INTA. Nicolas Repetto y de los Reseros s/n (1686) Hurlingham, provincia de Buenos Aires – rodriguez.dario@inta.gob.ar.

**RESUMEN:** Los suelos afectados por sales se encuentran distribuidos en gran parte del territorio nacional. A partir del material cartográfico provisto por el Atlas de suelos de la República Argentina, se propone individualizar, realizar la actualización taxonómica según la última versión de las claves del sistema Soil Taxonomy y representar la distribución de los suelos afectados por sales reconocidos en el país. Para esto se seleccionó el nivel taxonómico Suborden, utilizado en la publicación referida y se caracterizan muy brevemente los Ordenes de suelo, asignando a cada Orden los Subórdenes con características salinas que se reconocen.

**PALABRAS CLAVE:** Cartografía, suelos salinos.

### **INTRODUCCION:**

Los relevamientos sistemáticos de suelos comienzan en la Argentina en la década 1950-1960, a cargo principalmente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Como el país no disponía hasta ese momento de un sistema adecuado para clasificar sus suelos, el denominado “Plan Mapa de Suelos” llevado a cabo por INTA a partir de 1964 adopta como propio el sistema desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Dicho plan dio impulso, por un lado, a la formación de recursos humanos especializados, y por otro a la producción de cartografía de suelos semidetallada (escalas 1:50.000 y 1:100.000) en la región central del país (Morrás, 2003).

Posteriormente, se publican mapas nacionales y provinciales a escala de reconocimiento entre los que destacan el Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires (SAGyP-INTA, 1989) y el Atlas de Suelos de la República Argentina (SAGyP-INTA, 1990). Ambos emplean el sistema de clasificación de suelos propuesto por el USDA, que para ese entonces ya había sido adoptado en el país por la mayoría de las universidades y otros organismos públicos de investigación. Las publicaciones fueron realizadas utilizando la versión del sistema denominado Soil Taxonomy (ST) correspondiente a 1975 (Rodríguez et al., 2019).

Para esta contribución, se utilizó la base cartográfica del citado Atlas de Suelos, junto con la información contenida en dicha publicación. Para la presentación del mapa, se utilizó la categoría Orden, que es la más alta que dispone el sistema ST (Figura 1). Es importante aclarar que el mapa (figura 1) presentado, está compuesto por áreas (polígonos), que incluyen usualmente dos o tres suelos asociados en su composición, pero para la representación, únicamente se indica el suelo dominante de dicho polígono. La información original provista por el Atlas fue actualizada a la última versión disponible de las claves del Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014).

A continuación, se describen muy brevemente los Órdenes y Subórdenes de suelo identificados en el país de acuerdo al sistema ST, haciendo énfasis en aquellos que poseen representantes con características salinas y alcalinas.

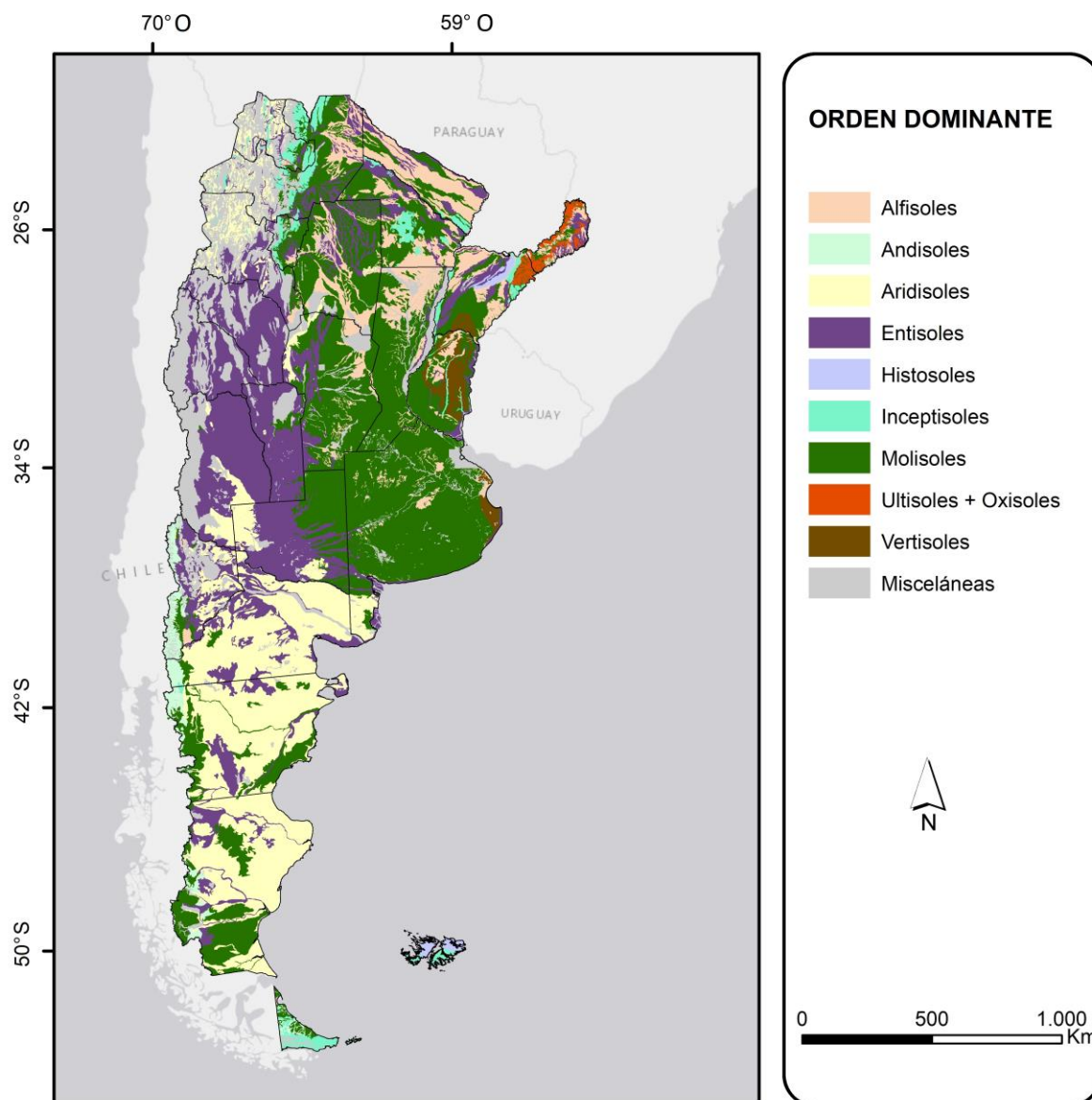


Figura 1: Mapa de Ordenes de suelo dominantes de la Argentina.

### Alfisoles

Los suelos que pertenecen al Orden Alfisol tienen como principal característica la presencia de un horizonte subsuperficial enriquecido en arcillas. En superficie, usualmente poseen un horizonte ócrico de color claro, pobre en materia orgánica o de poco espesor (Soil Survey Staff, 2015). Estos suelos evolucionan en diferentes climas y a partir de materiales parentales de diverso origen, pero se los encuentra con mayor frecuencia en regiones templadas, donde las precipitaciones son abundantes y sobre superficies estables donde afloran materiales relativamente jóvenes. Los Subórdenes de Alfisoles difieren por las variadas condiciones climáticas y de humedad de suelo presentes en las zonas donde se desarrollan. En Argentina, donde ocupan algo más del 8 % de la superficie del país, se reconocen representantes de los cinco Subórdenes descritos para el Orden: Acualfes, Crialfes, Udalfes, Ustalfes y Xeralfes. Todos los Subórdenes citados poseen representantes con características salinas y alcalinas, entre los que se destacan por su representatividad los pertenecientes al gran grupo de los Natracuafes.

### Andisoles

El Orden Andisol incluye suelos que poseen propiedades ándicas. Estas propiedades se

producen como resultado de la meteorización de materiales parentales de origen volcánico, aunque no exclusivamente (Soil Survey Staff, 2014). Se trata de uno de los órdenes donde el material parental determina en gran parte el desarrollo y las características del perfil: son suelos fértiles, donde la capacidad de intercambio catiónico posee valores generalmente elevados y baja densidad aparente. En Argentina, los suelos pertenecientes a este Orden ocupan menos del 2 % de la superficie y evolucionan en el oeste y sur del país, mayormente en ambientes cordilleranos y sectores de las sierras subandinas. El Orden Andisol está representado en el país por los Subórdenes Acuandes, Criandes, Torrandes, Xerandes, Vitrandes, Ustandes y Udandes. Ninguno de ellos fue identificado por su clasificación taxonómica como representante con características salinas o alcalinas.

### **Aridisoles**

Este Orden incluye suelos de regiones áridas, donde la vegetación no puede desarrollarse adecuadamente debido a una fuerte restricción hídrica. En superficie, generalmente presentan un epipedón ócrico de poco espesor o bajo contenido de materia orgánica; el perfil continúa con un horizonte subsuperficial donde pueden acumularse sales, carbonatos o arcilla iluvial, entre otros elementos. Gran parte del país presenta condiciones áridas y semiáridas, por lo que el Orden Aridisol es de amplia difusión en Argentina, donde ocupan el 18 % de la superficie. Los Subórdenes reconocidos en el país son los Argides, Calcides, Cambides, Durides, Gipsides y Salides. A excepción de los Calcides, todos ellos presentan grupos taxonómicos de suelos afectados por sales, donde pueden destacarse por su extensión areal los Natrargides y en menor medida los Haplosalides.

### **Entisoles**

Los Entisoles agrupan suelos de escaso desarrollo, que usualmente sólo se caracterizan por presentar un horizonte superficial débilmente estructurado y pobre en materia orgánica, denominado ócrico. La incipiente evolución del perfil de estos suelos puede estar ocasionada por múltiples causas. Por un lado, ambientes extremadamente secos, cálidos o fríos, pueden condicionar su desarrollo, ya sea limitando la cantidad de agua que ingresa en los perfiles como restringiendo el desarrollo de plantas y otros organismos de la biota del suelo. Otra posibilidad es que los perfiles se encuentren en ambientes geomorfológicos dinámicos, sometidos a constantes remociones o acumulaciones de material nuevo, como aquellos ubicados en pedemontes o planicies aluviales de ríos. Por último, materiales muy resistentes a la meteorización y acción de los procesos formadores pueden limitar y hacer extremadamente lenta la pedogénesis. En Argentina, este grupo de suelos es el más abundante luego de los Molisoles, ocupando más del 25 % de la superficie. Son cuatro los Subórdenes reconocidos en el país: Acuentes, Psamentes, Fluventes y Ortentes. Muchos de estos suelos se encuentran afectados por sales, aunque en este caso, el nivel de generalización taxonómica utilizado para esta contribución no lo explicita.

### **Gelisoles**

Este Orden incluye suelos de regiones frías, que usualmente presentan permafrost dentro de los 100 cm superficiales. El permafrost consiste en una capa congelada, con una temperatura que se ha mantenido por debajo de 0 °C por dos o más años consecutivos (Soil Survey Staff, 2015). Suelos del Orden Gelisol fueron reconocidos en la península Antártica ocupando pequeñas áreas dentro del Sector Antártico Argentino (Moscatelli et al., 2011).

### **Histosoles**

Los Histosoles son suelos que se desarrollan cuando la tasa de acumulación de materia orgánica supera a la de mineralización, generalmente en condiciones de saturación con agua. Evolucionan independientemente de las condiciones climáticas y el material mineral presente, aunque los climas marítimos favorecen su formación (Buol et al., 2011). El proceso pedogenético que les da origen se denomina paludización y ocurre en sentido ascendente, desde la base del material orgánico hacia la superficie. Se caracterizan por poseer muy baja densidad aparente y presentar alta capacidad de retención de agua.

Presentan una distribución acotada en Argentina, ya que menos de 1 % de la superficie está ocupada por suelos de este Orden. No se reconocen, a partir de su clasificación taxonómica, suelos afectados por sales pertenecientes a los Histosoles.

### **Inceptisoles**

Son suelos que se encuentran en sus primeras etapas de pedogénesis y usualmente sólo presentan un horizonte diagnóstico incipiente. Los Inceptisoles con frecuencia conservan muchas características de los materiales parentales a partir de los cuales se desarrollaron (Buol et al., 2011). En cierta forma, a semejanza de los Entisoles, pueden ser originados a partir de la presencia de materiales originarios resistentes a la meteorización, ambientes de deposición o remoción, así como superficies jóvenes recientemente expuestas a las condiciones ambientales. La lixiviación posiblemente sea el único proceso de formación de suelos que los represente. En Argentina, donde ocupan menos del 2 % de la superficie, se han reconocido los Subórdenes Acueptes, Crieptes, Usteptes y Udeptes. Los Halacueptes constituyen el grupo taxonómico de los Inceptisoles caracterizado por la presencia de un horizonte donde se concentran sales (sálico). Se localizan en el sector noroeste del país (Catamarca, Salta y Jujuy) así como en Chaco y Entre Ríos.

### **Molisoles**

Este Orden incluye suelos minerales fértiles, que frecuentemente se forman bajo pastizales, aunque pueden también desarrollarse asociados a bosques. Evolucionan en diferentes climas, predominando en los templados, y a partir de variados materiales parentales. Sus perfiles presentan un epipedón mólico, oscuro y bien estructurado, como principal característica y alta saturación de bases desde la superficie (Soil Survey Staff, 2015). En Argentina es el Orden más representado, ocupando el 30 % de la superficie del país. Los Subórdenes reconocidos son siete: Alboles, Acuoles, Rendoles, Crioles, Xeroles, Ustoles y Udoles. Dentro de los suelos afectados por sales pertenecientes a este Orden destacan fuertemente los Natracuoles y Natralboles, ambos de amplia distribución.

### **Oxisoles**

Los Oxisoles son conocidos como “suelos rojos” y evolucionan sobre superficies antiguas en climas tropicales y subtropicales. Usualmente presentan un epipedón ócrico de color claro sobre un horizonte subsuperficial óxico, de muy baja fertilidad (Soil Survey Staff, 2015). Se caracterizan por poseer baja capacidad de intercambio catiónico, fuerte acidez y alto grado de meteorización. De los Subórdenes definidos por el sistema Soil Taxonomy, en Argentina únicamente se ha reconocido el Suborden Udox, que corresponde a Oxisoles desarrollados en un régimen de humedad údico. Estos suelos, que aparecen en el noreste del país localizados en la meseta central de la provincia de Misiones, se caracterizan por ser profundos, arcillosos y fuertemente ácidos. Por sus características, no se reconocen suelos de este Orden dentro de aquellos afectados por sales.

### **Spodosoles**

Los suelos de este Orden, denominados antiguamente como “tierras blancas”, en realidad poseen dos horizontes de colores contrastantes, uno sobre otro, con límites bien definidos. Presentan un horizonte subsuperficial característico de color oscuro debido a la acumulación de aluminio, hierro y/o materia orgánica, denominado espódico. Por encima, aparece un horizonte eluvial de color gris o gris claro, donde pueden observarse los granos de material no revestido. En la mayoría de estos suelos, si están inalterados, el horizonte álbico recubre al horizonte espódico (Soil Survey Staff, 2015). Aparecen frecuentemente en climas fríos y húmedos, asociados a una vegetación arbórea que aporta residuos ácidos a la superficie del suelo. En Argentina, los Spodosoles son de distribución muy restringida, ocupando menos del 0,1 % de la superficie del país. Se ha individualizado únicamente el Suborden Criodes, en el sector más austral de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Estos suelos no presentan características salinas.



## Ultisoles

Los suelos de este Orden evolucionan usualmente en regiones con clima cálido y húmedo, sobre superficies donde afloran materiales antiguos y estables. Se caracterizan por presentar perfiles profundos y muy lixiviados, con baja saturación de bases, donde pueden diferenciarse horizontes subsuperficiales con acumulación de arcilla iluvial. Frecuentemente se los reconoce en ambientes de vegetación arbórea y sabanas. En Argentina tienen una distribución muy acotada, sólo aparecen en el extremo noreste del país, donde se han identificado tres Subórdenes de Ultisoles: Acuultes, Humultes y Udultes. Se trata de suelos de reacción ácida, que se desarrollan en sectores positivos del paisaje, por lo que no se describen suelos de este Orden dentro de aquellos afectados por sales.

## Vertisoles

Este Orden incluye suelos generalmente oscuros, con alto contenido de arcillas de tipo 2:1 y características morfológicas particulares como grietas, agregados cuneiformes y caras de deslizamiento. Algunos de ellos poseen una microtopografía singular denominada gilgai, que consiste en una superficie donde se alternan microlomas y microdepresiones. De los seis Subórdenes descritos en el sistema Soil Taxonomy, cuatro han sido individualizados en Argentina: Acuertes, Xerertes, Torrertes y Udertes. Se localizan ocupando diferentes sectores ubicados mayormente al este y noreste del país. Existen dentro de los Vertisoles grupos taxonómicos que presentan características salinas, pero estos no se encuentran documentados dentro del material cartográfico de referencia utilizado para esta contribución.

A modo de resumen, en la Tabla 1 se presentan los resultados de la actualización taxonómica de los suelos afectados por sales reconocidos en el territorio argentino, así como su extensión y proporción relativa, a partir de la información provista por el Atlas de Suelos de la República Argentina (SAGyP-INTA, 1990). En la figura 2 se representan en el mapa nacional, los Grandes Grupos de suelos reconocidos que poseen características salinas.

Tabla 1: Extensión y proporción de los suelos afectados por sales en Argentina

Orden	Suborden	Gran Grupo	Superficie (km <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Alfisoles	Acuafes	Natracuafes	109362.8	3.9
	Crialfes	Palecrialfes (*)	224.5	<0.1
	Udalfes	Natrudalfes	1981.2	0.1
	Ustalfes	Natrustalfes	22435.7	0.8
	Xeralfes	Natrixeralfes	2836.3	0.1
Aridisoles	Argides	Natrargides	108518.1	3.9
	Cambides	Haplocambides (*)	1689.8	0.1
	Durides	Natridurides	111.6	<0.1
	Gipsides	Haplogipsides	2213.8	0.1
	Salides	Haplosalides	13487.0	0.5
Inceptisoles	Acueptes	Halacueptes	4819.2	0.2
Molisoles	Acuoles	Duracuoles (*)	842.7	<0.1
		Natracuoles	50110.3	1.8
	Alboles	Natralboles	22166.4	0.8
	Udoles	Hapludoles (*)	15930.4	0.6
		Haplustoles (*)	6491.7	0.2
	Natrustoles	9829.4	0.4	
<b>Total</b>			<b>373051.0</b>	<b>13.4</b>

(\*) Corresponde únicamente a la superficie que ocupan los Subgrupos con características salinas del Gran Grupo de suelos.

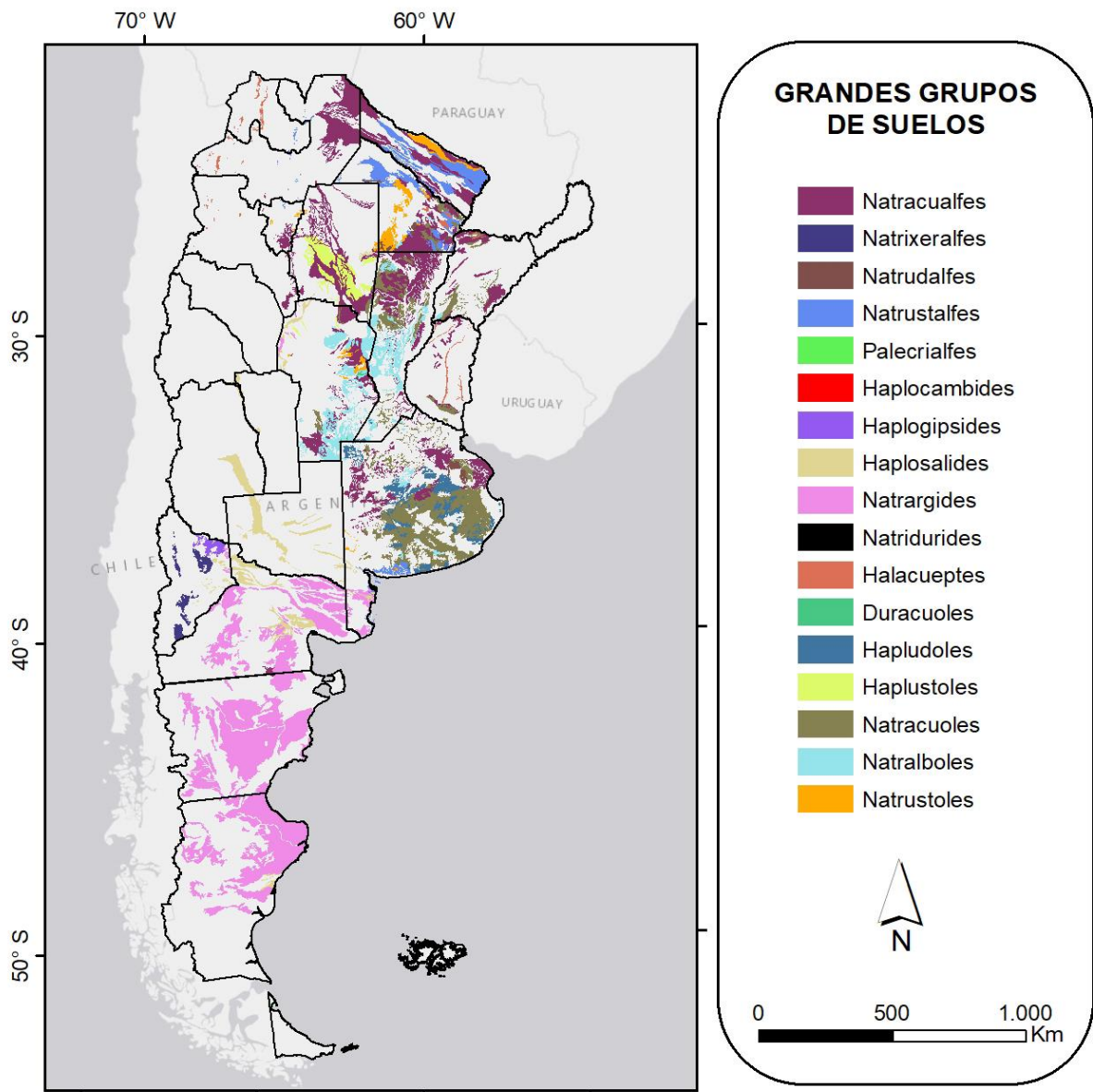


Figura 2: Mapa de Grandes Grupos de suelo afectados por sales de la Argentina.

**CONCLUSIONES:**

Los suelos afectados por sales se reconocen en gran parte de Argentina, únicamente no se encuentran descritos en los extremos noreste y sur del país. De los Ordenes de suelos reconocidos de acuerdo al sistema Soil Taxonomy, sólo los Alfisoles, Aridisoles, Inceptisoles y Molisoles incluyen Subórdenes con suelos de características salinas o alcalinas. Sin embargo, es posible que algunos grupos de suelos clasificados como Entisoles y Vertisoles se encuentren afectados por sales, aunque la clasificación taxonómica en este caso no lo explicita.

**BIBLIOGRAFIA:**

Buol SW, RJ Southard, RC Graham & PA McDaniel. 2011. Soil Genesis and Classification (6th Edn). John Wiley & Sons.  
 Morrás H. 2003. La ciencia del suelo en Argentina: Evolución y perspectivas. Ediciones INTA. Buenos Aires. 98p.

Moscatelli G, I Puentes & DM Rodríguez. 2011. Suelos en la Argentina. En Conti M & L Giuffré (eds). Edafología, Bases y Aplicaciones Ambientales Argentinas. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.

Rodríguez DM, GA Schulz, A Aleksa & L Tenti Vuegen. 2019. Distribution and Classification of Soils. En: Rubio G, RS Lavado & FX Pereyra (eds.) Soils of Argentina. World Soils Book Series. Springer Int. Publ.

SAGyP-INTA. 1989. Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires, escala 1: 500000. Proyecto PNUD ARG/85/019. Buenos Aires.

SAGyP-INTA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina, escala 1: 500000 y 1: 1000000. Proyecto PNUD ARG/85/019. Buenos Aires.

Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

Soil Survey Staff. 2015. Illustrated guide to Soil Taxonomy. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **LOS HONGOS DEL SUELO AMORTIGUAN EL EFECTO DEL STRESS SALINO EN PLANTAS**

**Godeas A., V. Silvani, R. Colombo**

IBBEA. UBA-CONICET. FCEN UBA. Laboratorio 12. Pabellón 2. Ciudad Universitaria.  
1428 CABA. [godeas@bg.fcen.uba.ar](mailto:godeas@bg.fcen.uba.ar)

**RESUMEN:** Las plantas como organismos sésiles están sometidas a diferentes tipos de estrés que limitan su crecimiento. Estos se producen por diferentes factores bióticos y abióticos. La alta concentración de sales en el suelo produce stress hiperionico e hiperosmotico que pueden llevar a la muerte de las plantas. Para superar el efecto que estos estreses producen en las plantas cultivadas, los mayores esfuerzos se han enfocado en la obtención de variedades tolerantes a esta condición ambiental.

Las plantas en su ambiente natural están relacionadas con microorganismos, bacterias y hongos que constituyen el microbioma. Esta comunidad microbiana asociada a las plantas juega un rol importante en su desarrollo, nutrición e inmunidad.

Las raíces de los vegetales determinan dos compartimientos microbianos diferentes: el suelo que las rodea o rizosfera y la endosfera. La diversidad y composición del microbioma es diferente en esos dos compartimientos siendo la rizosfera el lugar donde el efecto de la salinidad es más importante. Como parte del microbioma radical los hongos micorrizicos arbusculares (AMF=arbuscular mycorrhizal fungi) relacionan la endosfera con la rizosfera y actúan como reguladores al mitigar el efecto negativo que la salinidad produce en el crecimiento de las plantas. Si bien esto es claro, no se conoce el mecanismo por el cual este proceso ocurre. Se ha sugerido que las plantas micorrizadas (AM) crecen mejor debido a: una mejora en la nutrición mineral, el aumento del proceso fotosintético y un uso más eficiente del agua, además de la producción de: osmorreguladores, una alta relación  $K^+/Na^+$  y la compartimentalización del sodio en algunos tejidos específicos. Se intenta analizar el efecto de la salinidad en el microbioma y los cambios nutricionales, bioquímicos y fisiológicos que ocurren en las plantas al ser colonizadas por AMF en condiciones de stress salino.

**PALABRAS CLAVES:** microbioma, hongos del suelo, salinidad.

### **1 El efecto de la salinidad sobre los microorganismos**

#### **1.1 Los microorganismos rizosféricos**

La composición de la comunidad rizosférica puede verse afectada por la salinidad (Pankhurst et al., 2001; Gros et al., 2003; Gennari et al., 2007; Llamas et al., 2008; Chowdhury et al., 2011) ya que los genotipos microbianos difieren en su tolerancia a los bajos potenciales osmótico (Mandeeel, 2006; Llamas et al., 2008). En los hongos, un bajo potencial osmótico disminuye la germinación de las esporas y el crecimiento de las hifas produciendo además cambios morfológicos importantes (Juniper y Abbott, 2006) tales como

la formación de esporas con paredes más gruesas (Mandee, 2006). Diversos autores han encontrado que los hongos son más sensibles al estrés osmótico que las bacterias (Pankhurst et al., 2001; Sardinha et al., 2003; Wichern et al., 2006). Estas sólo se ven afectadas cuando la concentración salina es mayor al 5% (Omar et al., 1994). Ya en 1994, Killham describió dos estrategias utilizadas por los microorganismos para adaptarse al estrés osmótico, las cuales regulan la acumulación de solutos en la célula para contrarrestar el aumento de la presión osmótica. Una es la exclusión selectiva de los iones y la otra es la producción de compuestos orgánicos. De acuerdo con Oren (2001) y Hagemann (2011) mientras que los organismos sensibles son dañados por el bajo potencial osmótico algunos microorganismos acumulan osmolitos que les ayuda a mantener el balance hídrico (Beales, 2004). La síntesis de estos osmolitos constituye un gasto energético importante y extra que disminuye la energía disponible para el crecimiento y la actividad microbiana. (Wong et al. 2008).

Además se inducen cambios en la composición de la población microbiana. Un reciente meta-análisis de las comunidades microbianas *in situ* se puso de manifiesto que la composición específica en suelos salinos se ve más afectada por la salinidad que por otros factores abióticos tales como pH o temperatura (Lozupone y Knight, 2007), Este factor también influencia la estructura de la comunidad endofítica (Yaish et al., 2016b) aunque esta última relación ha sido poco estudiada.

### **1.2 Los hongos micorrizicos**

Los hongos micorrizicos (ectomicorrizicos y arbusculares) juegan un rol importante en la protección de las plantas en el stress abiótico del medio ambiente (Schützendübel y Polle, 2002; Meharg, 2003; Ruotsalainen et al., 2009). Previene la translocación de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  a los vástagos y las hojas y aumentan la absorción de nutrientes tales como el P y el N en plantas con moderada adaptación a las sales (Tang et al., 2009; Evelin et al., 2012). Indirectamente aumenta el crecimiento de las plantas y disminuyen el efecto toxico de los iones (Tang et al., 2009). Las micorrizas indirectamente aumentan la tolerancia a la salinidad por otros mecanismos síntesis de fitohormonas y mejoramiento de la rizosfera y de las condiciones del suelo (Asghari et al., 2005), aumenta la actividad fotosintética y la absorción de agua (Hajiboland et al., 2010), la acumulación de solutos compatibles (Evelin y Kapoor, 2013), y la producción de altos niveles de enzimas antioxidantes.

### **1.3 Los hongos micorrizicos arbusculares**

Estos hongos establecen asociación simbiótica con las raíces de la mayoría de las plantas incluyendo las plantas cultivadas. La propiedad más importante de estos hongos es que aumentan la superficie de las raíces de las plantas hospedantes a través de una extensa red hifal que les permite explorar el suelo. Los beneficios mutuos entre los hongos y las plantas incluyen el intercambio de carbono fijado por fotosíntesis y los nutrientes minerales y agua absorbidos por las hifas (Mohammadi et al. 2011).

En la fase asimbiótica, el estrés salino (Hryniewicz et al., 2015) actúa directamente sobre el hongo en el crecimiento hifal (Silvani et al 2017) y en la germinación de las esporas presentes en el suelo (Silvani et al 2013, Campagnac y Khasa 2014). Esto se traduce en menor colonización de las raíces y menor cantidad de especies presentes en los suelos bajo stress.

## **2 Efecto de la salinidad sobre plantas**

Las plantas que crecen en suelos salinos están sujetas a diferentes tipos de estrés fisiológico: 1) el efecto toxico producidos por los iones  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  presentes en este tipo de suelo altera la estructura de las macromoléculas tales como las proteínas, daña las organelas celulares, interfieren los procesos respiratorios y fotosintéticos, inhibe la síntesis

de proteínas e induce las deficiencias iónicas (Juniper y Abbott, 1993). 2) la raíces de las plantas expuestas a bajos potenciales osmóticos de los suelos salinos se encuentran en riesgo de sequía fisiológica ya que deben mantener bajo su potencial osmótico para impedir que el agua pase de las raíces al suelo 3) se produce desbalance iónico y por lo tanto no incorpora nutrientes de la solución del suelo que son distribuidas al resto de la planta. Esto se traduce en disminución del crecimiento, interferencia en el metabolismo lipídico, la fotosíntesis, el balance energético y síntesis de proteínas (Ramoliya et al. 2004).

### **3 Respuestas de las plantas colonizadas a la salinidad**

#### **3.1 Prolina y otros osmolitos**

La respuesta bioquímica mejor caracterizada de las células vegetales al estrés osmótico es la acumulación de algunos iones inorgánicos tales como Na<sup>+</sup> y también de solutos orgánicos compatibles como prolina, glicina, betaína, y azúcares solubles (Flowers y Colmer 2008). Estos solutos compatibles pueden acumularse en altos niveles dentro de las células sin alterar la bioquímica intracelular (Bohnert y Jensen 1996), protegiendo estructuras subcelulares, mitigando el daño oxidativo causado por los radicales libres, y manteniendo las actividades enzimáticas bajo estrés salino (Yokoi et al. 2002). Se ha encontrado correlación entre la concentración de prolina, betaína y azúcares y el estrés salino en plantas micorrizadas.

#### **3.2 Sistemas antioxidantes**

Como en otros estreses abióticos la salinidad induce el estrés oxidativo en plantas. En varias especies de plantas se demostró que existe una correlación entre la capacidad antioxidante y la tolerancia al Cl Na. Varios estudios sugieren que la simbiosis micorrizica ayuda a las plantas a disminuir el estrés producido por la salinidad promoviendo la actividad de las enzimas antioxidantes (Zhong et al 2007).

#### **3.3 Contenido de ácido abscísico (ABA)**

El ABA es una hormona que regula el crecimiento y desarrollo de las plantas y juega un papel importante en la respuesta de los vegetales al estrés abiótico. Se sabe que los niveles de ABA aumentan durante la colonización de la raíz e interviene en la diferenciación de los arbusculos, estructuras donde se realiza el intercambio de iones fosfato por compuestos carbonados (Charpentier et al. 2014).

### **4. Aplicaciones**

La selección de microorganismos del suelo tolerantes a la salinidad y su posterior inoculación en plantas cultivadas es una práctica cada vez más usada. En la mayoría de los casos se utiliza solo un microorganismo en cada bioinoculante. El desafío actual es diseñar consorcios microbianos que compitan exitosamente con los autóctonos permitiendo el crecimiento vegetal.

### **CONCLUSIONES:**

Se ha demostrado que el estrés por salinidad afecta el crecimiento y la fisiología de las plantas. Sin embargo, la asociación con hongos parece mejorar efectivamente el desarrollo de las plantas bajo estrés a través de la acumulación de diferentes solutos y una mayor absorción de agua y nutrientes. Se han llevado a cabo numerosas investigaciones para encontrar la relación entre la simbiosis micorrizica y su función bajo estrés. Las nuevas técnicas genéticas y los enfoques moleculares pueden dar más información acerca del mecanismo por el cual la simbiosis micorrizica alivia el estrés en las plantas que crecen en suelos salinos o en otras condiciones de estrés osmótico.

## BIBLIOGRAFIA

- Asghari HR, Marschner P, Smith S E & FA Smith. 2005. Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity levels. *Plant Soil* 373: 245–256.
- Beales N. 2004. Adaptation of microorganisms to cold temperatures, weak acid preservatives, low pH, and osmotic stress: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 3:1-20
- Bohnert HJ & RG Jensen. 1996. Strategies for engineering water–stress tolerance in plants. *Trends Biotechnol* 14:89–97.
- Campagnac E & DP Khasa. 2014. Relationship between genetic variability in *Rhizophagus irregularis* and tolerance to saline conditions. *Mycorrhiza* 24: 121-129.
- Charpentier M, Sun J, Wen J, Mysore KS & GE Oldroyd. 2014. Abscisic acid promotion of arbuscular mycorrhizal colonization requires a component of the PROTEIN PHOSPHATASE 2A complex. *Plant Physiol* 166:2077-2090.
- Chowdhury N, Marschner P & RG Burns. 2011. Soil microbial activity and community composition: impact of changes in matric and osmotic potential. *Soil Biol Biochem* 43:1229-1236.
- Evelin, H, Giri, B & Kapoor, R., 2013. Ultrastructural evidence for AMF mediated salt stress
- Flowers TJ & Colmer TD. 2008. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytol* 179:945-963.
- Gennari M, Abbate C, La Porta V, Baglieri A & A Cignetti. 2007. Microbial response to Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> additions in a volcanic soil. *Arid Land Res Manag* 21:211-227.
- Gros R, Poly F, Jocteur-Monrozier L & P Faivre. 2003. Plant and soil microbial community responses to solid waste leachates diffusion on grassland. *Plant Soil* 255: 445-455.
- Hagemann M. 2011. Molecular biology of cyanobacterial salt acclimation. *Fems Microbiol Rev* 35:87-123.
- Hajiboland R, Aliasgharzadeh N, Laiegh SF & C Poschenreider. 2010. Colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. *Plant Soil* 331:313–327.
- Hryniewicz K, M Zoch, T Kowalkowski, C Baum, K Niedojado & B Buszewski. 2015. Strain-specific bioaccumulation and intracellular distribution of Cd<sup>2+</sup> in bacteria isolated from the rhizosphere, ectomycorrhizae, and fruitbodies of ectomycorrhizal fungi. *Environ Sci Pollut Res* 22:3055–3067.
- Juniper S & LK Abbott. 1993. Vesicular–arbuscular mycorrhizas and soil salinity. *Mycorrhiza* 4:45–57.
- Juniper S & LK Abbott. 2006. Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 16:371–379.
- Killham K. 1994. *Soil Ecology*. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Llamas DP, Gonzales MD, Gonzales CI, López GR & JC Marquina, 2008. Effects of water potential on spore germination and viability of *Fusarium* species. *Jour Ind Microbiol Biotech* 35:1411-1418.
- Lozupone CA &, R Knight. 2007. Global patterns in bacterial diversity. *PNAS* 104:11436–11440.
- Mandeel QA. 2006. Biodiversity of the genus *Fusarium* in saline soil habitats. *Jour Basic Microbiol* 46:480-494.
- Meharg AA. 2003. The mechanistic basis of interactions between mycorrhizal associations and toxic metal cations. *Mycol Res* 107:1253–1265.
- Mohammadi K. 2011. *Soil, plant and microbe interactions*. Lambert Acad. Pu. 113 pp.
- Omar SA, Abdel-Sater MA, Khalil AM & MH Abdalla. 1994. Growth and enzyme activities of fungi and bacteria in soil salinized with sodium chloride. *Folia Microbiol* 39:23-28.

- Oren A. 2001. The bioenergetic basis for the decrease in metabolic diversity at increasing salt concentrations: implication of the functioning of salt lake ecosystems. *Hidrobiología*. 466:61-72.
- Pankhurst CE, Yu S, Hawke BG & BD Harch. 2001. Capacity of fatty acid profiles and substrate utilization patterns to describe differences in soil microbial communities associated with increased salinity or alkalinity at three locations in South Australia. *Biol Fert Soils* 33: 204–217.
- Ramoliya PJ, Patel HM & AN Pandey. 2004 Effect of salinization of soil on growth and macro- and micro-nutrient accumulation in seedlings of *Salvadora persica* (Salvadoraceae). *For Ecol Manag* 202:181–193.
- Ruotsalainen AL, Markkola AM & MV Kozlov. 2009. Mycorrhizal colonisation of mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) along three environmental gradients: does life in harsh environments alter plant-fungal relationships? *Environ Monit Assess* 148: 215–232.
- Sardinha M, Muller T, Schmeisky H & RG Joergensen. 2003. Microbial performance in soils along a salinity gradient under acidic conditions. *Appl Soil Ecol* 23: 237–244.
- Schützendübel A & A Polle. 2002. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *J Exp Bot* 53:1351–1365.
- Silvani V, Rothen C, Rodríguez María A, Cisneros G, Godeas AM., Aranda-Rickert A. & Fracchia S. 2013. Fungal root colonization of *Puccinellia frigida* (Phil.) Johnston, a dominant grass species inhabiting the margins of high-altitude hypersaline Andean wetlands. *Aquatic Botany* 108:26-32.
- Silvani V, Colombo R, Scorza MV, Fernández Bidondo L, Rothen C, Scotti A, Fracchia S & AM Godeas. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungal diversity in high-altitude hypersaline Andean wetlands studied by 454-sequencing and morphological approaches. *Symbiosis* 72: 143-152.
- Tan J & Y Kang. 2009. Changes in Soil Properties Under the Influences of Cropping and Drip Irrigation During the Reclamation of Severe Salt-Affected Soils. *Agric Sc China* 8:1228-1237.
- Wichern J, Wichern F & RG Joergensen. 2006. Impact of salinity on soil microbial communities and the decomposition of maize in acidic soils. *Geoderma*, 137:100-108.
- Wong VNL, Dalal RC & RSB Greene. 2008. Salinity and sodicity effects on respiration and microbial biomass of soil. *Biol Fert Soils* 44:943-953.
- Yaish MW, Al-Lawati A, Jana GA, Vishwas Patankar H & BR Glick. 2016. Impact of soil salinity on the structure of the bacterial endophytic community identified from the roots of *Caliph medic* (*Medicago truncatula*). *PLoS One* 11:e0159007.
- Yokoi S, Quintero FJ, Cubero B, Ruiz MT, Bressan RA, Hasegawa PM & JM Pardo. 2002. Differential expression and function of *Arabidopsis thaliana* NHX Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiporters in the salt stress response. *Plant J* 30:529–539.
- Zhong QH, Chao XH, Zhi BZ, Zhi RZ, & SW Huai .2007. Changes in antioxidative enzymes and cell membrane osmosis in tomato colonized by arbuscular mycorrhizae under NaCl stress. *Colloids Surf B Biointerf* 59:128–133.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**RESTAURACIÓN PRODUCTIVA DE AMBIENTES SALINIZADOS DE LOS OASIS IRRIGADOS DE CUYO A TRAVÉS DE LA IMPLANTACIÓN DE ESPECIES NATIVAS**  
**Villagra, P.E.<sup>1y2</sup>, P.A. Meglioli<sup>1y2</sup>, J.A. Alvarez<sup>3</sup>, M.A. Cony<sup>3</sup>, C. Passera<sup>2</sup>, B.N. Lana<sup>2</sup>, B. Guida Jhonson<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (CONICET Mendoza)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias. UNCUYO.

<sup>3</sup> Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (CONICET Mendoza)

**RESUMEN:** Una alta proporción de los oasis irrigados de Cuyo presenta terrenos con baja aptitud para los cultivos tradicionales debido a procesos de salinización por mal manejo del riego o ascenso de la freática. Surge como alternativa la ocupación de estos terrenos por otras especies nativas, menos exigentes en calidad de suelo y resistentes a varias condiciones de estrés, como el cultivo de especies arbóreas nativas del género *Prosopis* (algarrobos adaptados a condiciones ambientales extremas, de múltiples usos y beneficios ambientales). El objetivo general de esta presentación es discutir la posibilidad de incorporar al sistema productivo tierras marginales de los oasis irrigados de Cuyo, a través de la forestación con especies nativas seleccionadas que toleren la salinidad y la escasez de agua. Para esto, analizaremos las limitaciones ambientales que tienen estas áreas a distintas escalas espaciales; evaluaremos la potencialidad de distintas especies nativas, y discutiremos la variabilidad en la tolerancia a la salinidad encontrada en dos especies nativas de *Prosopis* en ensayos en condiciones controladas y en campo. La restauración y recuperación productiva de ambientes salinos del Monte es un desafío que en etapa de desarrollo y que presenta distintos avances según el objetivo y la especie a considerar. Una variedad de especies de distintas formas de vida se ha propuesto como potencialmente útiles para este objetivo. En este contexto, las especies arbóreas del género *Prosopis*, reúnen condiciones promisorias teniendo en cuenta su tolerancia a la salinidad y su uso potencial.

**PALABRAS CLAVE:** restauración, zonas áridas, *Prosopis*, oasis irrigados, Monte.

**LA PROBLEMÁTICA DE LA SALINIDAD EN LOS OASIS IRRIGADOS:**

Los oasis irrigados de Cuyo se destinan a los cultivos de especies perennes, como vides y frutales, especies hortícolas, y a la forestación con álamos. Una alta proporción de estos oasis presenta terrenos con baja aptitud para estos cultivos debido a que, por el mal manejo de la irrigación, el temporal ascenso de la napa freática o la falta de agua de riego, la salinidad o la sequía impiden el desarrollo de la actividad agrícola tradicional. Como ejemplo, este problema se da en el 25% de las áreas irrigadas de Mendoza y entre el 25 y el 40% de las de San Juan (Barnes, 1996) (Fig. 1). En esta zona, algunos productores reportan muy bajas o nulas productividades de las plantaciones de álamos en estos terrenos.



Fig. 1. Imágenes satelitales donde se aprecian zonas con cultivos de álamos, viñas y huertos alternando con áreas marginales con problemas de salinidad y limitaciones de riego en Media Agua, San Juan.

Surge como alternativa la ocupación de estos terrenos por otras especies nativas, menos exigentes en calidad de suelo y resistentes a varias condiciones de estrés, como el cultivo de especies arbóreas nativas del género *Prosopis* (algarrobos adaptados a condiciones ambientales extremas, de múltiples usos y beneficios ambientales).

Además, la utilización de estas especies de bajo consumo hídrico permitiría liberar el uso de agua para otras áreas de mejor aptitud y disminuir los efectos del exceso de riego en zonas salinizadas y con freáticas cercanas a la superficie. La carencia de tecnologías apropiadas para el establecimiento y conducción de las especies implantadas, incluidas la selección del germoplasma adecuado, imposibilita a los productores considerar esta alternativa de manejo.

El objetivo general de esta presentación es discutir la posibilidad de incorporar al sistema productivo tierras marginales de los oasis irrigados de Cuyo, a través de la forestación con especies nativas seleccionadas que toleren la salinidad y la escasez de agua. Para esto, analizaremos las limitaciones ambientales que tienen estas áreas a distintas escalas espaciales; evaluaremos la potencialidad de distintas especies nativas, y discutiremos la variabilidad en la tolerancia a la salinidad encontrada en dos especies nativas de *Prosopis* en ensayos en condiciones controladas y en campo.

### **CARACTERIZACIÓN ESPACIAL DE LA SALINIDAD:**

Analizamos la heterogeneidad espacial de los suelos superficiales en cuatro fincas de la zona de Media Agua (San Juan), evaluando en cada finca cuatro condiciones de salinidad de suelo teniendo en cuenta la percepción de los dueños de las fincas (T1=baja salinidad, aptos para cultivos; T2: salinidad intermedia, marginal para cultivos; T3=salinidad alta, no apta para cultivos; T4= salinidad muy alta, escasa vegetación). una alta variabilidad en sus niveles de salinidad (valores promedios de conductividad eléctrica entre 11,3; 15,8; 42,2 y 80,4 mS/cm). Es importante destacar que se observan altos coeficientes de variación a escala de parcela, indicando alta heterogeneidad espacial, lo que es corroborado por análisis de interpolación espacial a dicha escala.

El análisis de salinidad en el perfil del suelo mostró niveles de conductividad eléctrica decrecientes con la profundidad (Fig. 2). No obstante, en condiciones de altas salinidades se mantienen altas concentraciones de sales (>20 mS/cm) aún en profundidad. Estos resultados nos resaltan que la salinización del suelo es un problema que afecta tanto las capas superficiales como profundas.

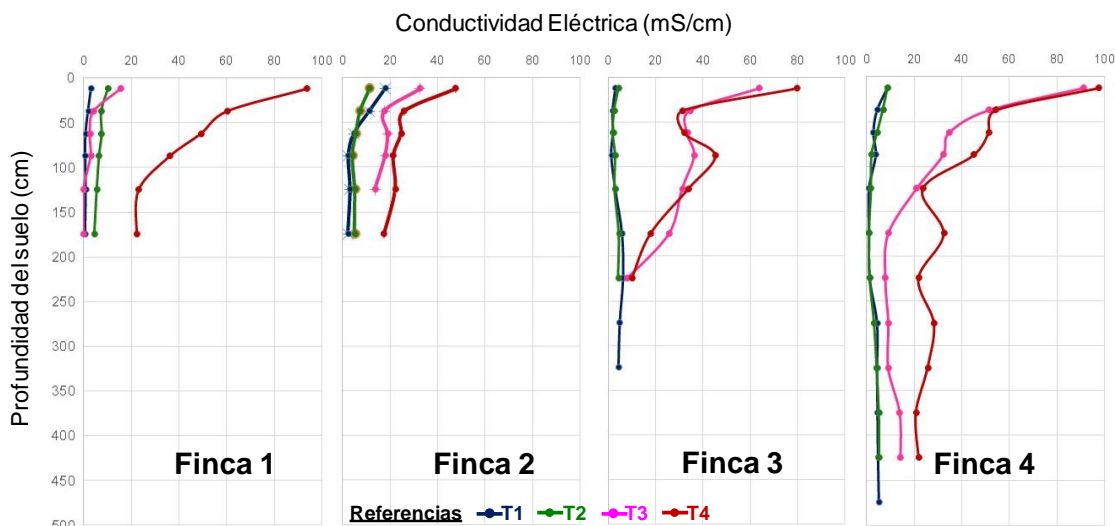


Figura 2. Variación de la salinidad en el perfil edáfico para cuatro fincas de Media Agua implantadas con algarrobos, según cuatro condiciones de salinidad o tratamientos según la percepción de los propietarios de las fincas: T1=baja salinidad, aptos para cultivos; T2: salinidad intermedia, marginal para cultivos; T3=salinidad alta, no apta para cultivos; T4= salinidad muy alta, escasa vegetación.

### ADAPTACIÓN DE LAS ESPECIES NATIVAS A LA SALINIDAD

Las especies vegetales nativas constituyen reservorios biológicos de alto valor, que pueden asegurar su adaptación a las condiciones ambientales estresantes. La utilización de especies herbáceas, arbustivas, arbóreas y de musgos, cianobacterias y líquenes constituye un interesante espectro biológico de especies aptas para su uso en forma integrada en las zonas descriptas. En un artículo reciente (Villagra et al 2017), se propusieron especies nativas potenciales a ser utilizadas para la restauración y recuperación productiva de áreas degradadas y salinas del Monte luego de realizar una revisión de trabajos fitosociológicos de áreas salinas, la distribución geográfica y los posibles usos de cada especie.

Las leñosas nativas que presentan resistencia a la salinidad constituyen un amplio grupo de especies que pertenecen a diversas familias taxonómicas, las cuales poseen diferentes tipos y grados de adaptación a ambientes que imponen condiciones de alta salinidad-toxicidad y que producen además un fuerte estrés hídrico (Villagra et al., 2011; Taleisnik y Launestein, 2011). En áreas salinas hay pocos árboles que prosperen debido a los requerimientos hídricos de los mismos; en cambio, son frecuentes los arbustos. Estos arbustos son muy elegibles para tareas de restauración, especialmente en los ambientes degradados por mal riego, minería, o cualquier manejo inadecuado, los que suelen poseer alta salinidad. Estas especies, además de brindar servicios ambientales, pueden ser aprovechadas por diversas poblaciones humanas debido a que proveen aportan forraje, leña, carbón, sustancias medicinales y aromáticas, y elementos para la construcción de viviendas en estas áreas tan extremas y con escasa cobertura vegetal (Taleisnik y Launestein, 2011).

La posición dominante del género *Prosopis* en diferentes ambientes áridos es producto de la presencia de adaptaciones a distintos factores estresantes, entre estos el estrés salino (Villagra et al., 2010). Se han encontrado distintas adaptaciones que le permiten tolerar tanto el efecto osmótico de la salinidad como evitar su efecto tóxico. Por esta causa, las especies de este género han sido sugeridas como de alto potencial para la restauración productiva de ambientes salinos de los oasis irrigados (Guida Jhonson et al., 2007).

Es conocido que el género *Prosopis* presenta alta variabilidad inter e intraespecífica en la tolerancia a la salinidad y otros tipos de estrés ambientales. Incluso se ha observado que esta tolerancia varía durante la ontogenia, y en diferentes procesos fisiológicos; siendo menos tolerantes en sus etapas iniciales, las que parecen ser críticas para la persistencia en ambientes salinos (Villagra et al., 2010; Cony, 1998). Los mecanismos de tolerancia a la

salinidad observados para el género incluyen tanto la capacidad para regular la absorción y el transporte de iones y, así, evitar el efecto tóxico de la salinidad, como la capacidad de contrarrestar los efectos de los bajos potenciales osmóticos a través del ajuste osmótico, la regulación de la apertura estomática y la inducción de cambios anatómicos en raíces, tallos y hojas (Villagra y Cavagnaro, 2005; Villagra et al., 2011).

### **EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN DISTINTAS PROCEDENCIAS DE *PROSOPIS FLEXUOSA* Y *P.CHILENSIS***

Para el estudio de la variabilidad intraespecífica se cuenta con un banco de germoplasma en Mendoza que conserva las semillas colectadas de, aproximadamente, 240 accesiones de diferentes especies nativas del Monte (Cory, 1993). En este caso, evaluamos la variabilidad en la tolerancia a la salinidad en las dos especies de *Prosopis* en un ensayo en condiciones controladas y otro en campo.

En el primer caso, 810 plantines de ambas especies y 5 procedencias de cada una se sometieron a 3 niveles de salinidad a través de su irrigación con soluciones salinas. Dichas soluciones mantuvieron a los plantines en un contenido hídrico cercano a la “capacidad de maceta”, con diferentes concentraciones de sales (NaCl) en el suelo equivalente a 23.000 (0.25 M, riego salinidad intensa), 9.000 (0.10 M, riego salinidad moderada) y 2500 (0.02 M, riego sin salinidad, control)  $\mu\text{siemens/cm}$  durante un período de 4 meses, entre enero y mayo de 2016.

Los resultados de este experimento indican que el estrés salino disminuye el crecimiento de todos los plantines, siendo *P. flexuosa* Mogna, la procedencia más afectada. En el tratamiento de salinidad intensa, se observó que todas las procedencias de las dos especies dejaron de crecer a las dos semanas de iniciado el ensayo con riego salino. En estas condiciones, *P. flexuosa* de Fiambalá mostró una tendencia a ser menos afectada por la salinidad, aunque es solo marginalmente significativo.

Para el ensayo de campo, se forestaron en 2013 cuatro fincas, utilizando el siguiente diseño experimental factorial: 2 especies (*P. flexuosa* y *P. chilensis*) x 3 procedencias de cada una (Chilecito, Mogna, Fiambalá) x 4 tratamientos de salinidad (T1: no salino, apto para cultivos; T2: moderada salinidad, marginal para cultivos; T3: salino, no apto para cultivos; T4: extremadamente salino, muy baja cobertura vegetal). Como factores aleatorios se consideraron 4 fincas (repeticiones), 5 bloques y 20 plantas por repetición. Cada una de las 4 fincas cuenta con una repetición por cada condición de salinidad consistente en una parcela con 5 bloques al azar, los cuales se ubican perpendiculares al gradiente de riego. En total se implantaron 1920 plantas entre ambas especies. Desde el 2014, durante el mes de septiembre se monitorea la supervivencia y crecimiento de los plantines.

La supervivencia de *P. flexuosa* y *P. chilensis* fue afectada negativamente por la salinidad del suelo, conforme incrementa la intensidad del tratamiento. En condiciones salinas y extremadamente salinas, el 75% de los plantines muere al año de realizar la forestación. *P. flexuosa* Fiambalá mostró un mayor porcentaje de supervivencia bajo condiciones salinas comparadas con las otras procedencias evaluadas.

El crecimiento de las plantas en el campo, medido a partir de su altura, disminuyó bajo condiciones salinas (Figura 4). No obstante, las plantas que logran sobrevivir continúan creciendo con el paso del tiempo, aún en los tratamientos más salinos, presentando una ralentización del crecimiento de todas las procedencias.

Si relacionamos la supervivencia y crecimiento de plantas con la conductividad eléctrica de las parcelas, observamos que la supervivencia es más afectada por la salinidad que el crecimiento posterior de las plantas. Esto se relacionó con la mortalidad inicial de las plantas, sin embargo, una vez establecidas el crecimiento en altura y diámetro equivalente no mostró una relación clara con la salinidad de la parcela. Para interpretar estos datos es necesario tener en cuenta la alta variabilidad observada en el crecimiento entre y dentro de las parcelas.

Otro aspecto importante a considerar es que las dos especies y sus procedencias presentaron valores de supervivencia superiores al 75% en suelos con conductividades

eléctricas menores a 20.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y más del 50% en suelos con 40.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Lo que sugiere que estas especies son promisorias para este tipo de ambientes salinos.

## CONCLUSIONES

La restauración y recuperación productiva de ambientes salinos del Monte es un desafío que está comenzando a analizarse y que presenta distinto desarrollo según el objetivo y la especie a considerar. Una variedad de especies de distintas formas de vida se ha propuesto como potencialmente útiles para este objetivo. Sin embargo, el grado de conocimiento de éstas es muy variables. Las especies nativas del Monte han demostrado tener adaptaciones morfológicas y fisiológicas que determinan tolerancia tanto al efecto osmótico de la salinidad como el efecto tóxico. En este contexto, las especies arbóreas del género *Prosopis*, reúnen condiciones promisorias teniendo en cuenta su tolerancia a la salinidad y su uso potencial.

La planificación de programas de restauración y recuperación productiva requiere tanto del conocimiento de las potencialidades y requerimientos de cada especie a utilizar como del conocimiento detallado de las características ambientales y la distribución espacial de la salinidad. La utilización de herramientas provistas por el conocimiento del funcionamiento ecosistémico como la implantación en parches integrados por distintas bioformas para aprovechar la facilitación de especies nodrizas o el agregado de materia orgánica, sumado a otras prácticas culturales como la poda o el control de otras especies no deseadas, resultan promisorios en función de estudios en otras zonas áridas del mundo y alternativas interesantes a explorar en estudios futuros en la región del Monte.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barnes H. 1996. Los problemas hidráulicos en la actividad agropecuaria y sus soluciones. En: El deterioro del ambiente en la Argentina Ed. RR Casas, GF Albarracín. pp 253:270.
- Cony M. 1993. Programa de Conservación y Mejoramiento de Especies del Género *Prosopis* en la Provincia Fitogeográfica del Monte, Argentina. En: Contribuciones Mendocinas a la Quinta Reunión de Regional para América Latina y el Caribe de la Red de Forestación del CIID. Conservación y Mejoramiento de Especies del Género *Prosopis*. Ed: IADIZA. IADIZA-CRICYT-CIID, Mendoza, Argentina. pp. 37–72.
- Cony MA & SO Trione. 1998 Inter- and intraspecific variability in *Prosopis flexuosa* and *P. chilensis*: seed germination under salt and moisture stress. *Journal of Arid Environments* 40: 307–317.
- Guida-Johnson B, EM Abraham & MA Cony. 2017. Salinización del suelo en tierras secas irrigadas: perspectivas de restauración en Cuyo, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 49, 205-215.
- Taleisnik E & DL Launstein. 2011. Leñosas perennes para ambientes afectados por salinidad. Una sinopsis de la contribución Argentina a este tema. *Ecología Austral* 21: 3–14.
- Villagra PE & JB Cavagnaro. 2005. Effects of salinity on the establishment and early growth of *Prosopis argentina* and *P. alpataco* seedlings. Implications for their ecological success. *Austral Ecology* 30: 325–335
- Villagra PE, CV Giordano, JA Alvarez, JB Cavagnaro, A Guevara, C Sartor, CB Passera CB & Greco SA. 2011. Ser planta en el desierto: estrategias de uso de agua y resistencia al estrés hídrico en el Monte Central de Argentina. *Ecología Austral* 21: 29–42.
- Villagra PE, A. Vilela, CV Giordano & JA Alvarez. 2010. Ecophysiology of *Prosopis* Species from the arid lands of Argentina: What do we know about adaptation to stressful environments? En: *Desert Plants. Biology and Biotechnology*. Ed: KG Ramawat. pp 322–354.
- Villagra, PE; C.B Passera, S. Greco, C Sartor, JN Aranibar, PA Meglioli, JA Alvarez, L Allegretti, ME Fernández, MA Cony; P Kozub & C Vega Riveros. 2017. Uso de plantas nativas en la restauración y recuperación productiva de ambientes salinos de las zonas áridas de la región del Monte, Argentina. En: *Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina. Recursos y aprovechamiento productivo*. Ed: E. Taleisnik & R. Lavado. 419-444 pp. Córdoba, Argentina. ISBN 978-987-1922-23-9.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**LA INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS ALTERNATIVOS LEÑOSOS DE GRANO EN AMBIENTES SALINOS DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS: ALGUNOS PROCESOS FISIOLÓGICOS INVOLUCRADOS EN SU TOLERANCIA: EL CASO DE *JATROPHA CURCAS***

**Ploschuk<sup>1</sup>, E.L., Dorta-Santos<sup>2</sup>, M.A., Barriola<sup>1</sup>, I. y Wassner<sup>1</sup>, D.F.**

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. Cátedra de Cultivos Industriales. Av. San Martín 4453, CP 1417, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Departamento de Biología Animal. Ciencias del Suelo y Geología. Facultad de Biología. Universidad de La Laguna. La Laguna 38206, Tenerife, Islas Canarias, España.

**RESUMEN:**

La salinidad es a menudo una gran limitación en zonas áridas con potencial para desarrollar cultivos alternativos leñosos de grano. Bajo este contexto, *Jatropha curcas* es una especie promisoría para producir aceite no comestible para biodiesel. En los últimos años, se identificaron respuestas de tolerancia a la salinidad de la tasa de fotosíntesis neta bajo irradiancias saturantes ( $A_{max}$ ), su capacidad de recuperación y el papel de la conductancia del mesófilo ( $g_m$ ) sobre  $A_{max}$ . Se realizaron dos experimentos con plántulas en macetas y condiciones hidropónicas respectivamente, con intensidades de salinidad que oscilaron entre 3 y 12 dS m<sup>-1</sup>, sus tratamientos isoosmóticos con polietilenglicol (PEG) y controles sin estrés abiótico.  $A_{max}$  se vio afectada principalmente por los efectos osmóticos en todos los rangos, con una drástica caída del 75% bajo la intensidad máxima de 12 dS m<sup>-1</sup>. Sin embargo, la presencia de NaCl promovió un efecto positivo en esa variable respecto a los tratamientos con PEG, con intensidades de hasta 6 dS m<sup>-1</sup>. Aunque esta ventaja desapareció con salinidades de 12 dS m<sup>-1</sup>, nunca se detectaron efectos negativos de toxicidades de NaCl. El aparato fotoquímico resultó extremadamente resistente en esta especie, ya que  $F_v / F_m$  y el verdor de las hojas (SPAD) se vieron afectados solo a 12 dS m<sup>-1</sup>. Así,  $g_m$  se perfila como un carácter de mejoramiento promisorio para aumentar la fotosíntesis bajo el estrés de salinidad, sin que se afecte negativamente la eficiencia en el uso del agua. Además, se observó una notable recuperación completa después de solo 8 días, confirmando la alta resistencia de la especie al estrés salino incluso bajo salinidades muy altas. Los resultados arrojan luz sobre los procesos determinantes involucrados en las respuestas tolerantes de *J. curcas* a la salinidad durante la etapa de plántula, y contribuyen al conocimiento sobre las posibilidades de mejorar la tolerancia a la fotosíntesis en ambientes de salinidad.

**PALABRAS CLAVE:** *Jatropha curcas*, Fotosíntesis, Cultivos perennes.

**ANTECEDENTES:**

El uso de ambientes marginales áridos y semiáridos es una buena alternativa para llevar a cabo la producción de cultivos alternativos (Eisentraut 2010). En estos ambientes, la salinidad es una limitación potencial para la productividad. De hecho, la salinidad es uno de los principales factores adversos ambientales que afectan a las plantas en diferentes escalas, y está relacionado con procesos morfológicos, fisiológicos, fotoquímicos, bioquímicos y metabólicos (Parida y Das 2005). Desde un punto de vista mecanístico, la

exposición a la salinidad induce respuestas osmóticas y daño iónico a las células de las plantas (Munns 2002).

Sin embargo, la fotosíntesis se encuentra entre los procesos primarios más afectados por la salinidad (Munns et al. 2006). La tasa de fotosíntesis se reduce drásticamente en las plantas expuestas al agua salina (especialmente NaCl), aunque las causas podrían ser diversas. Por lo tanto, el estrés salino puede inducir un deterioro de la fotosíntesis debido a alteraciones en la estructura y función del aparato fotoquímico, contenido de clorofila y carotenoides y conductancia estomática (Shrivastava y Kumar, 2015). Sin embargo, el conocimiento sobre el tiempo y los mecanismos involucrados en la recuperación de la fotosíntesis de las plantas sometidas a estrés por salinidad elevada fue escaso hasta la actualidad (Chaves et al., 2011).

Por otra parte, varios informes han revelado que la conductancia del mesófilo ( $g_m$ ) también desempeña un papel clave en la limitación de la tasa de fotosíntesis bajo varios tipos de estrés abiótico (Flexas et al., 2012). Por lo tanto, la respuesta de  $g_m$  en condiciones ambientales (temperatura, luz, disponibilidad de N, sequía, salinidad) se ha estudiado intensamente en una variedad de cultivos (nogal, arce, haya, tilo, etc.) y los resultados revelaron disminuciones significativas en esta variable (Flexas, 2008). Del mismo modo, otros trabajos sugieren que la salinidad también se asocia con una reducción de  $g_m$ .

En este contexto, *Jatropha curcas* L. es una especie propicia para avanzar en el conocimiento sobre los mecanismos involucrados en el impacto de la salinidad sobre la tasa de fotosíntesis. Esta especie pertenece a la familia Euphorbiaceae y es nativa de la América tropical (Achten et al., 2008). Ha recibido especial atención por la producción de biocombustibles en regiones áridas y semiáridas debido a sus características favorables (Wassner et al., 2016). De hecho, es una especie de arbusto perenne y un cultivo no comestible prometedor para la producción de biocombustibles, ya que cumple con las principales especificaciones de los estándares de biodiesel.

Aunque *J. curcas* ofrece características favorables como cultivo energético, su umbral de salinidad no había sido evaluado en forma consistente, ya que la literatura previa proporciona un conocimiento fragmentado sobre este tema. Por lo tanto, algunos estudios anteriores definieron a *J. curcas* como un cultivo sensible a la salinidad (Dorta-Santos et al., 2015; Silva et al., 2013), mientras que otros informaron tolerancia hasta  $12 \text{ dS m}^{-1}$  en agua de riego y  $10 \text{ dS m}^{-1}$  en salinidad del suelo (Gimeno et al., 2012). Además, se disponía de poco conocimiento acerca de las recuperaciones, ya que solo se conocían resultados ante intensidades leves a moderadas de salinidad (Silva et al., 2010). No obstante, no se tenían conocimientos relacionados con la posibilidad de recuperación ante un estrés salino intenso que pueda afectar al aparato fotoquímico. Finalmente, tampoco había información acerca del rol de la conductancia del mesófilo sobre la regulación de la fotosíntesis bajo salinidad en especies alternativas de grano leñosas como la mencionada.

### **AVANCES RECIENTES:**

El grupo de trabajo de la Cátedra de Cultivos Industriales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) llevó a cabo en los últimos años dos experimentos en *J. curcas* que tuvieron como objetivo avanzar en el entendimiento de la sensibilidad de distintas variables relacionadas con la fotosíntesis bajo regímenes de salinidad de variada intensidad. También se analizó la capacidad de recuperación que tiene esta especie frente a salinidades intensas de hasta  $12 \text{ dS m}^{-1}$ .

El primero de ellos se llevó a cabo en 2014 en plántulas sembradas en macetas con mezcla de suelo. A los 25 días después de la siembra (DDS) se impuso un tratamiento de salinidad, con una solución de cloruro de sodio (NaCl) que se aplicó gradualmente con el agua de riego a intervalos diarios, aumentando  $3 \text{ g L}^{-1}$  día tras día hasta alcanzar el suelo una conductividad eléctrica de  $6 \text{ dS m}^{-1}$  a los 45 días después de la iniciación de los tratamientos (DDT). Simultáneamente, también se generó un tratamiento isoosmótico con polietilenglicol 6000 (PEG) aplicando  $129.5 \text{ g L}^{-1}$  de PEG con el agua de riego a intervalos diarios, con el fin de distinguir los efectos iónicos específicos de los osmóticos. Finalmente, se tomó un tercer

tratamiento sin solutos como control (sin estrés abiótico). Las variables fueron medidas con un analizador de fotosíntesis Li-Cor 6400 (Li-Cor Inc., Lincoln, Nebraska).

Efectivamente, la tasa fotosintética bajo irradiancias saturantes ( $A_{max}$ ) fue afectada sensiblemente por una salinidad de  $6 \text{ dS m}^{-1}$  (Fig. 1). Pero sorprendentemente, la presencia de NaCl produjo un efecto beneficioso en esa variable, ya que resultó significativamente mayor que la correspondiente al tratamiento isoosmótico (PEG), que llegó a ser negativa. La merma en  $A_{max}$  estuvo asociada en parte con disminuciones en la conductancia estomática ( $g_s$ ). Sin embargo, esta variable no constituye un factor causal de la regulación de la fotosíntesis, debido a que la concentración de  $\text{CO}_2$  en la cámara subestomática ( $C_i$ ) nunca fue limitante bajo los tratamientos con estrés sino, por el contrario, aumentaron significativamente frente al control. El aparato fotoquímico, medido a través del rendimiento cuántico potencial del fotosistema II ( $F_v/F_m$ ) no fue dañado por la salinidad, denotando una fuerte estabilidad en esta especie.

Con el objetivo de aumentar el nivel de salinidad hasta lograr afectar el aparato fotoquímico, se trabajó en un nuevo experimento en 2017, con plántulas en condiciones hidropónicas. Las plantas se cultivaron en macetitas con sustrato inerte, anexadas a recipientes de plástico de 17 l con solución nutritiva Hoagland (Hoagland y Arnon, 1950). Una vez que las plántulas tuvieron 2 hojas completamente expandidas, se sometieron a tratamientos de salinidad a lo largo de doce días. Los tratamientos fueron similares a los del experimento anterior, pero en este caso se alcanzó una salinidad máxima de  $12 \text{ dS m}^{-1}$ . Después de 15 días de exposición a la concentración salina inicial, los tratamientos fueron sustituidos por las soluciones de nutrientes originales, para evaluar la recuperación de las variables.

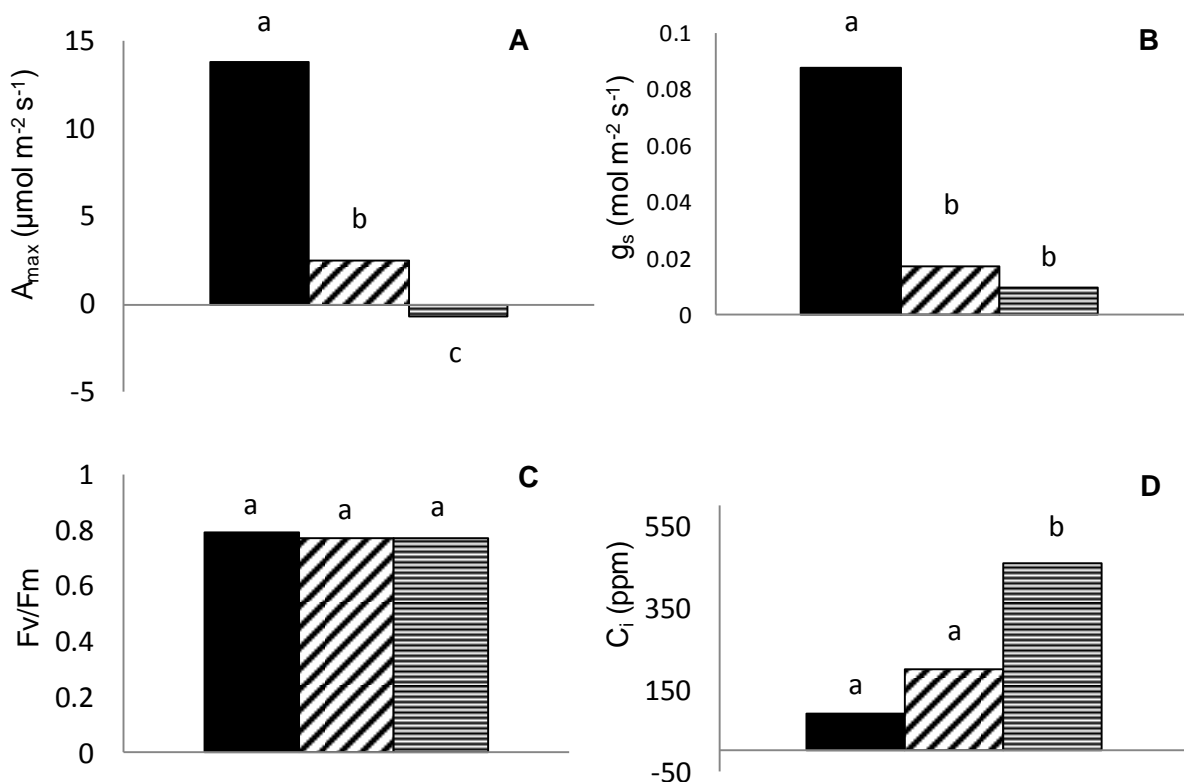


Figura 1. Tasa de fotosíntesis máxima medida con una irradiancia PAR de  $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ( $A_{max}$ , A), conductancia estomática ( $g_s$ , B), rendimiento cuántico potencial del fotosistema II ( $F_v/F_m$ , C) y concentración interna de  $\text{CO}_2$  en la cámara subestomática ( $C_i$ , D) para los tratamientos control (barras negras), salinidad de  $6 \text{ dS m}^{-1}$  con NaCl (barras rayadas oblicuas) y su tratamiento isoosmótico con polietilenglicol (barras rayadas horizontales). Las mediciones fueron hechas a los 45 días después de



la iniciación de los tratamientos (DDT). Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ , test de comparaciones múltiples de Tukey,  $n=20$ ) para cada variable.

En este experimento se estimó además la conductancia del mesófilo ( $g_m$ ) mediante la técnica propuesta por Harley et al. (1992), que se basa en la combinación de mediciones simultáneas de variables de intercambio gaseoso con fluorescencia.

Los patrones de respuesta fueron similares a los observados para el experimento anterior, cuando la comparación se realizó bajo las mismas intensidades de salinidad y estrés osmótico (Fig. 2). Así, los niveles de NaCl de 3 y 6 dS  $m^{-1}$  redujeron a  $A_{max}$  en aproximadamente un 30% más bajo que los controles, aunque no tanto como la drástica caída del 75% producida por los equivalentes isoosmóticos (PEG) ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, la ventaja de las plantas de NaCl con respecto a aquellas sometidas a efectos isoosmóticos desapareció a intensidades mayores de 6 dS  $m^{-1}$ , ya que  $A_{max}$  disminuyó de manera similar por NaCl o PEG a 9 dS  $m^{-1}$  (80%) y 12 dS  $m^{-1}$  (80%).

En términos generales, también se observaron tendencias similares para  $g_s$  y  $C_i$ , pero  $g_m$  demostró un grado de asociación mayor con la tasa de fotosíntesis. Este hallazgo resulta relevante si se considera que la posibilidad de mejorar genéticamente, utilizando a  $g_m$  como criterio de selección, podría aumentar la productividad sin necesariamente disminuir la eficiencia en el uso de agua a nivel fisiológico ( $A_{max}/Tasa\ de\ transpiración$ ) (Flexas et al., 2013). Contrariamente a lo esperado frente a la exposición a salinidades tan intensas, se registró una recuperación completa de la salinidad y el estrés osmótico a solo 8 días posteriores al inicio de la recuperación para todas las variables analizadas.

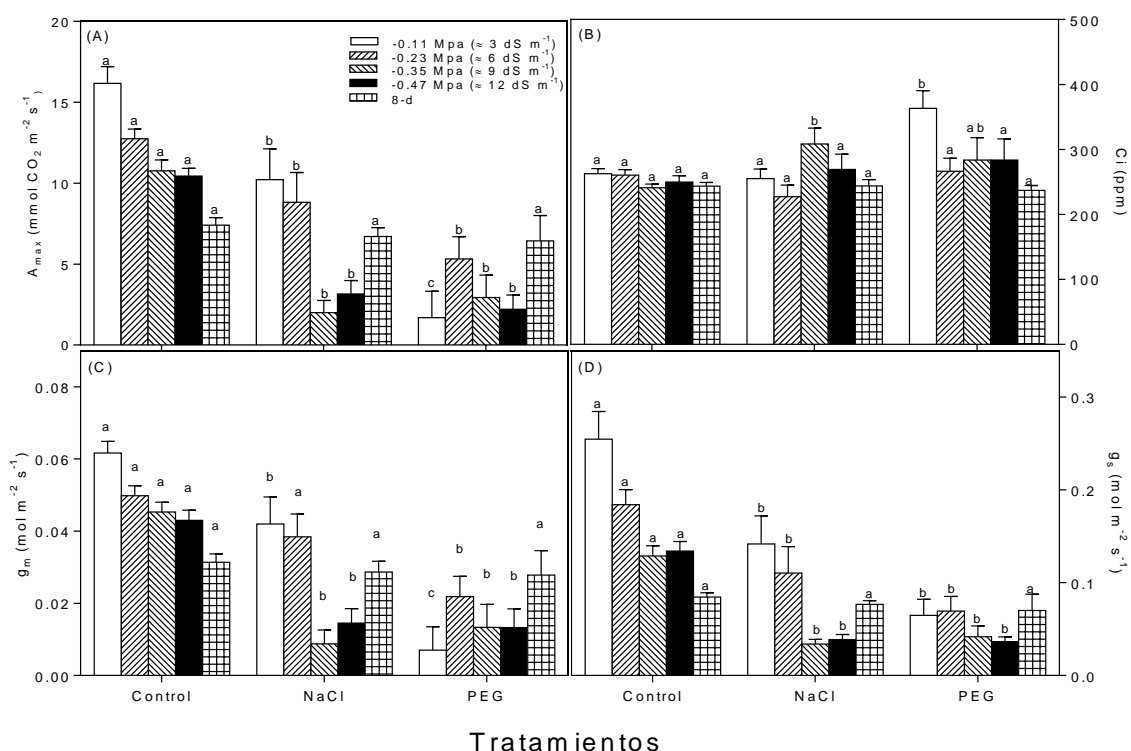


Figura 2. Tasa fotosintética ( $A_{max}$ , A), concentración intercelular de  $CO_2$  ( $C_i$ , B), conductancia del mesófilo ( $g_m$ , C) y conductancia estomática ( $g_s$ , D) en plántulas de *J. curcas* sometidas a estrés salino con NaCl, sus respectivos tratamientos isoosmóticos y recuperación (8 días). Las barras representan media  $\pm$  error estándar ( $n=6-10$ ). Letras diferentes indican diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos para cada nivel de estrés según el test de Duncan.

En corroboración con la alta estabilidad del aparato fotoquímico, se requirió 12dS  $m^{-1}$  de salinidad y el equivalente osmótico para lograr afectarlo (Fig. 3). De esta manera,  $F_v/F_m$  se redujo igualmente por las plantas de NaCl y PEG desde valores normales de alrededor de

0,8 a 0,7 ( $P < 0,05$ ) y los valores de verdor foliar (SPAD) resultaron un 20% más bajos que las plantas de control ( $P < 0,05$ ). Sorprendentemente, los valores para estos parámetros también se recuperaron completamente con solo 8 días después de iniciada la recuperación.

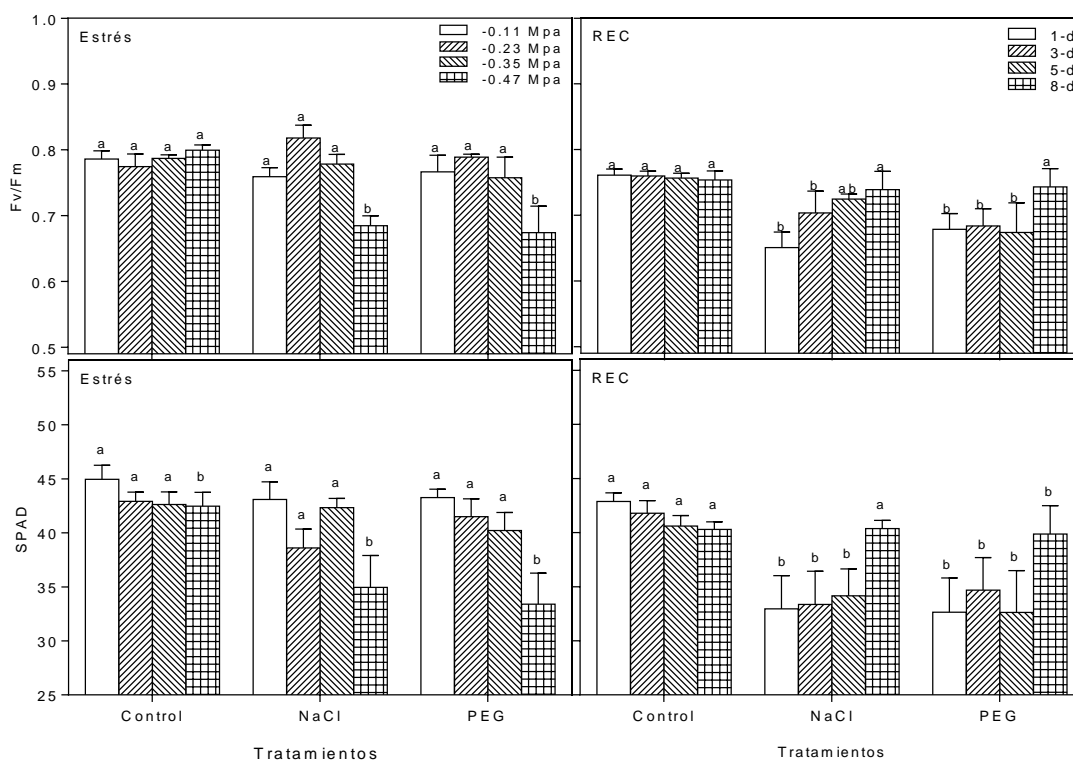


Figura 3. Máxima eficiencia fotoquímica del fotosistema II (Fv/Fm) en ausencia de luz y índice de verdor foliar (SPAD) en plántulas de *J. curcas* después de 1-d, 3-d, 5-d y 8-d de recuperación bajo condiciones control. Las barras representan la media  $\pm$  error estándar ( $n=6-10$ ). Letras diferentes indican diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos según el test de Duncan.

### CONCLUSIONES:

Nuestras investigaciones más recientes indican que *Jatropha curcas*, durante las etapas vegetativas tempranas, demostró poseer una alta tolerancia de la actividad de la fotosíntesis a los efectos iónicos sometidos a salinidades de NaCl, y un posible efecto iónico beneficioso con salinidades de hasta  $6 \text{ dS m}^{-1}$ . Aunque la ventaja desapareció bajo intensidades de salinidad más altas, nunca se detectaron efectos negativos de toxicidad específica producida por el NaCl en esta especie. El aparato fotoquímico fue extremadamente resistente, ya que se vio afectado solo a  $12 \text{ dS m}^{-1}$  de salinidad. La conductancia estomática no parece ser un factor causal del detrimento de la fotosíntesis, pero la conductancia del mesófilo se perfila como el principal regulador de la fotosíntesis bajo la salinidad, por lo que podría constituirse en un carácter promisorio para ser evaluado más a fondo con el objetivo de mejorar la fotosíntesis sin perder eficiencia en el uso del agua. Finalmente, la gran y rápida capacidad de recuperación de esta especie, incluso en niveles de salinidad muy altos, debe considerarse como un hallazgo relevante para la introducción de especies de granos perennes en sistemas de salinidad bajo programas de remediación de suelos.

### BIBLIOGRAFÍA:

Achten WMJ., L Verchot, YJ Franken, E Mathijs, VP Singh, R Aerts & B Muys, 2008. *Jatropha* bio-diesel production and use. *Biomass and Bioenergy* 32: 1063–1084.

- Chaves MM, J Miguel Costa & NJ Madeira Saibo, 2011. Plant Responses to Drought and Salinity Stress - Developments in a Post-Genomic Era. *Adv. Bot. Res., Advances in Botanical Research* 57: 49–104.
- Dorta-Santos M, M Tejedor, C Jiménez, JM Hernández-Moreno, MP Palacios-Díaz & FJ Díaz, 2015. Evaluating the sustainability of subsurface drip irrigation using recycled wastewater for a bioenergy crop on abandoned arid agricultural land. *Ecol. Eng.* 79: 60–68.
- Eisentraut A, 2010. Sustainable Production of Second-Generation Biofuels. Potential and perspectives in major economies and developing countries. IEA Energy Pap. 2010/1, OECD Publ.
- Flexas J, MM Barbour, O Brendel, HM Cabrera, M Carriquí, A Díaz-Espejo, C Douthe, E Dreyer, JP Ferrio, J Gago, A Gallé, J Galmés, H Medrano, Ü Niinemets, JJ Peguero-Pina, A Pou, M Ribas-Carbó, M Tomás, T Tosens & CR Warren, 2012. Mesophyll diffusion conductance to CO<sub>2</sub>: an unappreciated central player in photosynthesis. *Plant Sci.* 193–194: 70–84.
- Flexas J, U Niinemets, A Gallé, MM Barbour, M Centritto, A Diaz-Espejo, C Douthe, J Galmés, M Ribas-Carbo, PL Rodriguez, F Rosselló, R Soolanayakanahally, M Tomas, IJ Wright, GD Farquhar & H Medrano, 2013. Diffusional conductances to CO<sub>2</sub> as a target for increasing photosynthesis and photosynthetic water-use efficiency. *Photosynth. Res.* 117: 45–59.
- Flexas J, M Ribas-Carbó, A Diaz-Espejo, J Galmés & H Medrano, 2008. Mesophyll conductance to CO<sub>2</sub>: Current knowledge and future prospects. *Plant, Cell Environ.* 31: 602–621.
- Gimeno V, JP Syvertsen, I Simón, M Nieves, L Díaz-López, V Martínez & F García-Sánchez, 2012. Physiological and morphological responses to flooding with fresh or saline water in *Jatropha curcas*. *Environ. Exp. Bot.* 78: 47–55.
- Harley PC, F Loreto, G Di Marco & TD Sharkey, 1992. Theoretical Considerations when Estimating the Mesophyll Conductance to CO<sub>2</sub> Flux by Analysis of the Response of Photosynthesis to CO<sub>2</sub>. *Plant Physiol.* 98: 1429–1436.
- Hoagland DR & DI Arnon, 1950. The Water Culture Method for Growing Plants without Soil. Circular 347. Coll. Agric. Univ. California. Berkeley, Calif. 32pp.
- Munns R, 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell Environ.* 25: 239–250.
- Munns R, RA James & A Läuchli, 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot.* 57: 1025–1043.
- Parida AK & AB Das, 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 60: 324–349.
- Shrivastava P & R Kumar, 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi J. Biol. Sci.* 22: 123–131.
- Silva EN, RV Ribeiro, SL Ferreira-Silva, RA Viagas & JAG Silveira, 2010. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. *J. Arid Environ.* 74: 1130–1137.
- Silva EN, SA Vieira, RV Ribeiro, LFA Ponte, SL Ferreira-Silva & JAG Silveira, 2013. Contrasting Physiological Responses of *Jatropha curcas* Plants to Single and Combined Stresses of Salinity and Heat. *J. Plant Growth Regul.* 32: 159–169.
- Wassner DF, M Borrás, C Vaca-Garcia & EL Ploschuk, 2016. Harvest date modifies seed quality and oil composition of *Jatropha curcas* growth under subtropical conditions in Argentina. *Ind. Crops Prod.* 94: 318–326.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**OFERTA FORRAJERA DE UN SALITRAL DEL CENTRO DE SAN LUIS**

**Barbosa O.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Profesor Titular, Dpto Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ingeniería y Cs Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis, Avenida 25 de mayo 384, 5730 Villa Mercedes (SL) - oabarbosa@unsl.edu.ar.

**RESUMEN:**

El objetivo fue determinar la capacidad forrajera de un humedal del centro este de la provincia de San Luis. El “Bajo La Salada” se localiza al norte de la ciudad de Villa Mercedes (San Luis). Se delimitaron fisiográficamente los tipos fisonómicos y en cada uno de ellos fue determinada la vegetación, los suelos y la biomasa seca. En el matorral halófilo fueron encontradas cuatro especies con valor forrajero, *Atriplex lampa* y *A. undulata* (especies dominantes), *Sporobolus phleoides* y *Pappophorum caespitosum*, aportando un promedio de materia seca (MS) total de 2304 kg ha<sup>-1</sup>, del cual solamente 798,7 kg ha<sup>-1</sup> podría ser consumido por el ganado (33,3 %). En los parches de arbustal halófilo rastreado, la especie dominante es *Sarcocornia neei*, que no es consumida por el ganado. En las praderas halófilas abiertas se registraron 286,5 kg ha<sup>-1</sup> de MS total para *Distichlis spicata*, (61,5 %), mientras en las praderas halófilas densas el valor promedio de MS total alcanzó los 1059,3 kg ha<sup>-1</sup> correspondiendo a un 87,4 % del total aportado por este tipo fisonómico, superando en un 369,7 % a la pradera halófila abierta. Teniendo en cuenta que una vaca de cría consume 2920 kg MS año<sup>-1</sup> y un factor de uso del 40 % se estima que las 84,2 ha de la depresión salina pueden sostener 6 vacas de cría. Se concluye que: a) es posible la utilización forrajera del humedal, desterrando la creencia de que la producción de MS de estos sectores es insignificante, b) las especies forrajeras están adaptadas a cada una de las situaciones ambientales que se producen en los diferentes tipos fisonómicos y c) es importante determinar la superficie de cada tipo fisonómico, para permitir manejar el pastoreo sobre bases técnicas.

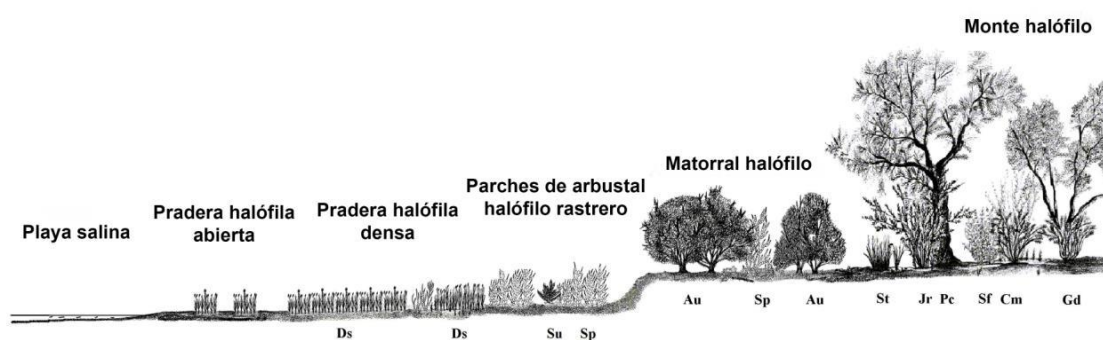
**Fisonomía del “Bajo La Salada”**

El área está localizada entre las latitudes 33° 36' y 33° 37' sur y las longitudes 65° 26' y 65° 25' oeste. Abarca aproximadamente unas 100 ha que se localizan al noreste de la ciudad de Villa Mercedes (San Luis). Este sector comprende una cuenca endorreica de escasa pendiente. A través de un análisis fisiográfico se realizó la caracterización del área, subdividiéndose en forma homogénea en diferentes subpaisajes. La fisiografía que domina el sector de estudio corresponde a la provincia fisiográfica de la llanura Chaco-Pampeana formada por la sedimentación fluvio-eólica ocurrida durante la época Pleistocénica-Holocénica con posterior acción de los agentes climáticos (Barbosa *et al.*, 2008). De acuerdo con los datos se clasifica la unidad climática como frío seco y el gran paisaje es una planicie medanosa sobre la llanura aluvial del Río Quinto. Los paisajes corresponden al manto arenoso casi plano y a una depresión o bajo salino.

La tabla 1, muestra las especies dominantes (Pacheco *et al.*, 2012) y suelos (Barbosa *et al.*, 2014). Presentó seis delimitaciones y cada una de estas se correspondió con un tipo fisonómico. En la figura 1, se observa la estructura de cada uno de ellos, así como las principales especies determinadas.

**Tabla 1.** Leyenda fisiográfica-fisonómica con las especies dominantes y suelos encontrados.

Subpaisaje	Símbolo	Tipo fisonómico	Especie dominante	Suelo
Sector llano	<b>A</b>	Monte halófilo	<i>Prosopis caldenia</i> y <i>Geoffroea decorticans</i>	Haplustol típico
Sector alto	<b>B</b>	Matorral halófilo	<i>Atriplex spp</i> (zampa)	Ustortente típico ó Epiacuate típico
Sector bajo con salinidad en superficie	<b>C</b>	Parches de arbustal halófilo rastrero	<i>Sarcocornia neei</i> (jume)	Epiacuate típico
	<b>D</b>	Pradera halófila abierta	<i>Distichlis spicata</i> (pasto salado)	Epiacuate típico
	<b>E</b>	Pradera halófila densa		Epiacuate típico
Cauce y lagunas temporarias	<b>F</b>	Playa salina	Suelo desnudo	Epiacuate típico



**Figura 1.** Perfil de distribución de la vegetación del área de estudio (Ds: *Distichlis spicata*; Jr: *Jodina rhombifolia*; Su: *Suaeda patagónica*; Pc: *Prosopis caldenia*; Sp: *Sarcocornia neei*; Sf: *Schinus johnstonii*; Au: *Atriplex spp*; Cm: *Condalia microphylla*; St: *Stipa sp*; Gd: *Geoffroea decorticans*) (Barbosa et al., 2005).

El subpaisaje sector llano (del paisaje manto arenoso casi plano) se corresponde con el monte halófilo (**A**). Es la parte más alta y se caracteriza por la presencia de especies tales como *Prosopis caldenia* (“calden”) y *Geoffroea decorticans* (“chañar”), especies aprovechadas por su madera y que prácticamente han dejado de encontrarse en forma de bosques en el sector. En este subpaisaje, cerca del área de estudio, se encuentra sembrados con pasturas como “pasto llorón” (*Eragrostis curvula*) o “agropiro alargado” (*Thinopyrum ponticum*). Estas áreas se utilizan para ganadería de cría extensiva. En este monte las precipitaciones en exceso drenan en profundidad hacia el nivel freático, y si bien existe ascenso capilar, este no es importante debido a la profundidad que se encuentran las raíces y la freática; por lo que no afecta la rizósfera y el normal desarrollo de las especies vegetales. Por otro lado, las pérdidas más importantes de agua ocurren por evapotranspiración de la gran biomasa del monte halófilo.

En los subpaisajes correspondientes a la depresión salina la utilización de la tierra es únicamente para ganadería de cría (extensiva). El sector alto, primer subpaisaje de la depresión salina, comprende matorrales halófilos (**B**) de *Atriplex undulata* y *Atriplex lampa* (“zampa”), que termina muchas veces abruptamente en forma de un pequeño escarpe o barranca. Este tipo fisonómico presenta superficies planas, con pendiente, poseyendo características salinas por la cercanía a la superficie del nivel freático. En el

matorral halófilo el ascenso capilar es importante porque provee sales a menor profundidad del suelo, por lo que la vegetación tiene que estar especialmente adaptada a ellas. También es importante la cobertura de los suelos, ya que en donde el matorral halófilo se encuentra abierto, es notable la presencia de sales en superficie, mostrando la envergadura de este movimiento vertical ascendente de agua. Asimismo, las pérdidas por transpiración son menores por la menor biomasa de este tipo fisonómico. En épocas húmedas, especialmente cuando el matorral halófilo termina en forma de barranca, en la base de esta aparece la freática en forma de afloramiento.

El sector bajo con salinidad en superficie, comprende los parches de arbustal halófilo rastrero (**C**, con dominancia de *Sarcocornia neei*, “jume”) y las praderas halófilas abierta y densa (**D** y **E**, con *Distichlis spicata*, “pasto salado”, como especie dominante). Los parches de arbustal halófilo rastrero, presenta la vegetación y una condición de drenaje más pobre. Estos matorrales rastreros de “jume” se presentan poco compactos, a modo de parches circulares, con la presencia de bastante suelo desnudo entre ellos.

Luego se encuentra una pradera halófila de “pasto salado” en forma abierta (**D**) donde el “pasto salado” se encuentra dominando al suelo desnudo o de manera densa (**E**), siendo lugares con inundaciones temporales y aparición de algas (*Cyanophyta-Cyanobacteria*) fijadoras de nitrógeno, capaces de realizar la fijación en forma anoxigénica, a partir de sulfuro de hidrógeno (Komárek *et al.*, 2014). El cauce y lagunas temporarias comprenden a la playa salina (**F**), que se corresponden con los sectores más bajos, con pequeños cauces efímeros en épocas de lluvias o donde el agua forma encharcamientos y lagunas temporarias. Estos lugares, a su vez, presentan alta salinidad en superficie cuando se evapora el agua.

En los parches de arbustal halófilo rastrero, las praderas halófilas y playa salina, los suelos con alto nivel de sodio sufren el sellado superficial, por las precipitaciones, provocando escurrimiento superficial de tipo laminar hacia los sectores más bajos. Esto es importante, debido a que inunda periódicamente los sectores más planos cóncavos ocupados por las playas salinas y los tipos fisonómicos más bajos, algunas veces formando lagunas temporarias por el tiempo en que permanece encharcado.

### Oferta forrajera del salitral

La valoración forrajera de una especie depende del contexto ambiental en el que se desarrolla. En tal sentido, en ambientes de buena productividad, especies como el “pelo de chancho” (*Distichlis spicata*) es considerada sin ninguna importancia forrajera. En cambio, en los suelos bajos muy salinos e inundables, constituye uno de los pocos recursos forrajeros capaces de soportar tales condiciones y producir biomasa (Yensen *et al.*, 1985). Además de considerarse las cualidades forrajeras de una especie, se debe considerar que la misma aporta otros beneficios como cobertura del suelo para reducir la erosión o incorporación de nitrógeno al suelo, entre otros (Pensiero *et al.*, 2017).

### Matorral halófilo

En las parcelas relevadas del matorral halófilo fueron encontradas cuatro especies con valor forrajero, *Atriplex lampa* y *A. undulata* (especies dominantes), *Sporobolus phleoides* y *Pappophorum caespitosum*.

El género *Atriplex* (*Chenopodiaceae*), está formado por un elevado número de especies distribuidas por todo el mundo, pero concentradas en su mayor parte en las zonas áridas y semiáridas de América, Australia y Cuenca Mediterránea de Europa (Correal Castellanos *et al.*, 1986). En Argentina son numerosas especies que viven en condiciones de extrema aridez y variadas condiciones edáficas y de salinidad (Fernández *et al.*, 2016; Passera, 2017a). Este género tiene una amplia distribución geográfica, desde Salta a Santa Cruz, (Martínez Carretero, 2013; Passera *et al.*, 2017b). Algunas regiones áridas tienen una temporada cálida de lluvias y una estación seca fresca. Durante el periodo húmedo no hay escasez de alimentos, pero durante la estación seca este es escaso, y las especies anuales no se desarrollan. Además, el contenido de proteína de los pastos perennes decrece por debajo del 5% (Silva Colomer

*et al.*, 1991). Durante este periodo los arbustos son una fuente alternativa de alimento porque poseen una producción de forraje más sostenida y uniforme que la flora herbácea (Silva Colomer & Passera, 1990).

En estas zonas áridas en que las que la vegetación herbácea presenta crecimiento nulo durante los períodos secos (sequías estacionales e interanuales -años secos-), o se reduce durante los períodos fríos, la biomasa “ramoneable” de los *Atriplex* constituye una reserva de alimento de vital importancia para cubrir las necesidades alimenticias de la ganadería extensiva. En tales épocas es cuando el ganado ramonea los *Atriplex*, pues durante los períodos en que la hierba fresca más “palatable” está disponible, los rumiantes la consumen preferentemente (Francllet & Le Houerou, 1971). Es de destacar que las partes leñosas del *Atriplex* constituyen una defensa frente al sobrepastoreo, problema muy frecuente en las zonas áridas; asimismo, dicha biomasa no “ramoneable” constituye un micro-hábitat favorable para la vegetación herbácea marchita, por efecto del calor y sequía estivales, ya que le proporciona sombra y un suelo enriquecido en materia orgánica y nutrientes por acumulación de hojas caídas (Mckell, 1975).

El valor nutritivo de las especies del género *Atriplex* presenta, en general, gran homogeneidad (Silva Colomer & Passera, 1990). *A. lampa* posee un 14-20 % de proteína cruda con un 65 % digestibilidad in vitro (MS) (Silva Colomer & Passera, 1990; Caballero & Fritz, 2013), mientras *A. undulata* tiene un 15-18 % de proteína cruda y 55-67 % digestibilidad in vitro (MS) (Caballero & Fritz, 2013; Norman *et al.*, 2013).

Por su parte, *Sporobolus* (*Poaceae*) es un género cosmopolita que crece en regiones tropicales, subtropicales y templado-cálidas del mundo (Ortiz Díaz & Culham, 2000; Peterson *et al.*, 2001). Más de 70 especies están distribuidas en América (Peterson *et al.* 2003, 2007), y 11 están representados en la Argentina (Denham, 2012). Muchas de estas especies son halófilas (Liphshitz & Waisel, 1974), y la mayoría de ellas se utilizan como recursos forrajeros, en planes de restablecimiento de la vegetación o como modelos para estudios de tolerancia a la salinidad (Joshi *et al.*, 2005; Khan & Gul, 2008). Entre estos, se encuentra *Sporobolus phleoides*, una hierba endémica de las regiones centro-norte de la Argentina, que integra comunidades halófilas con otras especies de reconocida tolerancia salina. Se desconoce su calidad forrajera, aunque se encontró que *Sporobolus rigens* presentó 2,9-5,2 % de proteína, 41,4-42,7 % de fibra de detergente ácido y 71,7 fibra de detergente neutro, 15,5-15,8 % de lignina y 7.3-8,4 de cenizas (Borgnia, 2007), mientras que en *Sporobolus indicus* se registraron 6,0 % proteína cruda, 44,7 % fibra de detergente ácido y 9,8 % de cenizas (Correa *et al.*, 2002) y en *Sporobolus airoides*, 6,3-9,3 % de proteína bruta (Veneciano, 2006).

El otro componente destacado del matorral halófito, *Pappophorum caespitosum* (*Poaceae*) es un pasto cespitoso perenne nativo de Sudamérica. Es una de las pocas gramíneas de valor forrajero que crece en suelos salinos del Chaco seco constituyéndose, en esos sitios, en un valioso recurso forrajero. Su valoración como forrajera se acentúa a medida que se avanza hacia sitios con menores precipitaciones y mayores temperaturas (Pensiero *et al.*, 2017). En esta especie se han encontrado valores de 9-10 % de proteína cruda (Chirino *et al.*, 1988; Attia-Ismael, 2015).

Nuestros resultados en el matorral halófilo (tabla 2) muestran que sobre un promedio de materia seca (MS) total de 2304 kg ha<sup>-1</sup>, solamente 798,7 kg ha<sup>-1</sup> podría ser consumido por el ganado, o sea un 33,3 %. De acuerdo a su valor forrajero, y a lo visualizado *in situ*, las especies principalmente desfoliadas por el ganado bovino son *Sporobolus phleoides* y *Pappophorum caespitosum*, que aportan el 7,0 y 4,1 % de la biomasa consumible total. Respectivamente, y tienen como particularidad que poseen mayor contenido de proteína cuando rebrotan. *Atriplex* aporta el 22,3 % restante, mientras *Baccharis tenella*, *Prosopis strombulifera* y *Sarcocornia neei* no son consumidas.

### **Parches de arbustal halófilo rastrero**

En estos, la especie dominante es la *Sarcocornia neei* que no es consumida por el ganado, de la misma manera que no lo es en el matorral halófito.

Tabla 2. Promedio de materia seca (MS) total (kg ha<sup>-1</sup>) aportada por las especies forrajeras encontradas en las parcelas (Mh matorral halófilo, Pha pradera halófila abierta y Phd pradera halófila densa).

Tipo fisonómico	Especies	Promedio MS total	% del total
Mh	<i>Atriplex spp. hoja</i>	503,1	22,3
Mh	<i>Sporobolus phleoides</i>	157,9	7,0
Mh	<i>Pappophorum caespitosum</i>	137,7	4,1
Pha	<i>Distichlis spicata</i>	286,5	61,5
Phd	<i>Distichlis spicata</i>	1059,3	87,4

### Praderas halófilas abiertas y densas.

En los sectores con drenaje impedido, nivel freático alto y frecuentes inundaciones, que alternan con sequía severa, se desarrollan plantas halófilas consumidas por el ganado, aunque su aceptabilidad y valor nutritivo son generalmente considerados como bajos (Brizuela *et al.*, 1990). En las praderas halófilas (abiertas y densas), la especie dominante es el *Distichlis spicata* ("pasto salado"), que es ampliamente pastoreada. Esta especie está adaptada a los bajos salinos o alcalinos y aunque crecen a lo largo del año, su principal momento de crecimiento es en verano. Así, la hacienda siempre tiene la posibilidad de encontrar plantas con hojas verdes en estas especies (Brizuela *et al.*, 1990). Se ha demostrado la participación de *Distichlis spp.* en la dieta de diferentes herbívoros mediante el análisis microhistológico. y comparando, la identificación microscópica de los restos vegetales contenidos en heces, con los preparados histológicos de las plantas de la región (Holechek *et al.*, 1982). El pasto salado formó parte importante de la dieta bovina en verano e invierno, tanto en la depresión del Salado (Brizuela *et al.*, 1990) como en Patagonia (Somlo *et al.*, 1985). Para *Distichlis spicata* se han encontrado valores de 5-12 % de proteína cruda y 18-53 % digestibilidad in vitro (MS) (Hidalgo *et al.*, 1998; Al-Dakheel *et al.*, 2006).

En las parcelas de nuestro ensayo colocadas en las praderas halófilas abiertas fueron encontrados valores de 286,5 kg ha<sup>-1</sup> de MS total para *Distichlis spicata*, que corresponde a un 61,5 % del total del tipo fisonómico (tabla 2). El resto de la MS del tipo fisonómico la componen *Cressa truxillensis* y *Sarcocornia neei* que no son consumidas. No sucedió lo mismo en las parcelas de las praderas halófilas densas (tabla 2) cuyo valor promedio de MS total de *D. spicata* alcanzó los 1059,3 kg ha<sup>-1</sup> correspondiendo a un 87,4 % del total aportado por este tipo fisonómico con un aumento del 369,7 % con respecto a la pradera halófila abierta. El resto de la MS correspondió a *Cressa truxillensis* que, como el tipo fisonómico anterior, no es consumida.

Di Marco (1975) propuso que una vaca de cría tiene un consumo de MS de forraje del orden del 2 % de su peso corporal, cuando consume forrajes con una digestibilidad del 55 %. Tomando una vaca de cría de 400 kg la ingesta diaria se encuentra alrededor de los 8 kg MS por día con lo cual al año se llega al valor de 2920 kg MS año<sup>-1</sup>. Teniendo en cuenta este valor y un factor de uso del 40 % (tabla 3) se puede estimar que las 84,2 ha de la depresión salina pueden sostener 6 vacas de cría.

Tabla 3. Capacidad forrajera de cada tipo fisonómico (Mh matorral halófilo, Pahr parches de arbustal halófilo rastrero, Pha pradera halófila abierta, Phd pradera halófila densa y Ps playa salina).

Tipo fisonómico	MS total año (kg año <sup>-1</sup> )	ha UG <sup>-1</sup>	UG total
Mh	798,7	9,1	3,5
Pahr	1799,0	0	0
Pha	286,5	25,5	0,9
Phd	1059,3	6,9	1,8
Ps	Sin vegetación	0	0



## Conclusión

Se demuestra que es posible la utilización forrajera del humedal “Bajo La Salada” desterrando la creencia de que la producción de MS de estos sectores es insignificante. Las especies forrajeras están especialmente adaptadas a cada una de las situaciones ambientales que tienen lugar en los diferentes tipos fisonómicos. Asimismo, surge la importancia de determinar la superficie de cada tipo fisonómico, ya que ello mostrará la producción disponible de forraje en cada sector y, por ende, no sólo la capacidad forrajera de toda el área, sino permitirá manejar el pastoreo, disponiéndolo espacialmente sobre bases técnicas.

## Bibliografía

- Al-Dakheel AJ, GS Al-Hadrami, SA Al-Shorepy & G AbuRummani. 2006. Optimizing Management Practices for Maximum Production of Two Salt-Tolerant Grasses: *Sporobolus virginicus* and *Distichlis spicata*. Proc. Seventh Annual UAE University Res. Conf. 2. pp.44-50.
- Attia-Ismael S. 2015. Nutritional and Feed Value of Halophytes and Salt Tolerant Plants. In book: Halophytic and Salt-Tolerant Feedstuffs, Impacts on Nutrition, Physiology and Reproduction of Livestock, Edition: 1, Chapter: 7, Publisher: CRC print, Editors: Hassan M. El Shaer, Victor R. Squires, pp.106-126.
- Barbosa OA, J Alvarez-Rogel, HN Villa & CA Bianco. 2005. Fisonomía de la vegetación halófila de un sector del “bajo las saladas” (S.L.). En: AVANCES EN INGENIERÍA AGRÍCOLA 2003-2005, VIII CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL (CADIR 2005), 9 al 12 de noviembre, Villa de Merlo, Argentina.
- Barbosa OA, M Cantú & A Becker. 2008. Gira edafológica y programa. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 48 p.
- Barbosa OA, J. Alvarez-Rogel, MC Pacheco Insausti, JL Mores, RA Cerda, DN Belgrano Rawson, PJ Casale, VV Scally & DA Riscosa. 2014. Morphology of soils the saline wetlands of San Luis center. XXXII Reunión Científica anual de la Sociedad de Biología de Cuyo. Estancia Grande (San Luis, Argentina).
- Borgnia M. 2007. Estudios aplicados al manejo ambiental en la Reserva Laguna Blanca, Catamarca. Capítulo 4. Aspectos forrajeros de la vegetación de Laguna Blanca. En: Área Ecología. Editorial Científica Universitaria - UNCa. 47-62 p.
- Brizuela MA; MS Cid, DP Miñon & R Fernández Grecco. 1990. Seasonal utilization of salt-grass (*Distichlis* spp.) by cattle. Anim. Feed Sci. Technol., 30:321-325.
- Caballero GA & MA Fritz. 2013. Composición botánica y valor nutritivo de la dieta de cabras en un arbustal halófilo y un jarillal del oeste de la provincia de La Pampa. Trabajo Final de Graduación. Universidad Nacional de La Pampa. 61 p.
- Chirino CC, KM Norlander Grahn & LE Robles. 1988. Determinación de proteína bruta de algunas especies forrajeras de La Pampa. Rev Fac Agron, UNLPam 3:57-74.
- Correal Castellanos E, J Silva Colomer, J Boza Lopez & C Passera. 1986. Valor nutritivo de cuatro arbustos forrajeros del género *Atriplex* (*A. nummularia*, *A. cynerea*, *A. undidata* y *A. lampa*). Pastos 16:177-189.
- Denham SS. 2012. *Sporobolus* R. Br. In: Zuloaga F.O., Rúgolo Z.E., Anton A.M. (eds) Flora vascular de la República Argentina. *Monocotyledoneae, Poaceae: Aristidoideae a Pharoideae*. Gráficamente Córdoba, pp 208–218.
- Di Marco O. 1975. Capacidad de consumo de forrajes en los bovinos. Universidad Nacional de Río Cuarto. Catedra de Nutrición y alimentación animal. 25 p.
- Fernández ME, CB Passera & MA Cony. 2016. Sapling growth, water status and survival of two native shrubs from the Monte Desert, Mendoza, Argentina, under different preconditioning treatments. Rev.de la Facultad de Cs Agrarias UNCuyo 48:110-125.
- Francllet A & HN Le Houerou. 1971. Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. FO: SF/Tun 11, Rapp. Tech. núm. 7, Rome, FAO.
- Hidalgo LG; MA Cauhepé & AN Emi. 1998. Digestibilidad y contenido de proteína bruta en especies de pastizal de La Pampa Deprimida (Argentina). Rev de Inv. Agr. Prod. y San. Anim. 13:165-177.

Holechek J & B Gross. 1982. Evaluation of different calculation procedures for microhistological analysis. *J. Range Manage.* 35:721-723.

Joshi AJ, BS Malia & H Hinglagiaa. 2005. Salt tolerance at germination and early growth of two forage grasses growing in marshy habitats. *Environm Exp. Botany* 54:267-274.

Khan MA. & B Gul. 2008. Halophyte seed germination. In: Khan M.A., Weber D.J. (eds) *Ecophysiology of high salinity tolerant plants*. Springer, Netherlands, pp 11–30.

Komárek J; J Kaštovsk; Mareš & JR Johansen. 2014. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. *Preslia* 86: 295-335.

Lipshitz N & Y Waisel. 1974. Existence of salt glands in various genera of the gramineae. *New Phytol* 73:507-513.

Martínez Carretero E. 2013. La diagonal árida argentina: entidad bioclimática. En: Pérez, DR; Rovere, AE; Rodríguez Araujo, ME (Eds.) *Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina*. Vazquez Mazzini Editores, Buenos Aires. 520 p.

Mckell CM 1975. Shrubs, a neglected resource of arid lands. *Science*, 187:803-809.

Norman HC, DG Masters & EG Barrett-Lennard. 2013. Halophytes as forages in saline landscapes: interactions between plant genotype and environment change their feeding value to ruminants. *Environmental and Experimental Botany* 92:96-109.

Ortiz-Díaz JJ & A Culham. 2000. Phylogenetic relationships of the genus *Sporobolus* (*Poaceae: Eragrostideae*) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. In: Jacobs S, Everet J (eds) *Grasses: systematics and evolution*. CSIRO, Melbourne, pp 184–188.

Passera CB 2017a. Guía para la propagación e implantación de Zampa (*Atriplex lampa*). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo e Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, IADIZA-CONICET, Argentina. 20 p.

Passera CB; ME Fernández & LI Allegretti. 2017b. Arbustos nativos del género *Atriplex*: un interesante recurso forrajero y para la restauración de ambientes salinos. En: V Reunión de la Red Argentina de Salinidad: salinidad un desafío para el Semiárido; OA Barbosa; JC Colazo (Editores), 4 al 6 de octubre, Villa Mercedes (SL), 293 p.

Pensiero JF, JM Zabala, L Marinoni & G Richard. 2017. Recursos fitogenéticos forrajeros nativos y naturalizados (RFFyN) para suelos salinos de la región chaqueña de la Argentina. En: Taleisnik E y RS Lavado (Editores). *Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina. Recursos y aprovechamiento productivo*. Taleisnik E & RS Lavado (Editores). Orientación Gráfica Editora y Universidad Católica de Córdoba. 373-418 p.

Peterson PM, R Soreng, G Davidse, T Filgueiras, F Zuloaga & E Judziewicz. 2001. Catalogue of New World grasses (*Poaceae*): II. Subfamily *Chloridoideae*. *Contr US Natl Herb* 41:1-255. <http://www.jstor.org/stable/23493180>

Peterson PM, S Hatch & A Weakley. 2003 *Sporobolus* R. Br. Pp. In: Barkworth M, Capels K, Long S, Piep M (eds). *Flora of North America Editorial Committee, Flora of North America*. Oxford Univ. Press, New York, 25, pp 115-139.

Peterson PM, T Columbus & S Pennington. 2007. Classification and biogeography of New World grasses: *chloridoideae*. *Aliso* 23:580-594.

Silva Colomer JH & C Passera. 1990. The nutritional value of *Atriplex* spp. as fodder for arid regions. *Journal of Arid Environments* 19:289-295.

Somlo R; C Durañona & R Ortiz. 1985. Valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 5:589-605

Veneciano JH 2006. Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: características y productividad. EEA San Luis (INTA). *Información técnica* 171. 84 p.

Yensen NP; SB Yensen & CW Weber. 1985. A review of *Distichlis* spp. for production and nutritional values. In: Whitehead, EE; CF Hutchinson; BN Timmermann & RG Varady (eds). *Arid lands today and tomorrow*. Boulder: Westview Press; p. 809-822.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.  
El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.  
22 al 25 de julio de 2019  
Facultad de Agronomía UBA



## **EFFECTO DEL TIPO DE SAL Y SU CONCENTRACIÓN SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *SARCOCORNIA NEEI* (CHENOPODIACEAE) EN TRES HÁBITATS CONTRASTANTES**

**V.N. González<sup>1</sup>, A. Videla<sup>2</sup>, L.R. Sosa<sup>3</sup>, M. Muñoz<sup>4</sup>, B.J. Shibar<sup>5</sup>, M.F. Alonso<sup>6</sup>.**

<sup>1</sup> Escuela de Agronomía, Universidad Austral de Chile, Valdivia 567, Chile.

<sup>2</sup> Departamento de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina.

<sup>4</sup> CEUS, Universidad de Santiago de Chile, Llanquihue 709, Chile.

<sup>5</sup> Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Universidad Austral de Chile, Valdivia 567, Chile.

<sup>6</sup> Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia 567, Chile.

(E- mail: maximo.alonso@uach.cl)

**RESUMEN:** Se estudió el efecto de la salinidad sobre la germinación de semillas de *Sarcocornia neei* inducida con NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bajo condiciones controladas de laboratorio para tres hábitats contrastantes. Las soluciones salinas fueron preparadas con agua destilada para obtener el equivalente a 0, 25, 50, 75, y 100% de la salinidad del agua de mar de las costas de Lenca (Puerto Montt, Chile), tanto con NaCl como con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Durante once días se monitoreo la respuesta a la germinación. La germinación inducida con NaCl fue significativamente diferente entre los hábitats. La germinación inducida con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fue significativamente diferente en la localidad C con respecto a la localidad A y B. La máxima germinación alcanzada fue un 88% en la localidad B con el tratamiento agua destilada. El porcentaje y tasa de germinación decrece al incrementarse el nivel de salinidad para ambas sales. El porcentaje de recuperación aumenta al incrementar la salinidad, alcanzando un 40,77% en NaCl y 16% en Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Sarcocornia neei* comparte una tolerancia moderada a la salinidad en la etapa de germinación.

**PALABRAS CLAVE:** Halófitas, salinidad, germinación.

### **INTRODUCCION**

*Sarcocornia neei* Lag. (en adelante *S. neei*) es una especie halófitas de la familia (Chenopodiaceae) (Alonso and Crespo, 2008), conocido como "espárrago de mar" (Riquelme *et al.*, 2016), que crece a lo largo de la costa del Pacífico de América del Sur desde Perú a Chile y en las tierras bajas de Argentina (Alonso and Crespo, 2008). Es una planta capaz de tolerar grandes cantidades de sal para crecer (Alonso *et al.*, 2017) pudiendo ser irrigada con agua altamente salina e incluso en concentraciones de sal equivalente al agua de mar (Ventura *et al.*, 2011).

Las especies halófitas forman manglares y marismas (Pinheiro *et al.*, 2016). Estos son pantanos salobres, ubicados en la zona intermareal del litoral del Océano Pacífico que sufren inundaciones periódicas con agua salada, dado por la subida de la marea (San Martín *et al.*, 1992).

La germinación es una etapa crítica en el ciclo de vida de las halófitas (Alonso *et al.*, 2017) En estudios previos (Vicente *et al.*, 2007; Wei *et al.*, 2008; Ventura *et al.*, 2011; Alonso *et al.*, 2017) se indica que al incrementar la salinidad se reduce el porcentaje de germinación de sus semillas. Por otra parte, la alta salinidad también puede causar una inhibición completa de la germinación en concentraciones más allá de los límites de tolerancia de la especie (Vicente

et al., 2007). Por este motivo, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de diferentes niveles de salinidad inducida con NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en tres hábitats contrastantes, sobre la germinación de *S. neei*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con semillas de *S. neei*, recolectadas en tres hábitats: (A) sector costero rocoso de la Bahía de Totoral, provincia de Copiapó, región de Atacama, Chile (27° 49' 49" S, 70° 05' 10" O), (B) sector costero arenoso de Lenca, provincia de Llanquihue, región Los Lagos, Chile (41° 29' 30,9" S, 72° 51' 35,61" O) y (C) arroyo El Bebedero, provincia de San Luis, Argentina (33° 43' S, 66° 37' W). El peso de las cien semillas de cada procedencia fue de 0,02, 0,03 y 0,01 gramos, respectivamente.

El experimento se estableció en una cámara de crecimiento controlado marca Tempra modelo LG539, ubicada en el Laboratorio de Fitotecnia en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

Previo al ensayo de germinación, las semillas permanecieron inundadas con agua potable por 40 días a 4° C en placas Petri de vidrio. Finalizado el periodo de estratificación, las semillas fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 2% por 30 segundos y enjuagadas con agua destilada. Las semillas fueron distribuidas en forma homogénea en placas Petri de vidrio esterilizadas, con doble capa de papel filtro Whatman N°1 humedecido con 3 ml de la solución salina correspondiente. En cada placa de Petri se sembraron 25 semillas distribuidas en un arreglo 5 x 5. Las soluciones fueron preparadas con agua destilada agregando 0, 124, 248, 372 y 496 mM de NaCl y 0, 62, 124, 186 y 248 mM de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, obteniendo el equivalente al 0, 25, 50, 75 y 100% de la salinidad del agua de mar del sector costero de Lenca con ambas sales. Tres replicas para cada tratamiento fueron incubadas a una temperatura constante de 20°C y un fotoperiodo de 16 horas de luz.

Las semillas fueron monitoreadas por once días. Se utilizó como criterio de germinación la protrusión de la radícula. Después de once días, las semillas no germinadas en cada tratamiento fueron transferidas a placas Petri de vidrio esterilizadas con doble capa de papel filtro Whatman N°1 humedecido con 3 ml de agua destilada para la prueba de recuperación. Las semillas fueron monitoreadas por otros 11 días. El ensayo correspondió a un diseño de bloques completos al azar.

Las variables respuesta determinadas para cada tratamiento fueron:

*Porcentaje de germinación (%G)*: Total de semillas germinadas en cada tratamiento al final del periodo, como fracción del número total de semillas usadas en el tratamiento.

*Tasa de germinación (TI)*: Una modificación del Índice de velocidad de germinación de Timson, calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$TI = \sum_{i=0}^n \frac{G}{t}$$

Donde *G* es el porcentaje de semillas germinadas diariamente y *t* es el periodo total de germinación. Un *TI* de 100 significa que todas las semillas germinaron el día 1, en cambio, un *TI* de 0 indica la no germinación de todas las semillas.

*Porcentaje de recuperación (%R)*: La fracción de semillas de cada tratamiento germinadas en agua destilada después de tratadas con la solución salina, calculado como:

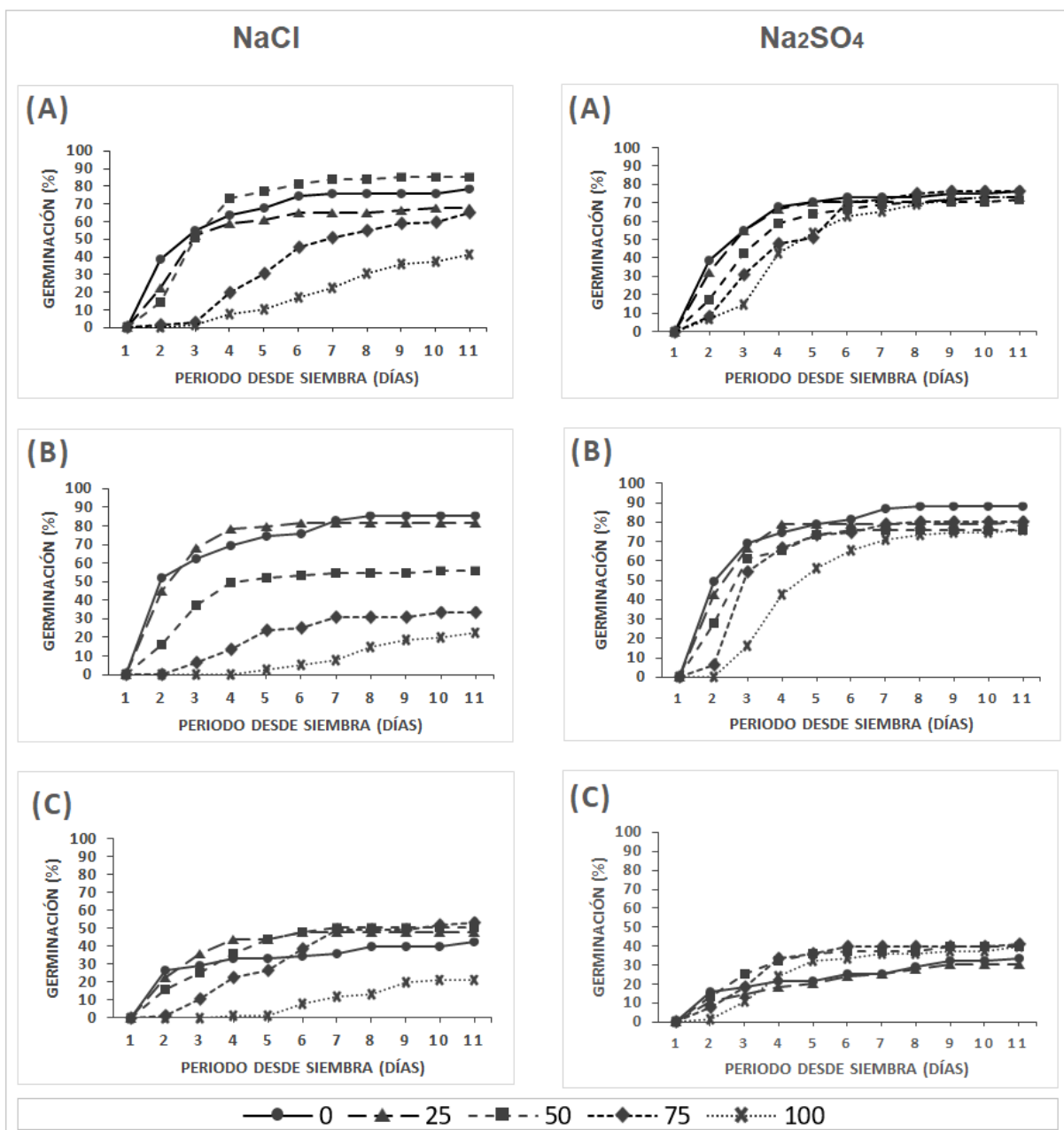
$$\%R = \frac{(a - b)}{(c - b)} * 100$$

Donde *a* es el número de semillas germinadas después de transferidas a agua destilada, *b* es el número de semillas germinadas con la solución salina y *c* es el total de semillas utilizadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El porcentaje de germinación de *S. neei* inducida con NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fue significativamente afectado por la localidad (P<0.05) y el nivel de salinidad (P<0.05) y no hubo interacción entre ambos factores (Figura 1). Nuestros resultados coinciden con estudios previos (Vicente *et al.*, 2007; Wei *et al.*, 2008; Guma *et al.*, 2010; Ventura *et al.*, 2011, Alonso *et al.*, 2017) los que indican que, al incrementarse el nivel de salinidad, la germinación se reduce. La germinación de las semillas de la localidad A decrece de un 78,7% en el tratamiento control (agua destilada) a un 41,3% en el tratamiento de mayor salinidad (496 mM) de NaCl. La germinación de las semillas de la localidad B decrece de un 85,3% con agua destilada a un 22,7% con 496 mM de NaCl y la germinación de las semillas de la localidad C decrece de un 42,7% con agua destilada a un 21,3% en el tratamiento más salino.

Figura 1. Germinación de semillas de *Sarcocornia neei* para las localidades A, B y C a niveles de salinidad equivalentes a 0, 25, 50, 75 y 100% de la salinidad del agua de mar de la costa de Lenca, Puerto Montt, Chile, obtenidos con NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.



La germinación con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> siguió el mismo patrón que en NaCl. La germinación de las semillas de la localidad A decrece de un 76% en el tratamiento control (agua destilada) a un 73.3% en el tratamiento de mayor salinidad (248 mM) de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La germinación de las semillas de la localidad B decrece de un 88% con agua destilada a un 76% en el tratamiento más salino. La germinación de las semillas de la localidad C se vio afectada por el ataque de *Alternaria* sp. lo que alteró levemente los resultados de germinación, la que bordeó un 40%.

La máxima germinación de *S. neei* alcanzada en este trabajo fue de un 88% en agua destilada en la localidad B, siendo mayor que el 74% reportado por Alonso *et al.*, (2017) para *Sarcocornia neei* (Lag.), el 66% reportado por Gul y Khan (2003) para *Salicornia athaensis* (Tidestr.) A.J Scott en agua destilada y el 65% obtenido por Meot-Duros y Magné (2008) para *Crithmum maritimum* L. en condiciones no salinas. Estas dos últimas especies tienen patrones de germinación similares a *Sarcocornia neei* (Pujol *et al.*, 2001).

La tasa de germinación de *S. neei* inducida con NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> también fue significativamente afectada por la localidad (P<0.05) y el nivel de salinidad (P<0.05). La interacción entre los factores no fue significativa. La tasa de germinación decrece al incrementarse el nivel de salinidad. Semillas de la localidad C presentan diferencias significativas en la tasa de germinación inducida con NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, respecto semillas de la localidad A y B (Tabla 1). La germinación de las semillas de *S. neei* de los tres hábitats ocurre desde el día 2 al día 11.

Tabla 1. Porcentaje de germinación (%G), tasa de germinación (TI) y porcentaje de recuperación (%R) de *Sarcocornia neei* para las localidades A, B y C.

Localidad	%G	TI	%R	%G	TI	%R
	NaCl	NaCl	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
A	67,73 a	22,23 a	20,80 a	80,00 a	29,52 a	9,46 a
B	56,40 b	20,14 a	11,46 b	74,13 a	26,49 a	7,06 b
C	43,20 c	14,44 b	5,12 c	37,06 b	12,53 b	4,86 c

Finalmente, el porcentaje de recuperación (%R) de *S. neei* fue significativamente afectado por la localidad (P<0.05) y el nivel de salinidad (P<0.05) y no hubo interacción entre estos dos factores. En general, el porcentaje de recuperación aumenta con el tratamiento más salino tanto para NaCl como para Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Tabla 2). El mayor porcentaje de recuperación (20.8% en NaCl y 9.46% en Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) se obtuvo en las semillas de la localidad A. Las semillas de la localidad C presentaron el menor porcentaje de recuperación para ambas sales, 5.12% y 4.86% respectivamente (Tabla 1).

Tabla 2. Porcentaje de germinación (%G), tasa de germinación (TI) y porcentaje de recuperación (%R) de *Sarcocornia neei* para las localidades A, B y C a salinidades equivalentes a 0, 25, 50, 75, 100% de la salinidad del agua de mar de la costa de Lenca.

Salinidad %	%G	TI	%R	%G	TI	%R
	NaCl	NaCl	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
0	70,00 a	26,42 a	1,22 c	65,77 a	25,25 a	2,77 b
25	65,77 a	26,01 a	3,11 c	65,77 a	23,71 ab	2,88 b
50	64,00 a	23,31 a	4,66 c	63,11 a	23,19 ab	6,44 ab
75	50,66 b	13,57 b	12,55 b	62,66 a	22,62 ab	7,55 ab
100	28,44 c	5,37 c	40,77 a	61,33 a	19,47 b	16,00 a

## CONCLUSIONES

Nuestros resultados demuestran que *S. neei* tiene una tolerancia moderada a la salinidad en la etapa de germinación. Una disminución en el porcentaje de germinación y tasa de germinación con un incremento de la salinidad sugiere que *Sarcocornia neei* no

necesariamente tiene requerimientos fisiológicos de sal para germinar. Los valores de recuperación de este estudio indican que gran fracción de las semillas de *S. neei* permanecen viables y con capacidad de germinación después de expuestas a condiciones de salinidad. Las diferencias en el porcentaje de recuperación en las localidades A, B y C indican que la salinidad y procedencia afectan la germinación de las semillas de *S. neei*.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- Alonso, M.; Orellana, C.; Valdes, S. & Díaz, F. 2017. Effect of salinity on the germination of *Sarcocornia neei* (Chenopodiaceae) from two contrasting habitats. *Seed Science and Technology* 45: 252-258.
- Gul, B. & Khan, M. 2003. Effect of growth regulators and osmótica in alleviating salinity effects on the germination of *Salicornia utahensis*. *Pakistan Journal of Botany* 35: 66-71.
- Guma, I.; Padrón-Mederos, M.; Santos-Guerra, A. & Reyes-Betancort, J. 2010. Effect of temperature and salinity on germination of *Salsola vermiculata* L. (Chenopodiaceae) from Canary Islands. *Journal of Arid Environments* 74: 708-711.
- Meot-Duros, L. & Magné, C. 2008. Effect of salinity and chemical factors on seed germination in the halophyte *Crithmum maritimum* L. *Plant and Soil* 313: 83-87
- Pujol, J.A., Calvo, J.F. & Ramírez-Díaz, L. 2001. Seed germination, growth and osmotic adjustment in response to NaCl in a rare succulent halophyte from Southeastern Spain. *Wetlands* 21: 256-264.
- Ventura, I., Wuddineh, W., Myrzabayeva, M., Alikulov, Z., Khozin-Goldberg, I., Shpigel, M., Samocha, T. & Sagi, M. 2011. Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual *Salicornia* and perennial *Sarcocornia* halophytes as leafy vegetable crops. *Scientia Horticulturae* 128: 189-196
- Vicente, M., Conesa, E., Alvarez-Rogel, J., Franco, J. & Martinez-Sanchez, J. 2007. Effects of various salts on the germination of three perennial salt marsh species. *Aquatic Botany* 87: 167-170.
- Wei, Y., Dong, M., Huang, Z. & Tan, D. 2008. Factors influencing seed germination of *Salsola affinis* (Chenopodiaceae), a dominant annual halophyte inhabiting the deserts of Xinjiang, China. *Flora* 203: 134-140.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EXPERIENCIAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS SALINOS CON GRAMÍNEAS  
SUBTROPICALES EN LLANURA DEPRIMIDA SALINA DE TUCUMÁN.**

**Toll Vera, J. R.**

**Dr. Agr.; Profesor Adjunto Cátedra de Forrajicultura y Cerealicultura; Facultad de  
Agronomía y Zootecnia, UNT. Avda. Kirchner 1900, S. M. Tucumán (4000) Tucumán,  
redtoll@gmail.com.**

**RESUMEN:** La Llanura Deprimida Salina de Tucumán y Oeste de Santiago del Estero presenta suelos salinos, salinos-sódicos y la existencia de capa freática salina fluctuante con períodos de anegamiento temporario y/o saturación del perfil durante meses estivo-otoñales que limitan marcadamente la capacidad productiva.

En Finca La Celina, Depto. Río Hondo, Santiago del Estero, se procedió al análisis de limitantes productivas y al desarrollo de alternativas factibles a nivel predio. Relevamiento planialtimétrico, sistematización del movimiento de aguas superficiales (terrazas de base anchas con bordo canal; canales de guardia; canales de drenaje de capa freática) e implantación de pasturas cultivadas (grama Rhodes (*Chloris gayana*); pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), trébol blanco de olor (*Melilotus alba*); como naturales pasto crespo (*Trichloris pluriflora*) junto al manejo impuesto de alto remanente y diferido (35% del total) permitieron mantener un adecuado nivel de deposición de hojarasca/paja que favoreció la retención de humedad, cobertura de suelo, acumulación de materia orgánica superficial y el rebrote temprano en primavera de los lotes diferidos de las distintas pasturas.

Los suelos evolucionaron favorablemente y al cabo de 15 años mostraron disminución CE de 23 a 7 dS.m<sup>-1</sup>, aumento del contenido de materia orgánica 2,9 a 3,91% y fijar 100 tn C ha<sup>-1</sup> en los primeros 60 cm del perfil. El pasto estrella; los distintos cultivares de grama Rhodes; pasto crespo grande y trébol de olor blanco bajo el manejo impuesto aumentaron en forma progresiva y sostenida la producción de forraje (Kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), en el tiempo demostrando capacidad para mejorar el ambiente productivo. El cultivar Callide (4n) fue el de mayor capacidad productiva (11.674 Kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>); los cultivares Top Cut, Fine Cut y Katambora conforman un interesante grupo de comportamiento similar (9.833 a 10.487 Kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

**PALABRAS CLAVES:** recuperación de suelos; gramíneas subtropicales; Tucumán.

## **INTRODUCCIÓN**

La agriculturización basada en el avance del cultivo de la soja y el desarrollo de tecnologías de producción ha marcado el quehacer agropecuario, en el Chaco Argentino, la ganadería es el subsector que más superficie cedió a manos de la soja. Entre 1977 y 2010, las áreas agrícolas se triplicaron (crecimiento del 298%), lo que implicó la transformación de 7.630.000 has de ambientes nativos. La desaparición de la cobertura boscosa trajo implícito un aumento en la escorrentía, ascenso de napas freáticas muchas veces salinas y el afloramiento salino.

Trabajos sobre la cuenca del Río Salí hicieron un ordenamiento de las subcuencas más vulnerables en función de la densidad de drenaje y la pendiente de las mismas. Se desprende que las subcuencas del arroyo Mista, Río Huacra y San Javier son las que mayor vulnerabilidad



presentan ante eventos de lluvias intensas. Las dos primeras, se caracterizan por tener relieve con poca o nula pendiente, lo que agudiza el proceso de inundación.

El área de recolección de la subcuenca del arroyo Mista es la de mayor extensión en relación a las demás subcuencas que integran la gran cuenca del río Salí. La subcuenca del Arroyo Mista se caracteriza por no tener afluentes ramificados lo que le confiere muy baja densidad de desagüe y drenaje. La densidad de drenaje es de 20 metros de curso por cada km<sup>2</sup> de superficie de cuenca y su pendiente es la más baja de todos los cursos de agua de la cuenca en general. Ésta presenta en la parte Norte su punto más alto con 960 m.s.n.m. que colinda con las primeras estribaciones de las sierras del Nordeste y su punto más bajo hacia el Sur, justo en su desembocadura, con 287 m.s.n.m.

Los torrentes del escurrimiento superficial se desplazan en dirección Norte – Sur, sin cauce definido, arrasando en su camino campos cultivados, canales de riego y ocasionalmente vías de comunicación; y desagua en el Norte y Centro del Departamento de Leales, una región deprimida de 350 - 270 m.s.n.m. Luego continúa su derrotero a través de explotaciones agropecuarias, donde al perder gran parte de su energía cinética, se estaciona formando verdaderas lagunas. La principal consecuencia de este tipo de relieve -suaves y largas superficies aplanadas- con suelos loésicos, es el incremento del riesgo de erosión hídrica de tipo laminar. En algunas áreas de esta subcuenca otro factor importante, es el peligro de salinización de los horizontes superficiales como consecuencia del ascenso de la capa freática salino-alcalina especialmente en los departamentos de Leales y Cruz Alta, con una profundidad crítica de la napa se sitúa alrededor de los 1,60 metros para contenidos salinos superiores a los 800 -1000 mg. l<sup>-1</sup>.

Otro aspecto muy importante, es el climático donde las tendencias del clima regional, desde la segunda mitad del siglo pasado nos muestran condiciones hídricas excesivas. Estas favorecen la saturación del suelo, en verano-otoño, situación agravada por el aumento en las frecuencias de lluvias intensas -de baja probabilidad de ocurrencia-, que estimulan el proceso de inundación. En este contexto otro factor a considerar es el manejo del suelo, pues no existen sistemas de drenajes a nivel de subcuenca para solucionar el problema de los escurrimientos superficiales. También, el libre drenaje de la subcuenca del arroyo Mista es dificultado por la influencia de algunas obras de tipo vial y el infradimensionamiento en el número de alcantarillas sobre rutas. El anegamiento en las áreas planas o deprimidas se produce por simple influencia pluvial y/o elevación de las napas subterráneas, lo que determina la permanencia de los suelos en condiciones de saturación durante largos períodos.

En la subcuenca del Arroyo Mista la situación se empeora aún más por la presencia del gran lago de Río Hondo que cubre una superficie de 34.200 hectáreas en periodos normales, y alcanza 42.000 h. en épocas de creciente. Esta expansión estacional del espejo de agua extiende su influencia aguas arriba y contribuye a la saturación de los suelos por elevación de la capa salino-alcalina. Ello se traduce en una incapacidad de infiltración de las aguas y favorece el desarrollo de las crecientes e inundaciones en la zona.

## LA EXPERIENCIA.

### Situación Inicial 1996.

Estancia la Celina se encuentra localizada en el Dpto. Río Hondo, Santiago del Estero, separada del Depto. Leales de Tucumán por el camino interprovincial. El tipo climático según Thornthwaite (1948) es **DB´4da´** = semiárido (D); mesotermal con una evapotranspiración potencial media menor a 1140 mm (B´4). Presenta excedente nulo de agua con un índice de humedad igual a 0 (d). El porcentaje de concentración estival es inferior al 48% (a). Este tipo climático abarca la mayor extensión entre todas las categorías en la Pcia. Santiago del Estero. La región hídrica según Papadakis (1962) es **MO** = monzónico lluvioso, donde el excedente de lluvia sobre la evapotranspiración potencial es superior al 20% del total de la evapotranspiración anual y el índice hídrico anual es mayor de 0,88.

El relevamiento fotográfico satelital zonal muestra que los lotes con destino a la recuperación de suelos son los más bajos del establecimiento y conforman un cuello de embudo al paso de escorrentías de aguas provenientes de la cuenca Mista-Viclos (Depto. Leales, Tucumán). Esta escorrentía superficial actúa a manera de un cauce temporario de volúmenes variables pero permanentes en los ciclos de lluvias estivales. Esta característica toma matices dramáticos en los casos de inundaciones temporarias, tanto por el volumen de agua como por los días de permanencia. Este punto de escorrentía es también el cauce de la capa freática zonal, la que afecta el desarrollo del estrato vegetal e induce al afloramiento con la salinización del perfil.

Los suelos salinos se encuentran en los sectores más bajos del campo y son de textura franca. En ellos se observa que la reacción es ligeramente ácida, debida a la presencia de ácidos inorgánicos y orgánicos causados por las condiciones de anaerobiosis (saturaciones periódicas). Los niveles de sales son seriamente limitantes para el adecuado desempeño de la mayoría de los cultivos forrajeros tradicionales. El análisis de la solución del suelo (extracto de saturación) de los horizontes superiores de las calicatas muestra un marcado predominio de sales de cloruros en la composición de la solución del suelo, de mayor efecto salino adverso sobre las plantas, aunque más fáciles de eliminar por lavado. Dentro de los cloruros, el NaCl es el de mayor toxicidad y posee valores crecientes a medidas que la altimetría del campo desciende.

En los sectores Este y Oeste del establecimiento existen lomadas que encausan las aguas hacia un valle de relieve aplanado. Existe una marcada pendiente en ambos sectores (8 m de pendiente en 400 m, 2%). La diferencia de nivel es de 14 a 16 m en 1500 m de distancia, promedio de los morros laterales al centro del cauce del valle. En el sector Norte del campo, punto de entrada de las aguas provenientes de tierras arriba como en el sector central del valle de escorrentía se observan zonas deprimidas en las cuales se acumula agua (lagunas estacionales). Estas aguas cuando se evaporan e infiltran lentamente, dejan un residuo salino que forma encostramientos. La vegetación halófila es dominante con elevada presencia de arbustos. La acumulación de agua provoca anegamiento, falta de piso e interrumpe el tránsito tanto vehicular como animal por períodos de duración variable, dependiente de las lluvias tierras arriba. La productividad potencial de Estancia La Celina en 1996 era extremadamente pobre con marcadas limitantes en el 93% de las tierras. Receptividad animal 35 has/EV (Equivalente Vaca).

### **Mejoras, Manejos e Implantaciones.**

En el año 1997 se trazó un canal tipo batea de 7,5 Km de largo por 2 m de ancho y 1 m de profundidad mediante el empleo de maquinaria propia (pala niveladora de arrastre y tractor de 110 Hp). Para vincular los sectores Este y Oeste del campo se construyeron 3 puentes internos y un puente entubado con doble tubos reforzados de 1,2 de diámetro en el camino público interprovincial entre Tucumán y Santiago del Estero.

Esta obra trabajó adecuadamente y soportó, con escaso desborde en los sectores de codos, las inundaciones del año 1999-2000 que afectaron gran parte de llanura del Este de Tucumán y Oeste de Stgo. del Estero. Sobre esa base, se suavizaron los codos y en el año 2001 se procedió al recavado de la traza con pala excavadora autopropulsada a tracción oruga para lograr el canal definitivo: 7,5 Km largo, 4 m de ancho y 2 de profundidad.

El relevamiento de los lotes en las temporadas de lluvias permitió identificar sectores con bajos naturales que acumulaban agua, los que fueron desagotados mediante canales secundarios complementarios que se vincularon al canal principal. Dadas las fuertes pendientes compuestas del sector, las necesidades de diseño de caminos, mangas de circulación de la hacienda vacuna y fuentes de bebida, se optó por sistemas de cobertura total del suelo mediante especies forrajeras para maximizar la captura de agua y disminuir las escorrentías. Se realizó la siembra compacta para cubrir el suelo, aprovechar la humedad otoñal disponible y evitar el revenimiento de las sales en la fase de implantación.

Se implementaron sistemas de pastoreo rotativo bovino de alto remanente y diferido otoñal. Se optó por la velocidad de rotación y bajo tiempo de permanencia para maximizar la capacidad productiva. Los sectores más bajos del campo, que originalmente se convertían en un lodazal antes de las obras (1996), se encuentran en plena recuperación con acceso y circulación vehicular a la totalidad de los lotes, aún en la época más húmeda (2010). Estos lotes se destinaron a pastoreo otoñal y primaveral hasta llegada de las lluvias de importancia en el verano. De esta manera en la época de mayor déficit forrajero contribuyeron a “agrandar la oferta”. En los sectores agrícolas se implementaron técnicas conservacionistas (siembra directa; rotaciones gramíneas/leguminosas; prácticas de fertilización; cobertura de suelos con cultivos invernales en siembras compactas) tendientes a potenciar la capacidad productiva.

La superficie calculada para cada Clase Agrológica se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clases agrológicas para estancia La Celina, depto. río Hondo, Stgo. del Estero. Situación final año 2010.

Clases 1996		III e				VIII wse					
has	%	80	7							1120	93
Clases 2010		II e		III e		VI wse		VII wse		VIII wse	
has	%	166	14	80	7	534	45	370	31	50	4

En la Tabla 1 se aprecia una favorable evolución en las Clases Agrológicas del establecimiento, donde la **Clase IIIe** aumentó en superficie y además se desdobló con la aparición de la **Clase IIe** (14%), lo que marca significativamente el patrón positivo de las mejoras y manejo efectuados. De manera paralela, la **Clase VIIIwse** (93% original) se desdobló dando lugar a las **Clases VI y VIIwse** que se tornan dominantes (76%) y muestran evidentes signos de la recuperación con capacidad de producción forrajera. En el año 2004 se amplió la superficie agrícola mediante la rotación de lotes de pasturas de grama Rhodes (*Chloris gayana*) en los que, los niveles de salinidad habían disminuido por debajo de CE 5 dS.m<sup>-1</sup>.

El canal principal proyectado, sirvió tanto para favorecer el encauzamiento como la evacuación de las aguas superficiales. Por su escasa profundidad (2 m), solo tiene influencia en el nivel de la capa freática del sector más bajo del campo, pero favorece la salida de sales, evita el anegamiento prolongado; brinda un mejor piso de tránsito para la hacienda e implementos agrícolas y aumenta la profundidad del perfil agrícola de tierras aledañas.

Los sistemas de implantación de pasturas tolerantes a la salinidad tanto cultivadas (grama Rhodes (*Chloris gayana*); pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), trébol blanco de olor (*Melilotus alba*); como naturales pasto crespo (*Trichloris pluriflora*) junto al manejo impuesto permitieron el logro de coberturas totales de suelos. Ello sirvió para disminuir el flujo de vapor de agua y evitar el revenimiento de sales hacia la superficie, hecho verificable en los caminos perimetrales (Toll Vera, 2014).

Los sectores más bajos el campo que originalmente se convertían en un lodazal antes de las obras e implantaciones de pasturas, se encuentran en plena recuperación con acceso y circulación vehicular a la totalidad de los lotes, aún en la época más húmeda.

La evolución de los principales parámetros edáficos, en las situaciones iniciales y finales de la experiencia, se muestran en las Tablas 2 y 3. En la Tabla 4 se observa que la adecuada cobertura y acumulación de residuos contribuyeron a disminuir la evapotranspiración, aumentar la infiltración, facilitar el lavado de las sales (disminución de la CE) y evitar el revenimiento salino. La cobertura de plantas se mantuvo dentro de rangos adecuados con una caída en el período 2003 a 2006, para luego recuperarse. Las malezas estuvieron siempre presentes al ser de tipo arbustivo Cachiyuyo (*Atriplex cordobensis* Gand. y Skuck.) y cada dos años se efectuó un control químico con 2 l 2,4D (p.c.ha<sup>-1</sup>) y 150 l de agua de mojado.

Tabla 2. Caracterización de los "Suelos Salinos", Sector Grama Rhodes (*Chloris gayana*) cv. Callide (4n), Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Stgo. del Estero. Año 1998 vs. 2010.

Prof. (cm)	pH 1998	pH 2010		M.O.% 1998	M.O.% 2010		C.E. (dS.m <sup>-1</sup> ) 1998	C.E. (dS.m <sup>-1</sup> ) 2010	
0 a -20	8,03	6,95	-1,08	2,93	3,91	+0,98	22,51	7,60	-14,91
-20 a -40	7,95	7,55	-0,40	1,02	1,75	+0,73	23,17	6,50	-16,67
-40 a -60	7,99	7,72	-0,27	0,82	1,08	+0,26	27,25	7,10	-20,15

Tabla 3. Fracciones Materia Orgánica (MO); Carbono Orgánico Total (COT) y Carbono Orgánico Particulado (COPa). Sector Grama Rhodes (*Chloris gayana*) cv. Callide (4n), Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Stgo. del Estero. Año 1998 vs. 2010.

Prof. Cm	MOi %	MOf %	Dif %	COT %	%COT:MO	COPa %	COPa:COT	C Fijado Tn C.ha <sup>-1</sup>
0 a - 20	2,93	3,91	+33,44	1,70	43,48	0,6	35,30	69,17
-20 a -40	1,02	1,75	+71,57	1,10	62,86	0,3	27,27	17,96
-40 a -60	0,89	1,08	+21,34	0,80	74,07	0,4	50,00	12,78

Las variaciones en la cobertura de suelos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Cobertura de lotes de Grama Rhodes (*Chloris gayana*) cv. Callide (4n) implantada con rolos aireadores en Suelos Salinos. Est. La Celina, Dpto. Río Hondo, Stgo. del Estero. Año 1998 vs. 2010.

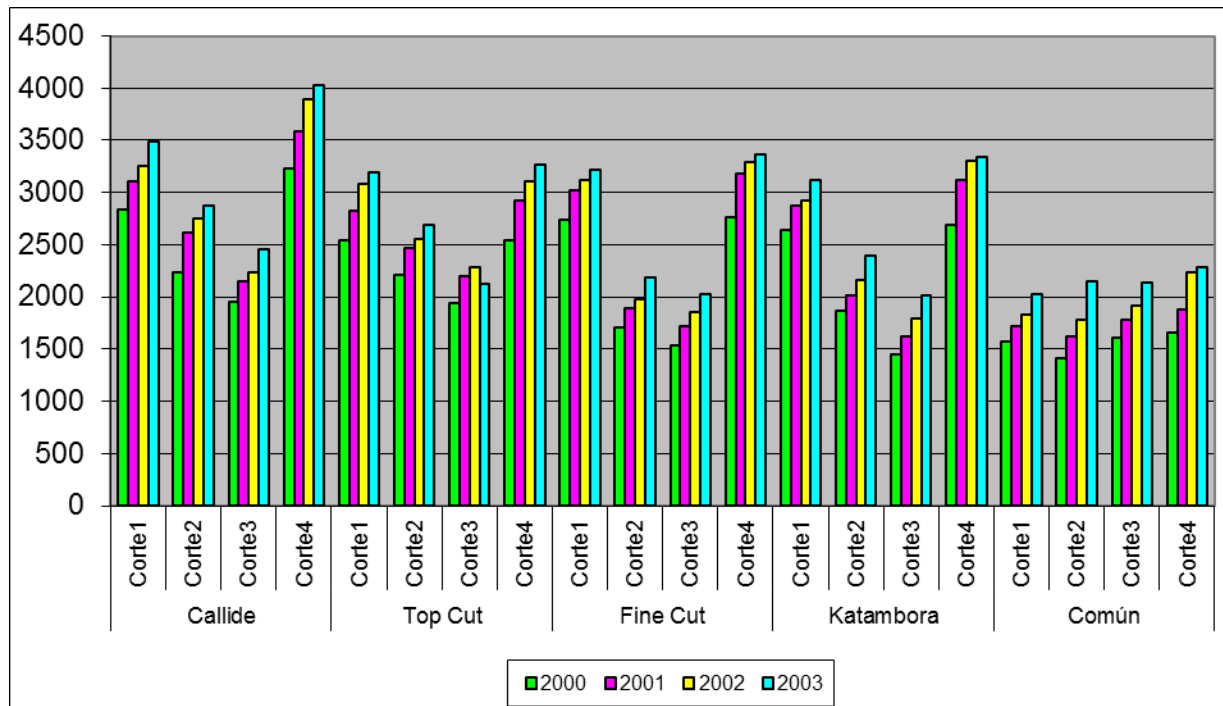
Años	1998*	2000	2002	2004	2006	2008	2010	Media
<b>G. Rhodes</b>	85	82	76	74	72	77	79	<b>77,86</b>
<b>Mantillo</b>	5	14	17	23	23	17	14	<b>16,14</b>
<b>Malezas</b>	7	4	6	2	5	6	7	<b>5,28</b>
<b>Suelo Desnudo</b>	3	0	1	1	0	0	0	<b>0,72</b>

\* Lote de cosecha de semillas. Diferido antes del primer pastoreo.

Bajo el ambiente de trabajo y las condiciones de manejo implementadas, grama Rhodes cv. Callide (4n) implantada con rolos aireadores se mostró apta para la producción forrajera y recuperación de suelos con elevados niveles de salinidad (CE 25,08 a 31,11 dS.m<sup>-1</sup>).

La capacidad productiva de los distintos cultivares de grama Rhodes (*Chloris gayana*) a través de los cortes y años de evaluación se sintetiza en la Figura 1. En ella se destaca el desempeño del cv. Callide (4n) en los distintos cortes y a lo largo de los años de evaluación (2000-2003). Este comportamiento de un material tetraploide puede deberse al aporte extra de humedad que reciben los suelos salinos de esta experiencia al encontrarse en los sectores más bajos del campo como así también al aporte de la capa

freática. Los resultados concuerdan con las evaluaciones en suelos salinos sin capa freática (CE 3,9 a 7 dS.m<sup>-1</sup>), las que recomendaron a los cvs. Callide, Fine Cut y Top Cut (Toll Vera, 2014). El desempeño de *Chloris gayana* cv. Callide, recomendada oportunamente para el Este de Tucumán y Oeste de Santiago del Estero para condiciones de salinidad intermedia brinda particularidades complementarias ante el hecho que no se había observado ni documentado su nivel de adaptación a condiciones de alta salinidad (CE 17 a 22 dS.m<sup>-1</sup>) con presencia de capa freática salina (RAS= 82,60 PIS= 73,98) bajo condiciones zonales y nacionales.



**Figura 1:** Capacidad de producción (Kg MS.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) por Cortes dentro de Años para los 5 cultivares de Grama Rhodes (*Chloris gayana*) evaluados, Estancia La Celina (2000-2003).

El cultivar Callide (4n) fue el de mayor capacidad productiva (11.674 Kg MS ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>); los cultivares Top Cut, Fine Cut y Katambora conforman un interesante grupo de comportamiento similar (9.833 a 10.487 Kg MS ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>). Los distintos cultivares de grama Rhodes bajo el manejo impuesto aumentaron en forma progresiva y sostenida la producción de forraje (Kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), en el tiempo demostrando capacidad para mejorar el ambiente productivo.

### CONCLUSIONES:

Los sistemas de pastoreo implementados, de alto remanente y diferido (35% del total) permitieron mantener un adecuado nivel de deposición de hojarasca/paja que favoreció la retención de humedad, cobertura de suelo, acumulación de materia orgánica superficial y el rebrote temprano en primavera de los lotes diferidos de las distintas pasturas. Se trata de un conjunto de prácticas que demostraron la mejora sustancial de las propiedades físicas-químicas del suelo, en función del aumento de la permeabilidad y el drenaje interno; reducción de la compactación superficial por el pisoteo animal y/o el impacto de lluvias; disminución del escurrimiento superficial y por lo tanto, de la presencia de áreas inundables; reducción en el contenido de sales solubles y el pH e incremento en el contenido de materia orgánica en el horizonte superficial.

### BIBLIOGRAFÍA:

Toll Vera, JR 2014. Recuperación Biológica de Suelos Salinos y Salinos Sódicos mediante Especies Forrajeras en la Llanura Deprimida Salina del Este de Tucumán y Oeste de Santiago del Estero. Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán, República Argentina.

<http://www.faz.unt.edu.ar/images/stories/pdfs/tesis/2d2014tol.pdf>



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**SENSORES ELÉCTRICOS Y ELECTROMAGNÉTICOS APLICADOS A LA EVALUACIÓN DE LA SALINIDAD DE SUELOS Y AGUAS**

**Sainato, Claudia M.**

Profesora Titular, Cátedra de Física, Depto de Ingeniería Agrícola y Uso de la Tierra, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (1417DSE), Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

**RESUMEN:** Los sensores próximos eléctricos y electromagnéticos juegan un papel muy importante en la exploración no solo de la salinidad sino también de otras propiedades del suelo así como también en monitorear procesos hidrológicos en la zona no saturada y saturada. Se basan en la medición geofísica de la resistividad eléctrica aparente del suelo o su inversa, la conductividad eléctrica aparente (CEa), de forma no invasiva, rápida y sencilla. La CEa está influenciada no sólo por la salinidad de la solución del suelo sino por otras propiedades tales como la porosidad, el contenido de agua y de arcilla y la mineralogía, entre otras. En general, se obtienen correlaciones más fuertes de la CEa con la propiedad que se quiere medir cuando existen grandes contrastes de esta última y cuando el resto de las propiedades que afectan la CEa permanecen relativamente constantes. Se ha investigado ampliamente la asociación de la CEa con las propiedades del suelo y el rendimiento del cultivo, de interés en agricultura de precisión. También se ha avanzado en el mapeo de la CEa a campo como un medio de dirigir el muestreo de suelos, reduciendo el número de muestras, para finalmente caracterizar la distribución espacial de las propiedades del suelo que estadísticamente correlacionan con la CEa. En los últimos años, se ha avanzado en la inversión numérica de los datos experimentales para el modelado 3D del suelo y su dinámica hidrológica. Sin embargo, los resultados son de carácter sitio - específico por lo cual se requieren calibraciones in situ. Está comprobado que las mediciones a través de sensores próximos junto con los muestreos de suelo pueden proveer más información que la que se obtendría mediante un solo enfoque del problema. El objetivo de este trabajo fue hacer una revisión general de la aplicación de estos sensores en la evaluación de la salinidad de suelos y aguas.

**PALABRAS CLAVE:.** conductividad eléctrica aparente, salinidad, sensores electromagnéticos



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ESTADO ACTUAL DE LA SALINIZACIÓN DE LOS SUELOS BAJO RIEGO EN ARGENTINA**

**Sánchez R.M. <sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Consultor independiente en Suelo y Riego. Las heras 511 3 A – 8000 Bahía Blanca-Bs.As.

**RESUMEN:** La República Argentina riega sus suelos por gravedad desde antes de la colonización española, en cultivos de maíz y papa. En 1970 la superficie regada era superior a 1.0 millón de ha, aunque actualmente esa cifra creció a 2.2 millones, de las cuales el 70 % es regado por gravedad, el 21% por aspersión y el 9% es sujeto a riego localizado. Las isohietas de 800 y 500 mm dividen al país en tres regiones, por debajo de esta última es donde se concentra la mayor superficie de riego por gravedad casi integral. También es donde se establecen los mayores desajustes entre la demanda hídrica de los cultivos (Etc), el agua aplicada ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) y el desarrollo salino en los suelos. Se verifican en el país dos procesos diferentes de deterioro salino o salino-sódico: Uno en las regiones áridas y semiáridas coincidente con la isohieta de hasta 700 mm estrechamente vinculado a láminas importantes de irrigación con elevación del plano freático, traslado de las sales en el perfil y deposición de las mismas en superficie y otro relacionado fuertemente con el riego complementario presurizado con agua bicarbonatada sódica en la región pampeana cuyo efecto inmediato es el deterioro de la matriz por dispersión, disminución de la infiltración e intercambio gaseoso en el perfil, generando finalmente como consecuencia toxicidad en los cultivos. Este proceso se localiza usualmente por encima de los 700 mm de precipitación media anual. Esto significa que un 23.5 % de los suelos regados correspondientes a las áreas estudiadas poseen algún nivel de afectación en categorías de leve, moderada o grave. Analizando este último dato el 42% corresponde a la región Pampeana, mientras que el 58 % a las regiones áridas y semiáridas. Implementando simples prácticas se podría reconvertir rápidamente el 20 % de la superficie de afectación.

**PALABRAS CLAVE:** Riego, salinidad, Argentina



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**RIEGO CON AGUA DEL DRENAJE (COLECTOR A) EN LA ZONA DE MAYOR BURATOVICH, PROVINCIA DE BUENOS AIRES.**

**Zalba P., M. Garay**

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca ([pzalba@uns.edu.ar](mailto:pzalba@uns.edu.ar); [maximiliano.garay@uns.edu.ar](mailto:maximiliano.garay@uns.edu.ar))

**RESUMEN:** La zona de riego de CORFO – Río Colorado se halla ubicada en el sur de la provincia de Buenos Aires, en el Valle Inferior del río homónimo. Se trata de una zona que presenta aptitud para la producción de carne, leche, cereales, oleaginosas, pasturas y cultivos hortícolas en general. La calidad del agua del Río Colorado es variable en el tiempo. En promedio durante los últimos años la conductividad eléctrica del mismo ha sido de 1,5 dS/m, el pH= 8.0 y el RAS= 3,1.

El objetivo general de este proyecto fue evaluar a través del monitoreo del suelo la sustentabilidad del riego con agua de mayor concentración salina proveniente del canal de drenaje. Se realizó un ensayo con tres cultivos tradicionales de la región como el maíz, la alfalfa y la cebolla. Se tuvieron en cuenta tres parámetros edáficos que fueron evaluados durante el monitoreo junto con los respectivos umbrales de tolerancia: 1) la salinidad del suelo menor de 4 dS m<sup>-1</sup>; 2) el pH del suelo (1:2,5) menor de 9,0 y 3) la profundidad de la napa mayor de 1,2 m para evitar el ascenso capilar de las sales.

Se pudo concluir que luego de 4 años de ensayos de riego con agua salinizada (CE= 3,8 dS/m; RAS= 9,2) se logró mantener la profundidad de la napa a +1,5 m debido a las óptimas condiciones del sistema de drenaje parcelario. La CE medida en el extracto de saturación del suelo se mantuvo por debajo del umbral crítico de 4 dS/m en los primeros 50 – 100 cm en todos los sitios de monitoreo. Como consecuencia del riego, el pH se incrementó por encima del valor crítico (pH> 9) en los horizontes más profundos del perfil del suelo donde el PSI alcanzó valores máximos del orden del 50 - 60%. No obstante los ensayos de infiltración básica realizados a campo fueron satisfactorios debido a la gruesa textura del suelo. La clase textural fue clasificada como arenosa franca en los primeros 100 cm superficiales y franco arenosa entre 100 y 200 cm.

**PALABRAS CLAVE:** riego por agua salina, cebolla

### **INTRODUCCIÓN:**

La zona de riego de CORFO – Río Colorado, ubicada al sur de la provincia de Buenos Aires, posee una superficie de 157 mil hectáreas empradonadas para riego de las cuales se riegan anualmente entre 90 mil y 140 mil hectáreas, dependiendo de las expectativas de comercialización de cada año. Se trata de una zona que presenta aptitud para producción de carne, leche, cereales, oleaginosas, alfalfa y cultivos hortícolas como cebolla y zapallo. La calidad del agua para riego proveniente del Río Colorado es variable en el tiempo. En promedio durante los últimos años la conductividad eléctrica ha sido de 1,5 dS/m ±0,5, el pH= 8.0 y el RAS= 3.1.



Si bien existe la modalidad del “turnado” para realizar los riegos el cual permite una distribución programada del agua, en determinados momentos del año cuando la demanda es alta, el recurso hídrico resulta limitado. La escasez de agua está típicamente asociada a los meses de verano y repercute en mayor medida en aquellos cultivos con elevado costo de ejecución y que precisan un riego frecuente, como por ejemplo la cebolla. También, dentro de la misma zona de riego existen parcelas que no se pueden regar por gravedad porque naturalmente poseen una cota más elevada que aquella del canal de riego. Por dicho motivo se realizó un proyecto de riego con agua proveniente de un canal principal de drenaje, el Colector A, cuyo recorrido comienza cerca de la localidad de Mayor Buratovich. En este proyecto participa CORFO – Río Colorado, el INTA de Hilario Ascasubi y el Departamento de Agronomía de la UNS.

El objetivo general del mismo fue evaluar la sustentabilidad del riego con agua salina mediante un ensayo donde se regaron tres cultivos tradicionales de la región como el maíz, la alfalfa y la cebolla. Se realizó un monitoreo del suelo teniendo en cuenta tres parámetros edáficos que deben mantenerse por debajo del límite crítico; 1) la conductividad eléctrica del suelo menor de  $4 \text{ dS m}^{-1}$ ; 2) el pH del suelo (1:2,5) menor de nueve y 3) la profundidad de la napa +1,2 m para minimizar el ascenso capilar de las sales.

## MATERIALES Y MÉTODOS:

El sitio de estudio se llevó a cabo en el establecimiento El Olmo ubicado a 10 km de la localidad de Mayor Buratovich, provincia de Buenos Aires. El clima de la región es templado semiárido con una temperatura media anual de  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  y una precipitación anual promedio de 495 mm. La parcela de riego estudiada tiene una superficie de 60 hectáreas y mide 1700 m de longitud por 400 m de ancho. Se construyeron para este proyecto una serie de canales de drenaje parcelarios que en su conjunto poseen una longitud mayor a 2 km. Además, el Colector A constituye uno de los límites de la parcela a lo largo de los 1700 m. A escasa distancia de la parcela se construyó una estación de bombeo que permite elevar el agua del canal de drenaje y conducirla hasta las acequias para poder regar cada uno de los cultivos. Se establecieron dentro de la misma seis sitios de monitoreo identificados con la letra “S” más un sitio testigo regado con el agua normal del río Colorado (Figura 1).

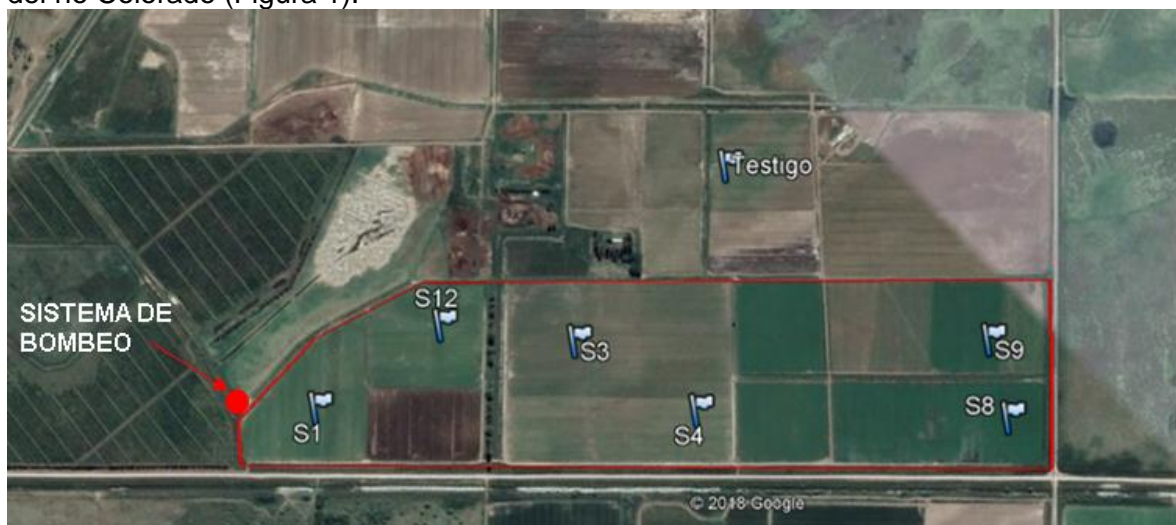


Figura 1. Ubicación de la parcela de estudio, sistema de bombeo y los sitios de monitoreo “S” (Imagen Google Earth).

En cada uno de los sitios de monitoreo se procedió a tomar muestras con el barreno en capas de 0-25 cm; 25-50 cm; 50-100 cm; 100-150 cm y 150-200 cm hasta llegar a la capa freática. En las muestras de suelo se determinó: CE en el extracto de saturación, pH (1:2,5), porcentaje de sodio intercambiable o PSI (solamente cuando el pH fuera superior a 9), porcentaje de calcáreo y textura. Se tomaron muestras del agua utilizada para riego en forma periódica y también de la capa freática previa determinación de la profundidad de la misma. Al final de cada campaña de riego se realizaron ensayos de infiltración básica en algunos de los sitios de monitoreo considerados como los más problemáticos.

Los cultivos realizados sobre la parcela experimental fueron: maíz para ensilaje, alfalfa para corte (rollos) y cebolla. Estos tres cultivos fueron seleccionados por ser relativamente sensibles a la salinidad, por dicho motivo, son buenos indicadores del manejo con agua de riego salinizada. Además, son cultivos muy comunes en la región cuya superficie de siembra es elevada todos los años. Con respecto al número de riegos, el maíz y la alfalfa requieren entre 7 y 10 riegos mientras que el cultivo de cebolla normalmente requiere más de 20 riegos.

## RESULTADOS:

A continuación se presenta la Tabla 1 con las propiedades químicas del agua utilizada para riego en el ensayo.

Tabla 1: Valores de Na, Mg, Ca, RAS, dureza, pH y CE del agua del Colector A:

Fecha	Na mg l <sup>-1</sup>	Mg mg l <sup>-1</sup>	Ca mg l <sup>-1</sup>	RAS	Dureza ppm	pH	CE dS m <sup>-1</sup>
10/2014	839	84	218	12,3	890	8,1	5,0
02/2015	400	76	168	7,2	585	8,3	3,0
06/2015	1078	100	256	12,1	992	8,2	5,7
02/2016	522	30	171	9,7	550	8,2	3,1
02/2017	321	29	163	6,1	526	8,2	2,5
04/2017	686	65	192	10,9	746	8,2	4,5
02/2018	226	25	128	4,3	423	8,2	2,3
06/2018	650	58	158	11,2	633	8,3	4,2

Se pueden observar las variaciones de la calidad del agua a través del tiempo. El agua posee elevada dureza, alto contenido de sodio y elevada CE. Normalmente cuando la CE supera el valor de 2,25 dS m<sup>-1</sup> no son recomendadas para el riego (USDA, 1994).

Con respecto a la profundidad de las napas, en todos los sitios de monitoreo estudiados se mantuvo por debajo de los 150 cm y en el testigo por debajo de 160 cm. La CE de las napas, en promedio, oscilaron entre 3,8 y 5,2 dS m<sup>-1</sup>. En el caso del testigo el valor promedio fue de 5,2 dS m<sup>-1</sup>. El pH de las napas en todos los casos fue moderadamente alcalino entre 8,0 y 8,3 incluido el testigo.

Las muestras de suelo analizadas presentaron valores de CE menores de 4,0 dS m<sup>-1</sup> en todos los sitios de monitoreo en los primeros 50 cm de profundidad. A partir de los 50 cm ó 100 cm los valores de CE se elevaron por encima del umbral crítico resultando un valor promedio para todos los sitios de 5,5 dS m<sup>-1</sup>. En el testigo todos los valores de CE determinados en el perfil del suelo fueron inferiores a 4,0 dS m<sup>-1</sup>. Los valores de pH en algunos horizontes sub-superficiales fueron superiores a 9 en casi todos los sitios de monitoreo estudiados a excepción de uno de ellos (S4) y también del testigo.

En las Figuras 2 y 3 se presentan los valores de PSI determinados en los horizontes sub-superficiales que presentaron valores de pH fuertemente alcalinos ( $\text{pH} > 9$ ). Los valores fueron determinados al finalizar cada campaña: 2016, 2017 y 2018.

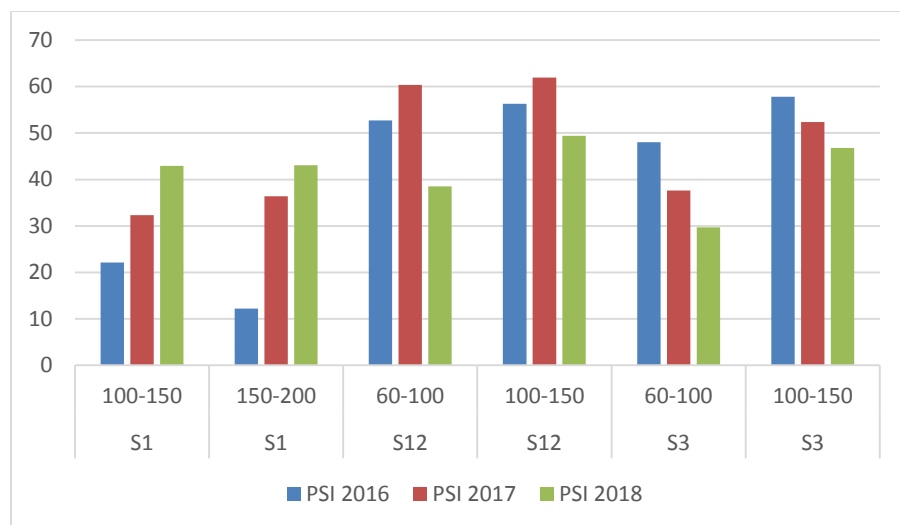


Figura 2. Valores de PSI en los sitios de monitoreo S1, S12 y S3.

Como puede observarse en las Figuras 2 y 3 en los horizontes más profundos del perfil del suelo, los valores de PSI se incrementaron con respecto al Testigo en los sitios S1, S12 y S3 como consecuencia del riego con agua salinizada. Se registraron valores extremos del orden del 50 – 60 %. En los sitios S8 y S9 los valores más elevados de PSI registrados fueron de 18% y 19%. En el testigo los valores extremos de PSI fueron de 15% y 16%. En todos los casos el aumento del PSI se produjo en forma concomitante con el aumento del pH (mayor de 9) a excepción del testigo ( $\text{pH} = 8,5 - 8,6$ ). No obstante, debido a la gruesa textura del perfil del suelo los ensayos de infiltración básica realizados a campo fueron siempre satisfactorios.

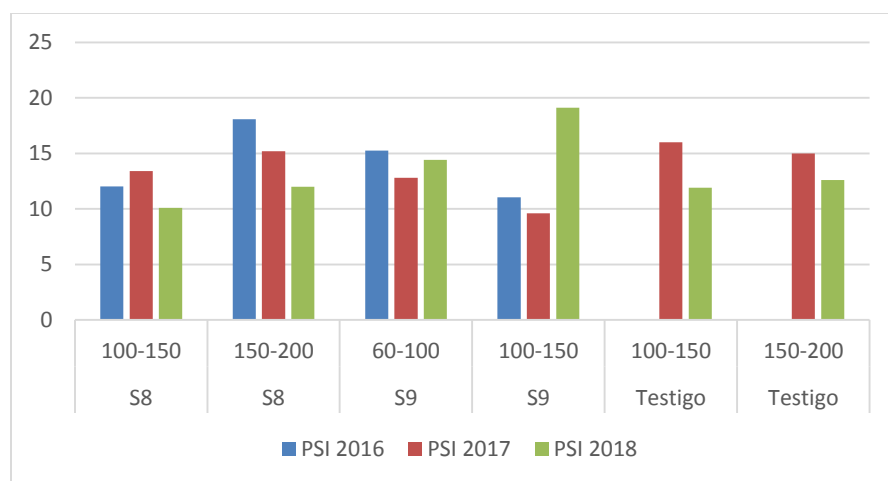


Figura 3. Valores de PSI en los sitios de monitoreo S18, S9 y Testigo.

Con respecto a los cultivos, el rendimiento de maíz para ensilaje fue variable a través de los años desde 35 Mg ha<sup>-1</sup> de materia fresca hasta 55 Mg ha<sup>-1</sup>. El cultivo de alfalfa en distintas oportunidades fue pastoreado y se trata de una pastura nueva de 2 años de implantación. Cuando se realizaron cortes el rendimiento promedio fue de 10 rollos por hectárea. El rendimiento del cultivo de cebolla fue de 800 y 1000 bolsas por hectárea durante los dos primeros años donde hubo importantes pérdidas por enfermedades como raíz rosada, fusarium y bacteriosis. En la presente campaña 2018/2019 se comercializaron en promedio 2700 bolsas por hectárea.

## **CONCLUSIÓN**

Podemos concluir que durante los 4 años de evaluación del proyecto de riego con agua salinizada (CE= 3,8 dS/m; RAS= 9,2) se logró mantener la profundidad de la napa a +1,5 m debido a las óptimas condiciones del sistema de drenaje parcelario. La CE medida en el extracto de saturación del suelo se mantuvo por debajo del umbral crítico de 4 dS/m en los primeros 50 – 100 cm en todos los sitios de monitoreo. Como consecuencia del riego, el pH se incrementó por encima del valor crítico (pH> 9) en los horizontes más profundos donde el PSI alcanzó valores máximos del orden del 50 - 60%. No obstante los ensayos de infiltración básica realizados a campo fueron satisfactorios debido a la gruesa textura del suelo. La clase textural fue clasificada como arenosa franca en los primeros 100 cm superficiales y franco arenosa a mayor profundidad.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

Ayers RS & D W Westcot. 1989. Water quality for agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper.  
Ghassemi F, AJ Jakeman & HA Nix. 1995. Salinisation of Land and Water Resources, The Australian National University,  
Richards. 1993. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos, USDA.  
Taleisnik E & RS Lavado (editores). 2017. Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina: recursos y aprovechamiento productivo. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora y Universidad Católica de Córdoba.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.  
El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.  
22 al 25 de julio de 2019  
Facultad de Agronomía UBA



## **DINÁMICA DE LAS SALES EN UN SUELO BAJO RIEGO POR GOTEO IMPLANTADO CON OLIVOS (*Olea europaea* L.) EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

**Goñi, L.<sup>1</sup>, García, R.J.<sup>1</sup>, Laurent, G.C.<sup>1</sup>, Almada, Luis<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Dpto. Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, San Andrés 800, 8000 Bahía Blanca - leandro.goni@uns.edu.ar.

<sup>2</sup> Estudiante de Ingeniería Agronómica, dpto. Agronomía, Universidad Nacional del Sur.

**RESUMEN:** Se analizó el efecto producido por el agua de riego sobre el suelo en un ciclo del cultivo en olivos (*Olea europaea* L.) con riego por goteo, en la localidad de Faro, partido de coronel Dorrego, sudoeste de la provincia de Buenos Aires. El suelo clasifica como Paleudol petrocálcico, de textura franca y tiene entre 60 y 80 cm de profundidad. Se realizó un muestreo inicial (previo al periodo riego) en septiembre y un muestreo final (finalizado el periodo de riego) en junio, en olivos de 4, 6 y 8 años de plantación coincidentes con los años de riego. El total de lluvia entre los dos muestreos fue de 693,3 mm, que junto con el riego complementario suman 795,3 mm. Se seleccionaron 9 plantas al azar por bloque, cada bloque constituyó el año de plantación, y se analizó el perfil de suelo por horizonte, debajo de cada una de ellas. Las muestras de suelo se extrajeron debajo de los goteros para cada horizonte. En cada una se determinó la conductividad eléctrica (CE) (extracto de saturación), el pH, el sodio intercambiable ( $\text{Na}^+$ ), la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y la relación de adsorción de sodio (RAS). El riego complementario con aguas de baja calidad (C3 S3) durante el periodo reproductivo del olivo en suelos que han sido sometidos a 4, 6 y 8 años de riego produjo un aumento del contenido de sales en la solución del suelo. El porcentaje de sodio intercambiable se incrementó luego del período de riego como así también con la cantidad de años de riego. La RAS disminuyó en los primeros horizontes y aumentó en el Bt, lo cual demuestra la migración del sodio soluble hacia horizontes subsuperficiales. La continuidad del uso de agua de riego de estas características provocaría un deterioro químico y físico del suelo con las implicancias negativas para el mismo.

**PALABRAS CLAVE:** RAS, agua bicarbonatada sódica, horizontes.

### **INTRODUCCIÓN**

El partido de Cnel. Dorrego, ubicado en el sudoeste de la Pcia. de Buenos Aires (SOB), se caracteriza por poseer aguas subterráneas altamente salinas y con elevado contenido de sodio y clasifican, en su mayoría, como C3 S3 (Richards, 1977; Paoloni y Gonzalez Uriarte, 2005). Si bien la variedad utilizada en este ensayo, Arbequina, es considerada por diversos autores tolerante a la salinidad (Benlloch *et al.*, 1994; Marin *et al.*, 1995), estas características obligan a realizar estudios para detectar anticipadamente peligros potenciales para el suelo y adoptar prácticas de riego que permitan alcanzar un balance salino favorable.

La cantidad de sal que se acumula en el suelo depende del contenido salino del agua de riego, la cantidad de agua aplicada y además que una cantidad adicional de agua, ya sea de riego o de lluvia, lixivie las sales de la zona efectiva de raíces (Rhoades y Halvorson, 1977). Según Aguirre *et al.* (2011) un punto importante a tener en cuenta lo constituye el movimiento del agua frente a la barrera petrocálcica ya sea por su lenta infiltración o su escurrimiento subsuperficial.

La gran expansión que ha tenido la olivicultura durante los últimos quince años en el SOB, ha llevado a la utilización de aguas subterráneas de fácil extracción, especialmente en los meses de verano donde se produce un déficit hídrico que es necesario cubrir. El uso de grandes volúmenes de agua para suplir las necesidades hídricas del olivo, conlleva el riesgo de salinización y/o sodificación del suelo y en consecuencia a la dispersión de los coloides del suelo, el deterioro de la estructura y la disminución de la infiltración (FAO, 1989).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del agua de riego, de características bicarbonatadas sódicas, sobre algunas propiedades químicas del suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la localidad de Faro, partido de Cnel. Dorrego, ubicada en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. El suelo clasifica como Paleudol petrocálcico, de textura franca y posee una profundidad entre 60 y 80 cm.

Se seleccionaron olivos (*Olea europaea* L.) de 4, 6 y 8 años de plantación (2010, 2008 y 2006), coincidentes con los años de riego. El marco de plantación del cultivo es de 7 x 3,5 m. La perforación se encuentra a 55 m de profundidad y el sistema de riego está compuesto por dos líneas de goteros paralelas ubicadas ambos lados de cada fila de árboles, con un distanciamiento de 70 cm entre goteros y un caudal de 2 L h<sup>-1</sup> por emisor. Consta de 6 goteros por planta. Las características del agua de riego se detallan en la tabla 1. El total de lluvia entre la primavera del 2014 y el otoño 2015 fue de 693,3 mm (tabla 2), y la lámina neta de riego aplicada en el mismo período fue de 102 mm, totalizando 795,3 mm.

Para el estudio de suelo se seleccionaron 9 plantas al azar por bloque, cada bloque constituyó el año de plantación, y se analizó el perfil de suelo por horizonte, debajo de cada una de ellas. El muestreo de suelo se llevó a cabo al inicio del período de riego (septiembre) y al final del ciclo del cultivo (junio). En las muestras extraídas de cada horizonte se realizaron las siguientes determinaciones: conductividad eléctrica (CE) (en extracto de saturación), pH, sodio intercambiable (Na<sup>+</sup>), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la relación de adsorción de sodio (RAS) (Richards, 1977). Los resultados fueron analizados estadísticamente con el programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2013).

**Tabla 1.** Características físico-químicas del agua de perforación utilizada para el riego de los olivares.

CE	pH	STD	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	RAS
dS m <sup>-1</sup>					ppm					
2,05	7,9	1312	42	549	374	563	2,6	17,7	14	24

CE conductividad eléctrica, STD sólidos totales disueltos (mg L<sup>-1</sup>), RAS relación de adsorción de sodio.

**Tabla 2.** Precipitaciones en Faro desde el muestreo inicial hasta el muestreo final.

Precipitaciones 2014-2015 (mm)									
Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
26,8	206,0	106,4	38,3	61,7	101,9	40,5	87,2	22,6	1,9

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados observados en la **tabla 3** indican claramente que después del riego en las plantaciones 2006 y 2008 las sales aumentaron (CE) en los dos primeros horizontes del suelo y disminuyeron en los horizontes Bt y Bck aunque sin diferencias estadísticas. La distribución de las lluvias juega un rol fundamental, porque si bien las mismas fueron abundantes durante el ciclo anual del cultivo, los meses previos al muestreo las

precipitaciones fueron mínimas. Villafañe (1993) afirmó que la baja permeabilidad del suelo por debajo de los 40 cm superficiales no permite un desplazamiento de sales a mayor profundidad, aspecto que puede compararse al horizonte Bt y BCk en nuestro estudio. En los suelos sometidos a 4 años de riego el aumento de la CE luego de aplicar el riego fue significativo en todo el perfil. Estos resultados podrían explicarse debido a que la textura del suelo puede no favorecer el lavado de sales en profundidad (Liotta *et al.*, 2015).

El agua utilizada para riego tiene una CE de 2,1 dS m<sup>-1</sup> y una RAS de 24. Ayers y Westcot (1987) y Rhoades (1992) afirman que la composición química del agua de riego es un factor determinante del proceso de lixiviación y de posibles efectos secundarios en el suelo. Si la CE es mayor a 1,0 dS m<sup>-1</sup> y la RAS mayor a 5 tendríamos un bajo potencial químico para solubilizar y lixiviar las sales de un determinado espesor de suelo. El uso de agua con un alto contenido salino genera una acumulación en el perfil de suelo, lo que depende de ciertas características físicas como la textura y la condición de drenaje (El-Swaify, 2000).

El pH mostró un aumento significativo en todos los horizontes del suelo salvo en el Ap y Bt de la plantación con 4 años de riego. Los valores de pH llegaron a 8,7 en el muestreo final, lo que indica presencia de carbonatos y bicarbonatos en todo el perfil. Garbagnati *et al.* (2005) afirman que los carbonatos y bicarbonatos determinan la alcalinidad del agua y que éste último constituye la forma química que más contribuye al aumento de pH. A su vez el agregado de aguas de riego con altos valores de RAS provoca un aumento del espesor de la doble capa difusa, con el consecuente aumento de pH del suelo (Wienhold y Trooien, 1998; Andriulo *et al.*, 1998).

La relación de adsorción de sodio (RAS) no presentó grandes variaciones estadísticas luego de aplicar el riego, pero se observó un leve descenso en su contenido en los dos primeros horizontes de los suelos con 6 y 8 años de riego. Sin embargo, se observó que el contenido aumentó en los horizontes inferiores de los tres suelos, especialmente en el Bt, demostrando un lixiviado del sodio. En el ciclo evaluado la RAS aumentó de 2 a 3 veces su valor en este horizonte, mientras que en el BC se elevó su contenido 1,7, 2 y 4,5 veces en los suelos que habían sido sometidos a 4, 6 y 8 años de riego respectivamente.

El porcentaje de sodio intercambiable aumentó luego de aplicar el riego, aunque solo en la plantación sometida a 8 años de riego hubo diferencias significativas. El suelo con 4 años de riego no mostró un aumento en la cantidad de sodio intercambiable luego de finalizada la temporada de riego. Si bien las sales solubles se lixiviaron en los dos primeros horizontes (RAS disminuyó luego del periodo de riego) y aumentaron su concentración en solución en los horizontes subsuperficiales, se produjo una adsorción de sodio en el complejo de intercambio en todo el perfil de suelo. Los valores de PSI se incrementaron junto con los años de riego. Según Gupta y Abrol (1990) esto representa un problema ya que excesivo sodio intercambiable en el suelo asociado con valores de pH mayores de 8,4 afecta las condiciones físicas de los suelos, perjudicando el movimiento del agua y del aire y consecuentemente el crecimiento de las plantas.

El alto contenido de sales del agua de riego y la escasa capacidad de drenaje del mismo debido a la capa de tosca presente en el horizonte inferior originan una acumulación de sales en el perfil del suelo a lo largo de los años. Esta condición dificulta el lixiviado generando una acumulación permanente y ascendente si no se corrigen las condiciones de drenaje del suelo (Torres y Acevedo, 2008).

Se hallaron correlaciones positivas altamente significativas ( $p < 0,001$ ) entre el pH y el PSI y correlaciones del pH con la RAS y la CE con un  $p < 0,01$  (**tabla 4**). La presencia de carbonatos y bicarbonatos aportados por el agua de riego a la solución del suelo produciría la precipitación del Ca<sup>2+</sup> como CO<sub>3</sub>Ca dejando importantes contenidos de Na<sup>+</sup> en solución, lo cual, provocaría el aumento de pH del suelo. A su vez, los períodos de humedecimiento y secado junto con la evaporación del suelo favorecerían la adsorción de sodio en el complejo de cambio y el aumento del PSI (Giovannini, 1994). El PSI y la RAS se correlacionaron con un coeficiente de 0,35 ( $p < 0,001$ ). Estos resultados están en concordancia con Otero *et al.* (2007), quienes afirmaron que la RAS y el PSI están altamente relacionados.

**Tabla 3.** Porcentaje de sodio intercambiable, conductividad eléctrica , pH y relación de adsorción de sodio en los horizontes del perfil de suelo después de varios años de riego complementario.

Año	Hor.	Prof. (cm)	PSI		CE		pH		RAS	
			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
2006	Ap	0 a 11	7,87 a	14,79 b	0,47 a	1,41 b	6,78 a	8,08 b	2,29 a	1,84 a
	AB	11 a 23	10,63 a	19,40 b	0,31 a	1,24 b	7,09 a	8,72 b	3,55 a	2,58 a
	Bt	23 a 45	13,23 a	22,61 b	0,54 a	0,47 a	7,24 a	7,72 b	4,36 a	11,79 a
	BC	45 a 60	13,08 a	21,30 b	0,96 a	1,42 a	7,40 a	8,37 b	1,49 a	6,61 b
2008	Ap	0 a 10	19,19 a	22,2 a	0,56 a	1,49 b	7,09 a	8,29 b	3,01 a	2,58 a
	A2	10 a 25	23,08 a	24,8 a	0,44 a	1,79 b	7,12 a	8,67 b	5,58 a	3,38 a
	Bt	25 a 58	26,49 a	19,1 a	1,16 a	0,85 a	7,33 a	7,90 b	5,53 a	9,68 a
	Bck	58 a 76	23,81 a	16,7 a	2,39 a	1,01 a	5,97 a	8,38 b	2,30 a	4,70 a
2010	Ap	0 a 9	13,29 a	13,0 a	0,18 a	1,07 b	7,37 a	7,68 a	1,53 a	1,73 a
	A2	9 a 19	14,42 a	16,6 a	0,16 a	1,01 b	7,21 a	8,17 b	1,54 a	2,16 b
	Bt	19 a 30	15,24 a	17,1 a	0,15 a	0,34 b	7,22 a	7,42 a	1,53 a	4,01 b
	BC	30 a 44	13,57 a	15,5 a	0,17 a	1,08 b	7,19 a	7,52 b	1,59 a	2,43 a
	Ck	44 a 60	12,02 a	11,9 a	0,19 a	1,21 b	7,12 a	7,79 b	1,75 a	1,49 a

PSI: porciento de sodio intercambiable, CE: conductividad eléctrica (dS m<sup>-1</sup>) en extracto de saturación del suelo; RAS: relación de adsorción de sodio. Inicial: agosto de 2014. Final: junio 2015 (finalizado el riego). Para la comparación de medias se utilizó el test de Tukey (letras diferente en la misma fila y para cada determinación química son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )).

**Tabla 4.** Correlaciones de Pearson entre las diferentes determinaciones químicas.

Determinaciones	pH	PSI %	RAS	CE (dS m <sup>-1</sup> )
pH	1,00	***	**	**
PSI %	<b>0,43</b>	1,00	***	**
RAS	<b>0,18</b>	<b>0,35</b>	1,00	ns
CE (dS m <sup>-1</sup> )	<b>0,19</b>	<b>0,23</b>	0,04	1,00

pH relación 1:2,5, PSI porcentaje de sodio intercambiable, RAS relación de adsorción de sodio, CE conductividad eléctrica medida en el extracto. En negrita y cursiva: correlaciones de Pearson con  $p < 0,05$ . Los niveles de diferencias estadísticas significativas son indicados como: ns, no significativas; \*,  $p < 0,05$ ; \*\*,  $p < 0,01$  y \*\*\*,  $p < 0,001$ .

### CONCLUSIONES:

En la región del sudoeste bonaerense la utilización de riego complementario con agua de baja calidad C3 S3 en plantaciones de olivos provocó el aumento de la conductividad eléctrica y del porciento de sodio intercambiable del suelo. Los valores de CE están lejos de ser una limitante para la producción del cultivo. El aumento significativo del PSI no se vió reflejado en los valores de RAS del suelo. La continuidad del uso de agua de riego de estas características provocaría un deterioro químico y físico del suelo con las implicancias negativas para el mismo.

Por ello, debería tenerse muy en cuenta el control de los procesos salinización y alcalinización en olivos bajo riego por goteo, y aplicar los mejoradores correspondientes para evitar la degradación química y física de los mismos.



## **BIBLIOGRAFÍA:**

- Aguirre, ME; VR, Elisei; MA, Commegna & RM, Santamaría. 2011. Evolución de la salinidad en un suelo irrigado del sudoeste bonaerense. *Ciencia del suelo*, 29.
- Andriulo, AML; C, Galetto; C, Ferreyra; C, Cordone; F, Sasal; J, Abrego; L, Galina & F, Rimatori. 1998. Efecto de once años de riego complementario sobre un Argiudol Típico Pampeano. *Ciencia del Suelo* 16: 125-127.
- Benloch, M; L, Marín, & R, Fernandez-Escobar. 1994. Salt tolerance of various olive varieties. *Acta Horticulturae* 356: 215-217.
- Di Rienzo, JA; F, Casanoves; MG, Balzarini; L, Gonzalez; M, Tablada & CW Robledo. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- EI-Swaify, S. 2000. Soil and Water Salinity In Plant Nutrient Management in Hawai, Soils Plant Nutrient Management in Hawai Soils Approaches for Tropical Agricultura and Human Resources, University of Hawai at Manoa.
- FAO. 1989. Infiltration problems. En: Water quality for agriculture. Irrigation an Drainage Paper, 29 Rev. 1.
- Garbagnati, MA; PS, González; RI, Antón & MA, Mallea. 2005. Características físico-químicas, capacidad buffer y establecimiento de la línea base ambiental del Río Grande, San Luis, Argentina. *Ecología austral*, 15: 59-71.
- Giovannini, G. 1994. The effect of fire on soil quality. En : Sala, M y Rubio, J. L. Eds. Soil erosion as a consequence of forest fires. *Geoderma Ediciones*, Logroño, 15-27.
- Gupta, RK & IP, Abrol. 1990. Salt affected soils: Their reclamation and management for crop production. *Advances of Soil Science*. 11.:223-228.
- Liotta, M; R, Carrión; N, Ciancaglini & A, Olgún. 2015. Manual de capacitación: Riego por goteo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). San Juan.
- Marín L; M, Benloch & R Fernandez-Escobar. 1995. Screening of olive cultivars for salt tolerance. *Scientia Horticulturae* 64: 113-116.
- Paoloni, JD & M, Gonzalez Uriarte. 2005. Geoambiente y Evaluación de las aguas freáticas del Partido de Cnel. Dorrego (Pcia. Buenos Aires). Edit. Universidad Nacional del Sur, p P108.
- Richards, LA. 1977. Diagnóstico y rehabilitación de Suelos Salinos y sodicos. Manual de Agricultura 60. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 171 p.
- Rhoades, JD & AD, Halvorson. 1977. Electrical conductivity methods for detecting and delineating saline seeps and measuring salinity in Northern Great Plains Soils. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture, USA, 45pp.
- Torres, A & E, Acevedo. 2008. El problema de salinidad en los recursos suelo y agua que afectan el riego y cultivos en los valles de Lluta y Azapa en el norte de Chile. *Idesia (Arica)*, 26(3), 31-44.
- Villafañe, R. 1993. Dinámica de las sales en un suelo arcilloso salino-sódico del sistema de riego Suata-Taiguaguay, estado Aragua. Tesis de posgrado. UCV, Maracay, Venezuela.
- Wienhold, BJ y TP, Trooien. 1998. Irrigation water effects on infiltration rate in the northern great plains. *Soil Sci*. 163:853-858.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ACUMULACIÓN DE SALES EN UN CULTIVO DE ORÉGANO SOMETIDO A DIFERENTES LÁMINAS DE RIEGO POR GOTEO**

Lipinski, V.M.

INTA-EEA La Consulta – Mendoza – Argentina. [lipinski.victor@inta.gob.ar](mailto:lipinski.victor@inta.gob.ar) – CC8- 5567 – La Consulta - Mendoza y Profesor Asociado Cátedra Química Agrícola – FCA - UNCuyo

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto diferentes láminas de riego, sobre la dinámica de sales en el perfil del suelo después de 4 años de cultivo de orégano y su efecto sobre el rendimiento y la calidad del mismo. El ensayo se realizó en la EEA-INTA de La Consulta sobre un suelo Torrifluente típico franco arenoso profundo. El diseño fue en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, con tres tratamientos  $R_1$ : 0,6,  $R_2$ : 1 y  $R_3$ : 1,4 de la evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>). El control de salinidad se realizó en dos muestreos el 14/6/2010 y el 9/5/2011 al final del ensayo. Las muestras se extrajeron con barreno de 6 cm de diámetro, en centro de la cama (C), borde de la cama (I) y fondo del surco (S) distanciados aproximadamente 20 cm uno de otro y en tres profundidades 0-20, 20-40 y 40-60 cm. La conductividad eléctrica del extracto (CE<sub>es</sub>) se obtuvo en forma indirecta, mediante la determinación de la CE del volumen de sedimentación (CE<sub>vs</sub>). El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre las variables analizadas en los dos años 2010 y 2011. La sal acumulada en el perfil del suelo hasta los 60 cm fue mayor en los tratamientos  $R_1$  y  $R_2$ . Comparando los dos años de muestreo se ve un incremento de salinización en el tratamiento  $R_1$  especialmente en la posición I y S. Los rendimientos en los primeros años fueron mejores en los tratamientos  $R_1$  y  $R_2$  y menores en el tratamiento  $R_3$ . A medida que se fue salinizando el suelo, decayó primero en el  $R_1$  y luego al final en el  $R_2$ . El exceso de agua incorporada en el tratamiento  $R_3$  en los primeros años afectó negativamente el crecimiento del cultivo por ser una especie sensible a contenidos elevados de humedad del suelo.

**PALABRAS CLAVES:** riego por goteo, *Origanum vulgare*, salinización

**INTRODUCCIÓN:**

La provincia de Mendoza está ubicada en la región centro-oeste de Argentina. Tiene una superficie de 148.827 km<sup>2</sup>, el clima es árido con precipitaciones que varían de 100 mm año<sup>-1</sup> en el norte, hasta 400 mm año<sup>-1</sup> en el sur, llegando a 900 mm año<sup>-1</sup> en la zona de alta cordillera. Consta de 5 ríos que se alimentan de los deshielos de la cordillera y que permiten el desarrollo de 5 oasis que irrigan 276.000 ha (2% de la superficie) de las cuales 73.000 están afectadas por sales (26%). A nivel país se calculaba en el 2015 que habían 1.750.000 ha bajo riego, de las cuales un 24 % se encontraban afectadas por sales (410.000 ha).

El principal cultivo en la provincia de Mendoza es la vid seguido de frutales, hortalizas, aromáticas y forestales. La calidad del agua es en la mayoría de los casos es C3 S1 según la clasificación de Riverside modificada por Thorne y Peterson o sea de mediana salinidad y baja peligrosidad sódica. Poseen una cantidad importante de sales de mediana solubilidad como el yeso y el bicarbonato de Ca y Mg. Debido a ello, se desarrolló en la región una clasificación propia de aguas conocida como Clasificación de Wainstein (Avellaneda *et al.*, 2004), para la categorización de las aguas con sales de mediana salinidad utilizando la Conductividad

eléctrica efectiva ( $CE_{\text{efectiva}}$ ), o sea aquella en la cual se descuentan las sales que precipitan por los fenómenos de concentración en el suelo.

Aparte de las aguas superficiales, se utilizan numerosos acuíferos libres y confinados con profundidades entre 70 y 350 m con calidades de agua variables. El Río Mendoza, tiene un caudal medio es de  $50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  y el Tunuyán  $28,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  y proporcionan un importante aporte al acuífero subterráneo. Según el Centro Regional de Aguas Subterráneas (CRAS) bajo la superficie se almacenan unos  $15.000 \text{ hm}^3 \text{ año}^{-1}$ . Esta reserva hídrica es de suma importancia por lo cual su uso debe controlarse y sobre todo debe preservarse de la contaminación, salinización y sobre explotación.

Estudios realizados por el Departamento General de Irrigación (DGI) en 1997, muestran que en los últimos 30 años, la salinidad de los pozos más superficiales se ha triplicado, por lo que los agricultores han tenido que profundizar sus perforaciones a niveles de 200 m o más. Sin embargo, trabajos realizado por Martí *et al.* (2003) y Bermejillo *et al.*, (2012), sostienen que la mayoría de las aguas subterráneas de Mendoza son de excelente calidad siendo aptas para el riego de todo tipo de cultivos.

Una forma de evaluar la variación espacial de la salinización es a través de la conductividad eléctrica del extracto de saturación ( $CE_{\text{es}}$ ) por ser una herramienta fácil y sencilla (Corwin y Lesch, 2005). El lavado de suelos generalmente se realiza mediante la construcción de melgas sin pendiente de manera de acumular la lámina de riego necesaria para eliminar las sales del perfil. En los suelos que presentan capas impermeables o de baja tasa de infiltración, se deben construir drenes para su eliminación. El lavado de sales también se puede realizar con riego por aspersión y por goteo. Fontela *et al.* (2009), encontraron un incremento muy importante de sales en viñedos regados por goteo en casi toda la provincia de Mendoza, lo que advierte la necesidad de ajustar las láminas de riego o utilizar métodos complementarios para eliminar las sales acumuladas en el interfilar.

El cultivo de orégano en la provincia ocupa alrededor de 1100 ha concentradas principalmente en el departamento de San Carlos (Valle de Uco). La mayoría de los productores dedicados a esta actividad poseen pequeñas parcelas atendidas por la misma familia con la utilización de muy poca tecnología. La implementación del riego por goteo en los cultivos hortícolas se va incrementando lentamente siendo el tomate y el ajo, los cultivos con mayor superficie regados con este sistema. Sin embargo, hay productores de orégano que están incorporando riego presurizado en sus parcelas y no poseen información local de referencia con respecto a las láminas y frecuencias a utilizar para lograr un producto de calidad con una producción adecuada y una eficiencia de uso del agua acorde al sistema utilizado. En el caso de las plantas aromáticas a veces el estrés hídrico provoca significativos cambios en la concentración de los metabolitos y su composición mejorando la calidad de producto (Petropoulos *et al.*, 2008). El problema que puede ocurrir cuando se riega con aguas de moderada salinidad es que este estrés hídrico puede a la larga provocar una acumulación excesiva de sales en el perfil afectando los rendimientos y la calidad.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto diferentes láminas de riego por goteo, sobre la dinámica de sales en el perfil del suelo después de 4 años de cultivo de orégano y su efecto sobre el rendimiento y la calidad del mismo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA-INTA) de La Consulta, Mendoza, Argentina, (latitud sur  $33^{\circ} 42,7'$  y longitud oeste  $69^{\circ} 04,5'$  altura snm 942 m), sobre un suelo Torrifluente típico franco arenoso profundo, con contenidos medios de N total y de P disponible, valores altos de K intercambiable y bajos contenidos de materia orgánica (Tabla 1). El diseño fue en bloques completos al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron  $R_1$ : 0,6 de la Evapotranspiración óptima del cultivo ( $ET_c$ ),  $R_2$ : igual a la  $ET_c$  y  $R_3$ : 1,4 de la  $ET_c$ . Las parcelas constaban de 3 hileras distanciadas entre ellas 0,82 m y de 8 m del largo. La programación del riego se realizó utilizando como referencia los datos de un tanque de evaporación Clase A, y los kc del cultivo se eligieron según la FAO para plantas arbustivas perennes, pero fueron ajustados con los datos de tensión agua en el suelo tomados con 6

sensores Watermark, colocados dos en cada tratamiento a 20 y 50 cm de profundidad por debajo de la línea de gotero (Allen *et al.*, 1998).

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo.

pH	CE	PS	VS	Textura	N	Pd	Ki	MO	C/N
7,81	2,25	31,69	98,5	Fr	804	5,88	260	1,44	10,42

CE: conductividad eléctrica del extracto en  $\text{dS m}^{-1}$ , PS: porcentaje de saturación de la pasta de suelo, VS: volumen de sedimentación en mL % g suelo, N: nitrógeno total en  $\text{mg kg}^{-1}$  (Kjeldahl), Pd: fósforo disponible en  $\text{CO}_2$  1:10 en  $\text{mg kg}^{-1}$ , Ki: potasio intercambiable en acetato de amonio en  $\text{mg kg}^{-1}$ , MO: porcentaje de materia orgánica, C/N relación carbono/nitrógeno

Los primeros 40 cm del suelo tiene una textura franca, compuesta por un 10 % de arcilla, 50 % de limo y 40 % arena esta última muy fina menor de  $100 \mu$ , en profundidad el suelo es más franco arenoso con arenas más gruesas. La capacidad de campo (CC) a 0,3 bares en los primeros 30 cm de suelo es de aproximadamente 17 % y el punto de marchitez permanente (PMP) de 9 %. La calidad del agua para riego se puede ver en la Tabla 2 donde se destaca los altos contenidos de sulfato y calcio.

Tabla 2. Composición fisicoquímica del agua de riego, CE: conductividad eléctrica en  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , los cationes y aniones expresados como  $\text{meq L}^{-1}$ , RAS: relación de absorción de sodio.

CE	pH	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	RAS
945,2	8,07	4,67	1,56	2,99	0,17	1,70	2,52	5,35	1,69

La plantación se realizó el 17 de mayo de 2007, colocando las plantas en el medio de las camas con un distanciamiento de 0,30 m entre plantas y a 0,82 m entre hileras. Las mangueras de goteo (Streamline, Netafim) se colocaron al lado de las plantas, con goteros a 0,30 m y un caudal nominal de  $0,9 \text{ L h}^{-1}$  (lámina de aplicación (dr):  $3,36 \text{ mm h}^{-1}$ ). Durante los ciclos de cultivo se realizaron fertirrigaciones aplicando en promedio 150 kg de N (Sol Mix:28-0-0) y 25 kg de P (ácido fosfórico: 0-60-0) por año. Las láminas de riego que recibió el cultivo en los cuatro años se pueden visualizar en la Tabla 3. Fijando cada temporada de mayo a abril, las evaporaciones del tanque A (EB) fueron 1467 mm, 1684 mm, 1707 mm y 1646 mm respectivamente para los años 07/08, 08/09 09/10 y 10/11. Considerando la dr+ppe las relaciones finales fueron 0,62 para  $R_1/R_2$  y 1,37 para  $R_3/R_2$ . (Tabla 3).

Tabla 3. Evaporación del tanque A (EB), láminas de riego (dr), precipitación efectiva (ppe) y las láminas de riego más la precipitación efectiva (dr+ppe) aplicadas al cultivo según tratamiento en cada ciclo de cultivo. El año que figura indica de inicio del ciclo.

Año	EB mm	dr mm			ppe	dr+ppe		
		$R_1$	$R_2$	$R_3$		$R_1$	$R_2$	$R_3$
2007	1496	502	849	1197	283	785	1132	1480
2008	1684	438	829	1214	190	628	1020	1405
2009	1707	550	998	1455	92	642	1089	1547
2010	1646	513	971	1425	173	686	1144	1597
Total	6533	2003	3647	5291	738	2741	4385	6029

Para el control de salinidad se realizó un muestreo el 14/6/2010 y otro el 9/5/2011 al final del ensayo. Las muestras se extrajeron con barreno de 6 cm de diámetro, en tres puntos de cada parcela, centro de la cama (C), borde de la cama (I) y fondo del surco (S) distanciados aproximadamente 20 cm uno de otro y en tres profundidades 0-20, 20-40 y 40-60 cm en cada una de las parcelas (108 muestras en total), las cuales fueron secadas al aire, tamizadas por malla de 2 mm (tamiz N° 10). La  $\text{CE}_{\text{es}}$  se obtuvo en forma indirecta, mediante la determinación de la CE del volumen de sedimentación ( $\text{CE}_{\text{vs}}$ ), para lo cual previamente se realizó un ajuste entre la  $\text{CE}_{\text{es}}$  y la  $\text{CE}_{\text{vs}}$  utilizando para ello 37 muestras elegidas de manera de tener un amplio rango de conductividades (Figura 1). El VS es una determinación sencilla (Nijensohn y Maffei, 1996) que permite previa calibración, estimar la textura del suelo y también la CE. Consiste en tomar 25 g de TFSA (tierra fina seca al aire) y dispersarla en agua en una probeta de 50 mL de capacidad. Luego de 24 h de reposo se mide el volumen de suelo decantado y se multiplica por 4 para expresarlo en  $\text{mL } 100 \text{ g}^{-1}$ . Suelos minerales típicos de la región cuyana

con VS entre 94 a 104 mL g<sup>-1</sup> corresponden a suelos de texturas francas y de 80 a 93 suelos franco arenosos. Para determinar la CE<sub>vs</sub> después de medir el VS se vuelca el líquido sobrenadante en un vaso de precipitados de 30 mL y se determina la conductividad eléctrica de volumen de sedimentación 1 (CE<sub>vs1</sub>). Luego se vuelve el líquido medido a la probeta y se agita nuevamente durante un minuto con un alambre terminado en un aro de diámetro algo inferior al de la probeta, se deja reposar una hora y se mide de vuelta obteniéndose la CE<sub>vs2</sub>. La correlación entre CE<sub>vs2</sub> y la CE<sub>es</sub> resultó ser mejor que la CE<sub>vs1</sub> al tener un R<sup>2</sup> superior, por lo que se utilizó la primera (Figura 1). Esta metodología permite la utilización de un volumen mucho menor de suelos y es más rápida que la determinación de la CE<sub>es</sub>.

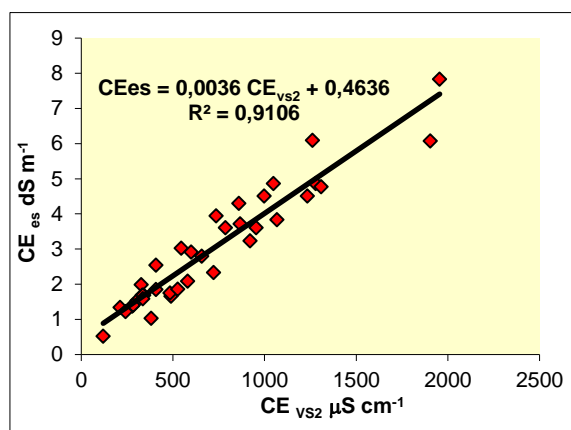


Figura 1. Ajuste entre la CE<sub>vs2</sub> y la CE<sub>es</sub> en 37 muestras de suelo de la EEA-INTA la Consulta

Con el valor de la CE<sub>vs2</sub> se estimó la CE<sub>es</sub> mediante la ecuación  $CE_{es} = 0,0036 \times CE_{vs2} + 0,4636$ , expresando la CE<sub>es</sub> en dS m<sup>-1</sup> y la CE<sub>vs2</sub> en µS cm<sup>-1</sup>. Con este dato de CE<sub>es</sub> se calculó el porcentaje de sales, %sal =  $CE_{es} \times 0,064 \times PS / 100$ , siendo PS el porcentaje de saturación de la pasta saturada calculada a partir del VS a través de una ecuación de correlación  $PS = VS \times 0,5566 - 19,13$ , no presentada en este trabajo. Con el %sal se calculó la cantidad de sales en kg ha<sup>-1</sup> acumulados en cada capa de 20 cm de profundidad, a través de la fórmula  $Ac\ Sal\ 20 = \%Sal \times \delta \times 20000$ , siendo  $\delta$  la densidad aparente promedio del suelo medida a campo que fue para la profundidad de 0-20: 1,32 kg dm<sup>-3</sup>, 20-40: 1,42 kg dm<sup>-3</sup> y para 40-60: 1,43 kg dm<sup>-3</sup>. Los datos fueron analizados con el programa Infostat V 1.1 a través de un Anova. Las medias fueron comparadas con el test de Tukey con un  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre las variables analizadas en los dos años 2010 y 2011 (Tabla 4). En el 2010 las interacciones entre las variables analizadas y la triple interacción (tratamiento x posición x profundidad) dieron significativas, no así en el muestreo de 2011 donde la triple interacción no fue significativa para ninguna de las variables analizadas, como tampoco lo fueron el %Sal y Ac Sal20 cuando se consideró las posiciones. A pesar de las interacciones, se presentan solo los efectos simples por razones de espacio o sea el efecto de los tratamientos de riego, la posición y en profundidad.

En la Tabla 5 se puede observar las sales acumuladas del perfil de suelo hasta los 60 cm de profundidad según los tratamientos de riego y según la posición en la cama de plantación. Se observa la mayor concentración de sales en el tratamiento R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub>. Comparando los dos años de muestreo se ve un incremento de salinización en el tratamiento R<sub>1</sub> especialmente en la posición I y S. Con el tratamiento R<sub>2</sub> se ve en general una tendencia a disminuir la salinidad sobre todo en la posición intermedia. Lo mismo ocurre en el tratamiento R<sub>3</sub> donde se ve una disminución de la salinidad en todas las posiciones.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos de riego (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>), posición con respecto a la manguera de riego (C: central, I: intermedia, S: Surco) y profundidad sobre el volumen de sedimentación (VS: mL/g),

conductividad eléctrica de VS<sub>2</sub> (CE<sub>vs2</sub>, exp.  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), conductividad eléctrica del extracto calculada según el VS<sub>2</sub> (CE<sub>ecvs2</sub>, exp.  $\text{dS m}^{-1}$ ), porcentaje de sales promedio según la CE<sub>ecvs2</sub> (%Sal) y sales acumuladas expresadas en  $\text{kg ha}^{-1}$  en capas de 20 cm según las CE calculadas (Ac Sal<sub>20</sub>) muestreo del año 2010 y 2011

Trat	2009/2010					2010/11				
	VS	CE <sub>vs2</sub>	CE <sub>ecvs2</sub>	%Sal	Ac Sal <sub>20</sub>	VS	CE <sub>vs2</sub>	CE <sub>ecvs2</sub>	%Sal	Ac Sal <sub>20</sub>
R <sub>1</sub>	95.72	1299	3.68	0.08	2240	94.44	1683	4.54	0.1	2820
R <sub>2</sub>	93.92	1525	4.19	0.09	2520	94.33	1315	3.71	0.08	2422
R <sub>3</sub>	97.53	819	2.59	0.06	1634	92.86	785	2.51	0.05	1554
<i>Sig</i>	**	**	**	**	**	*	***	***	***	**
Posición										
C	97.08	982	2.89	0.07	1804	94.78	1053	3.12	0.07	1962
I	94.78	1480	4.08	0.09	2484	93.78	1413	3.93	0.09	2488
S	95.31	1211	3.48	0.08	2106	93.08	1317	3.72	0.08	2346
<i>Sig</i>	*	**	**	**	**	*	*	*	ns	ns
Profundidad										
0-20	100.33	1887	5.00	0.12	3098	100.19	1909	5.05	0.12	3307
20-40	96.81	968	2.93	0.07	1848	93.69	1035	3.08	0.07	1959
40-60	90.03	788	2.52	0.05	1447	87.75	839	2.64	0.05	1530
<i>DMS</i>	2.03	269	0.61	0.015	391	1.42	320	0.723	0.018	536
<i>CV</i>	3.61	37.62	29.65	32.41	31.17	2.57	43.06	34.21	38.76	40.18
<i>Sig</i>	**	**	**	**	**	***	***	***	***	***
<i>Int Tr x Pos</i>	*	**	**	**	**	*	**	**	*	**
<i>Int Tr x Prof</i>	ns	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Int Pos x Prof</i>	*	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
<i>Int Tr x Pos x Prof</i>	*	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns

Tabla 5. Cantidad de sales acumuladas en el perfil de suelo (60 cm de profundidad)(Sal acum 60) según el tratamiento de riego y la posición en la cama de plantación calculadas según la CE<sub>vs2</sub> expresadas en kg/ha.

Trat	Posición	2010	2011
		Sal acum 60	Sal acum 60
R1	C	7035	7860
	I	7574	8786
	S	5554	7874
R2	C	5463	5431
	I	10689	8765
	S	6515	6020
R3	C	3736	3679
	I	4084	3582
	S	6886	5941
<i>DMS</i>		4559	5831
<i>CV</i>		27,09	34,41
<i>Sign.</i>		**	ns

Las sales acumuladas promedio en el perfil de suelo y la CE del extracto de saturación calculada (CE<sub>ecvs2</sub>) se presentan en la Tabla 6. Se observa que no hubo diferencias significativas en los dos años entre el tratamiento R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> pero si hubo con el R<sub>3</sub> en las dos variables consideradas. Entre los años muestran un aumento en el R<sub>1</sub> y pequeñas variaciones en R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>, que tienden a disminuir.

Tabla 6. Sales acumuladas en el perfil, (Sal acum 60) expresadas en  $\text{kg ha}^{-1}$ , y la CE del extracto de saturación calculada de VS<sub>2</sub> (CE<sub>ecvs2</sub>) según los tratamientos de riego determinados en los dos últimos años de muestreo

Trat	Sal acum 60		CE <sub>ecvs2</sub>	
	2010	2011	2010	2011
R <sub>1</sub>	6721	8173	3.68	4.54
R <sub>2</sub>	7558	6739	4.19	3.71
R <sub>3</sub>	4902	4400	2.59	2.51
<i>DMS</i>	1682	2277	0.72	1.17
<i>CV</i>	10.51	16.3	9.49	14.99
<i>Sign.</i>	**	**	**	**

Los rendimientos también fueron afectados por los tratamientos de riego, salvo en el segundo ciclo y la sumatoria de todos los años que no fueron significativos. (Tabla 7)

Tabla 7. Efecto de los tratamientos de riego sobre el rendimiento de orégano limpio y seco en kg ha<sup>-1</sup>

	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	total
R <sub>1</sub>	5996	2246	3117	1194	12553
R <sub>2</sub>	6082	1819	5262	1773	14936
R <sub>3</sub>	3496	1087	3859	2449	10892
DMS	2490	1166	1800	547	4265
CV	24,88	31,31	20,3	13,98	15,37
Sign	*	ns	*	**	ns

Es interesante notar que los rendimientos los primeros años fueron mejores en el tratamiento R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> y menores en el tratamiento R<sub>3</sub>. A medida que se fue salinizando el suelo, decayó primero en el R<sub>1</sub> y luego al final en el último ciclo en el R<sub>2</sub>. El exceso de agua incorporada en el tratamiento R<sub>3</sub> afectó negativamente el crecimiento del cultivo sobre todo los primeros años, por problemas de asfixia radical y lavado excesivo de nutrientes. El orégano es una planta que no soporta muy bien los suelos anegados o muy húmedos. En el último año las parcelas más regadas, mejoraron su rendimiento con respecto a los otros dos, al estar menos salinizado. No hay en la bibliografía tablas que indiquen cual es la resistencia o tolerancia de este cultivo a las sales, pero por los rendimientos obtenidos podemos concluir que es medianamente tolerante.

En este ensayo también se evaluó la cantidad de aceites esenciales producidos, que no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, pero se observa una tendencia a la disminución de los del porcentaje de aceite a medida que se incrementa la lámina de riego (Lipinski *et al.*, 2010). Esto coincide con Said-Al Ahl *et al.* (2009) quienes en un ensayo en macetas determinaron que el orégano alcanza mayor desarrollo vegetativo con una frecuencia de riego de cada 3 días en comparación con 5 y 7 días, sin embargo la producción de aceites esenciales se vio incrementada con una frecuencia de 5 días. Asimismo Gerami *et al.* (2016) encontraron aumento de rendimiento de orégano al incrementar la frecuencia de riego a uno por semana en suelos franco arcillosos, pero la concentración de aceites esenciales fue mayor en el tratamiento con un riego cada 3 semanas. Sin embargo, Baatour *et al.* (2010) encontraron en *Origanum majorana*, especie afín al orégano, una disminución del contenido de aceites esenciales a consecuencia del estrés salino.

Está demostrado que en riego por goteo las sales son desplazadas a la periferia del bulbo húmedo (Wang *et al.*, 2011). Estos autores utilizaron tensiómetros fijando umbrales de riego que permitieron eliminar las sales en el perfil del suelo cuando emplearon un umbral de -0.5 kPa. Cuando los umbrales de riego elegido eran -15 kPa, -20 kPa y -25 kPa el lavado no se produjo, debido principalmente a la menor frecuencia de riego. En el ensayo de orégano los valores medios anuales de potencial mátrico del suelos medido con los Watermark marcó importantes diferencias sobre todo entre el tratamiento R<sub>1</sub> y los otros dos (Tabla 8).

En el R<sub>1</sub> los valores fueron muy bajos sobre todo en el ciclo de cultivo de 2009/10. Por otro lado se observó un comportamiento anómalo en el R<sub>3</sub> el cual debería haber indicado valores más altos sobre todo en el último ciclo de cultivo. Pero esto puede deberse a un envejecimiento prematuro de los sensores que tienen una vida útil no mayor de 10 años.

Tabla 8. Valores promedios anuales de potencial mátrico del suelo tomados con Watermark en dos profundidades y en los tres tratamientos de riego. Lecturas en kPa.

Ciclo de cultivo	R1		R2		R3	
	W <sub>20</sub>	W <sub>50</sub>	W <sub>20</sub>	W <sub>50</sub>	W <sub>20</sub>	W <sub>50</sub>
2007/08	-35,5	-26,6	-14,9	-17,7	-14,8	-13,9
2008/09	-103,9	-58,8	-18,2	-27,9	-20,5	-14,4
2009/2010	-124,4	-135,1	-19,0	-39,7	-30,8	-16,7
2010/2011	-67,8	-105,4	-16,5	-28,6	-32,8	-35,4

## CONCLUSIONES:

Después de cuatro años de ensayo se observó un incremento importante de sales en los tratamientos en los cuales no se contempló un requerimiento de lixiviación adecuado, como mínimo del 20%. Sin embargo, los rendimientos fueron afectados después del tercer año en el tratamiento R<sub>2</sub>. Por lo tanto se pueden aconsejar distintas estrategias de riego. Por ejemplo, en el primer año de cultivo se puede reducir la lámina de riego en un 10 % o más de la ETC, igualarla en el segundo año e incrementarla de un 10 % a un 20 % en el tercero para eliminar sales acumuladas. Otra estrategia podría ser regar durante el período activo del cultivo reponiendo el agua demandada o someterla a un pequeño estrés y realizar lavado en la época invernal. De esta manera se mantendría el balance de sales en el perfil del suelo y el cultivo no se vería afectado por los excesos de humedad.

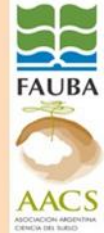
## BIBLIOGRAFÍA:

- Allen, RG, LS Pereira, D Raes, M Smith. 1998. Crop Evapotranspiration—Guidelines for Calculating Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56 Rome, Italy.
- Avellaneda, MO, AI Bermejillo y LE Mastrantonio. 2004. Aguas de riego. Calidad y evaluación de su factibilidad de uso. 1ª edición. Mendoza. EDIUNC, 2004. 160 p. (Serie Estudios/El Agua, N° 37). Universidad Nacional de Cuyo
- Baatour O, R Kaddour, W Aidi Wannas, M Lachaal, B Marzouk. 2010. Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). Acta Physiol Plant 32:45–51
- Bermejillo A, L Martí, D Cónsoli, C Salcedo, J Llera, A Valdés, M Venier y S Troilo. 2011. Aptitud para riego del agua subterránea basada en la salinidad y sodicidad en las perforaciones realizadas entre 2004 y 2010 en los Oasis Norte y Centro de Mendoza. Rev. FCA UNCuyo. 2012. 44: 221-240.
- Corwin, DL and SM Lesch. 2005. Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity. I. Survey protocols. Computers and Electronics in Agric. 46: 103–133.
- Gerami F., PR Moghaddam, R Ghorbani and A Hassani. 2016. Effects of irrigation intervals and organic manure on morphological traits, essential oil content and yield of oregano (*Origanum vulgare* L.). An Acad Bras Cienc 88 (4).
- Fontela, C, S Salatino, J Morábito, C Mirábile, J Maffei y L Mastrantonio. 2009. Riego por goteo en Mendoza, Argentina: evaluación de la uniformidad del riego y del incremento de salinidad, sodicidad e iones cloruro en el suelo. Rev. Facultad de Ciencias Agrarias-UNCuyo. Tomo XLI N° 1:135-154.
- Lipinski V M, P Bauzá, C Baglio, L Vignoni, C Amadio, S Gaviola, JF Bastias. 2010. Rendimiento y calidad de orégano cultivado con riego por goteo. XXXIII Congreso de Argentino de Horticultura. Rosario. Res.
- Martí, L, C Salcedo, J Llera, y A Valdés. 2003. Características físico-químicas y aptitud agronómica de aguas subterráneas período 1997-2001 (Mendoza-Argentina). Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXV. N° 2. 63-70.
- Nijensohn, L y JA Maffei. 1996. Estimación de la salinidad y otras características edáficas a través de los volúmenes de sedimentación. Ciencia del Suelo, 14:119-121.
- Petropoulos, SA, D Dimitra, MG Polissiou; HC Passam. 2008. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. Sci. Hortic. 115, 393–397.
- Said-Al Ahl HAH, HS Ayad and SF Hendawy. 2009. Effect of potassium humate and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano under different irrigation intervals. Ozean Journal of Applied Sciences 2: 2009
- Wang, R, Y Kang, S Wan, W Hu, S Liu, S Liu. 2011. Salt distribution and the growth of cotton under different drip irrigation regimes in a saline area. Agricultural Water Manage. 100:58– 69





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **DINÁMICA DE LAS SALES EN UN SUELO BAJO RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO**

**Varela Patricio<sup>1\*</sup>; Luciana Dunel<sup>1</sup> & Romina Storniolo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Riego y suelos. EEA INTA Hilario Ascasubi, Ruta 3 Km 794, Bs. As.

(\*) [varela.patricio@inta.gob.ar](mailto:varela.patricio@inta.gob.ar)

**RESUMEN:** En un lote bajo riego por goteo subterráneo (RGS) en la EEA Ascasubi del INTA se evaluaron cuatro profundidades y tres sitios en el plano horizontal con respecto al lateral de riego enterrado conformando una grilla de medición de 12 puntos por sitio relevado. El objetivo de esta experiencia fue evaluar el impacto potencial que el agua del RGS ejerce sobre la dinámica espacial de las sales en un suelo cultivado con cebolla. Los valores más elevados de conductividad eléctrica (CEs) se identificaron en la superficie del suelo y sobre el lateral de goteo disminuyendo hacia la entrecinta en conjunto con la humedad, siendo esta última la zona de menor rendimiento. El aumento en la salinidad del agua de riego en las diferentes campañas fue coherente con el registrado en el suelo aumentando los valores de CEs. El manejo del RGS implica el entendimiento de la dinámica hídrica y de solutos en el suelo.

**PALABRAS CLAVE:** salinidad, riego subterráneo, cebolla.

### **INTRODUCCIÓN**

El valle bonaerense del río Colorado (VBRC) es un área de riego gravitacional circunscripta hacia ambos márgenes del río abarcando la porción norte y sur de los partidos de Villarino y Patagones respectivamente. Dentro del régimen semiárido en el que se halla, las precipitaciones apenas alcanzan los 500 mm anuales con una distribución mayoritaria primavera-estival (60%) coincidente con la mayor demanda atmosférica que involucra el 75% de los 1100 mm anuales de evapotranspiración potencial (ET<sub>o</sub>). Por tal motivo la zona es de riego complementario debiéndose cubrir el desbalance con el agua de riego para la prosperidad de los distintos cultivos. La matriz vigente de distribución del agua hacia los regantes está al máximo de su capacidad condicionada en gran medida por la infraestructura no revestida de los canales. A su vez, los establecimientos agropecuarios cuentan con el agua acotada en función de las hectáreas empadronadas en la etapa de desarrollo del VBRC y asignación de la misma. Esta característica pone de manifiesto que en la zona prácticamente el valor a la tierra lo da mayoritariamente la cantidad de agua, así como la infraestructura de riego de la que dispone la explotación. Al margen de estas características y como consecuencia de la magra de las nevadas en la naciente del río Colorado hace aproximadamente una década se instauró en la zona no solo una disminución en el módulo medio del curso de agua sino un incremento en los valores medios de su salinidad durante la campaña de riego (1,44 dS.m<sup>-1</sup>). Teniendo en cuenta que el agua

subterránea es pobre en calidad y caudal, la única manera asequible para mejorar la administración del recurso hídrico y aumentar la oportunidad de uso del agua es incrementar los valores de eficiencia de riego que tienen los sistemas regados por gravedad donde rara vez superan 50% (Sanchez 2013, Varela *et al* 2014) y representan el 99% de la superficie irrigada del VBRC. Otra manera de mejorar este indicador es recurrir a los sistemas presurizados como es el caso del riego por goteo.

Uno de los aspectos esenciales para alcanzar la sustentabilidad en los agroecosistemas irrigados es la identificación del impacto potencial que el agua de riego ejerce sobre las propiedades del suelo (Hoffman *et al.*, 1992). Las sales disueltas en el agua de riego aumentan la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (CEs). Este valor cuantifica la salinidad y puede indicar la influencia que tienen las sales en el crecimiento de los cultivos. El aumento de la salinidad en los suelos causa una disminución en el rendimiento de los cultivos. En particular la cebolla (*Allium cepa*) es sensible a valores de CEs por encima de 1,8 dS m<sup>-1</sup> donde comienza a comprometer su potencial productivo (Mass y Hoffman, 1977).

Al aplicar un riego, las sales del suelo más las aportadas por el agua de riego se encuentran disueltas en el agua del suelo. La evaporación y la transpiración de los cultivos disminuyen los niveles de humedad edáfica sin disipar las sales disueltas. Como consecuencia los valores de CEs aumentan hasta recibir el próximo pulso de humedad. El riego por goteo superficial genera un bulbo de humedad radial al emisor donde se generan zonas de alta y baja lixiviación a medida que pierde acción la zona húmeda respectivamente (Pizarro, 1996). En el caso del riego por goteo subterráneo (RGS), la dinámica de la humedad tiene el comportamiento descrito anteriormente debajo del lateral de riego; sin embargo, hacia arriba, la porción superficial del suelo se humedecerá en función de la capilaridad del mismo y asociada a ella también el flujo ascendente de solutos (Roberts *et al.*, 2009). La acumulación de sales en los sistemas bajo riego subterráneo se torna más preocupante en aquellos lugares donde la evapotranspiración potencial (ET<sub>o</sub>) anual es mucho mayor que las precipitaciones (Roberts *et al.*, 2009).

### **CARACTERIZACIÓN DEL RGS, LOTE Y EXPERIENCIA**

Mediante la vinculación entre el INTA y la empresa NETAFIM Argentina se instaló un módulo demostrativo de RGS durante 2015 en la EEA Hilario Ascasubi. La finalidad del mismo fue evaluar los principales cultivos del VBRC enmarcados en un planteo productivo de alta eficiencia de uso del agua, rendimientos potenciales y labranza cero. A su vez se planificó el seguimiento de distintas variables edáficas que permitieran evaluar el efecto del riego subterráneo sobre el lote. Una de ellas fue la CEs. La sistematización se llevó a cabo sobre dos ha de superficie en un lote fuera de cota de riego gravitacional con laterales con goteros de 1 L h<sup>-1</sup> a 0,30 m entre sí, enterrados a 0,20 m de profundidad y una equidistancia de 0,70 m en el plano horizontal presentando una capacidad operativa de 4,7 mm h<sup>-1</sup>. Las condiciones edáficas pudieron considerarse prácticamente prístinas, sobre todo desde el punto de vista de la CEs, debido a que por su condición topográfica el lote no contaba con historial de riego siendo los valores originales de salinidad muy bajos para el común de las parcelas regadas del VBRC (Tabla 1).

Durante 4 campañas consecutivas a partir de 2015 se evaluó la CEs sobre las parcelas cultivadas con cebolla sembradas en siembra directa siempre sobre un antecesor cereal de invierno-zapallo. La salinidad se midió en una grilla formada por 4 profundidades y tres

**Tabla 1.** Resultados del análisis de suelos. **CE:** conductividad eléctrica; **MO:** materia orgánica; **P:** fósforo; **Nt:** nitrógeno total; **δ:** densidad aparente; **%A:** % arena; **%L:** % limo y **%Ar:** % arcilla.

	CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH	MO (%)	P (ppm)	Nt (mg/g)	δ (Mg m <sup>-3</sup> )	Clase textural		
							%A	L%	%Ar
Lote	0,56	7,62	1,53	23,5	0,88	1,3	5,5	9,5	85,0

posiciones en el plano horizontal conformando 12 puntos de medición por unidad experimental: P1 (0-5 cm), P2 (5-10 cm), P3 (10-20 cm) y P4 (20-40 cm) y S0 Sobre el lateral de goteo, S17,5: 17,5 cm del lateral de goteo y S35: 35,0 cm del lateral de riego.

El muestreo del suelo se llevó a cabo al finalizar cada temporada de riego coincidiendo siempre con la madurez fisiológica del cultivo en donde el tamaño del bulbo llegó al máximo de su posible desarrollo. Durante el período de evaluación los ciclos fueron relativamente

**Tabla 2.** Balance hídrico por campaña de monitoreo.

Ciclo	ETc (mm)	PP (mm)	Balance (mm)
2015-16	548,7	274,1	-274,6
1016-17	603,1	117,9	-485,2
2017-18	614,3	110,8	-503,5
1018-19	598,4	178,4	-420,0

contrastantes pudiéndose clasificar en 3 situaciones: 2015-16: año húmedo,

2016-17 año seco, 2017-18 año seco bis y 2018-19 año medio (Tabla 2). Las

láminas totales de riego fueron similares entre campañas siendo de

alrededor de 850 mm exceptuando la primera, donde las labores de

enterrado de los laterales de goteo afectaron de sobremanera la

capilaridad del suelo y se requirió

excesivo riego para lograr que la humedad ascienda, finalizando la temporada en 1170 mm

regados. Cómo fuente de agua se utilizó la del canal de riego

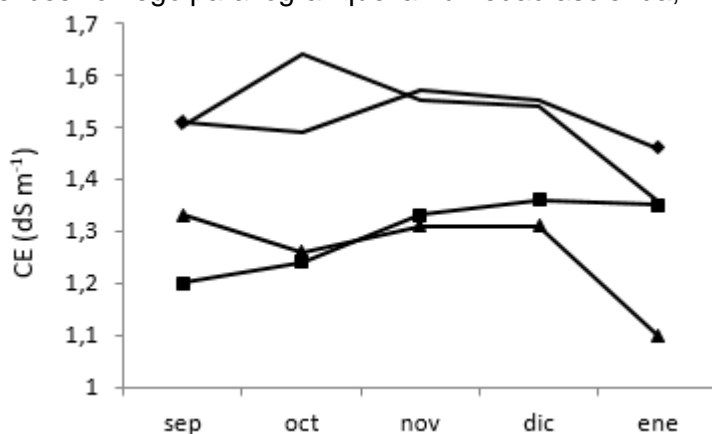
interno de la EEA proveniente del río Colorado, la cual presentó

variaciones de la conductividad eléctrica (CE<sub>ar</sub>) a lo largo y entre

los 4 períodos de riego. En los dos primeros años la CE<sub>ar</sub> fue en

promedio 18.5% más baja en que en las dos últimas (Gráfico

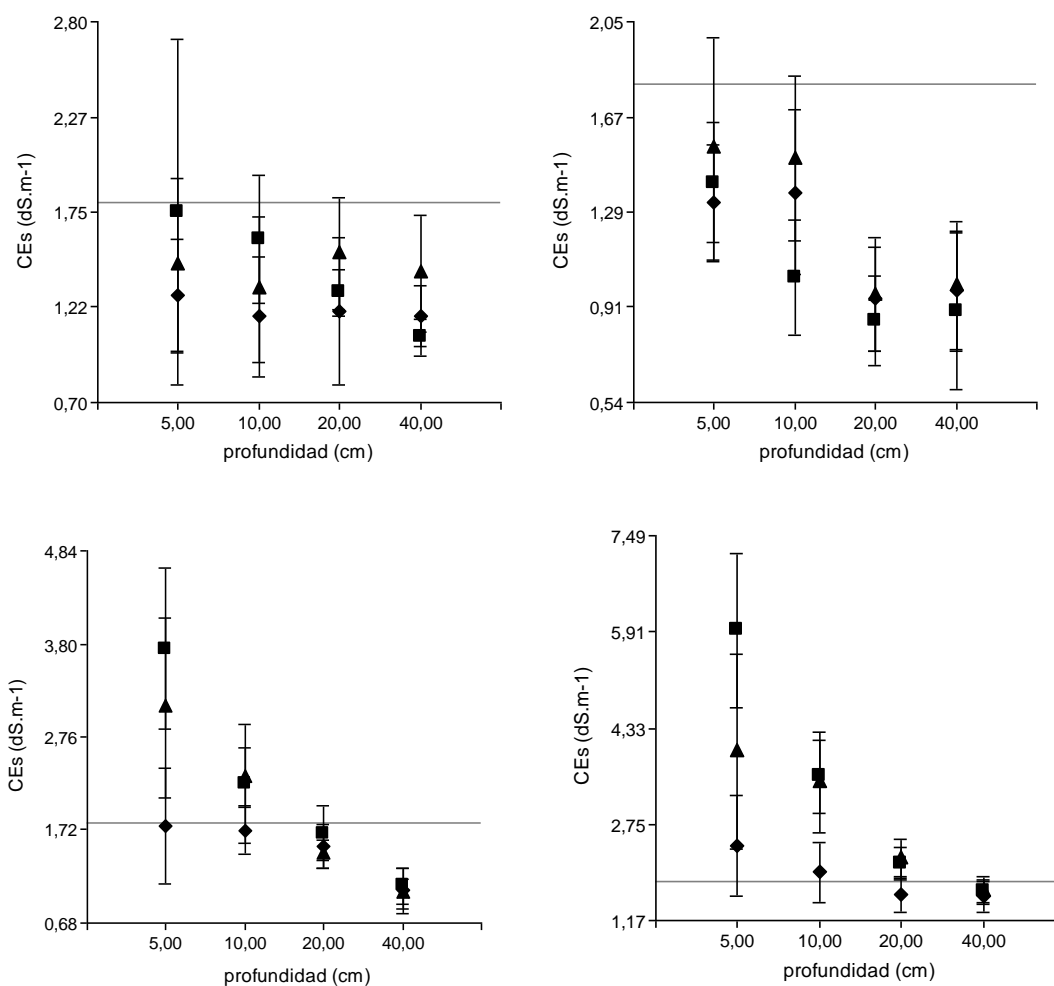
1).



**Gráfico 1.** Salinidad de la fuente de agua usada para el riego durante las diferentes campañas. ▲ 2015-16 ■ 2016-17 — 2017-18 ◆ 2018-19

## RESULTADOS

Los valores de salinidad registrados al momento de la madurez fisiológica del cultivo fueron diferentes en cada campaña (Gráfico 2). Mientras que en los dos primeros años la salinidad fue baja, con valores por debajo del umbral de compromiso del rendimiento de la cebolla, en los otros dos la situación fue contraria alcanzando valores preocupantes fundamentalmente durante el último año. Coincidentemente el incremento en CEs se dio con el de la salinidad en el agua del canal de riego (gráfico 1).



**Gráfico 2.** Variación de la salinidad a diferentes profundidades particionadas por la posición desde el lateral de riego (IC= 0,95). Superior izquierdo: año húmedo. Superior derecho: año seco. Inferior izquierdo: año seco bis. Inferior derecho: año medio. ■ Centrado sobre la cinta ▲ 17,5 cm del lateral ◆ 35 cm del lateral.

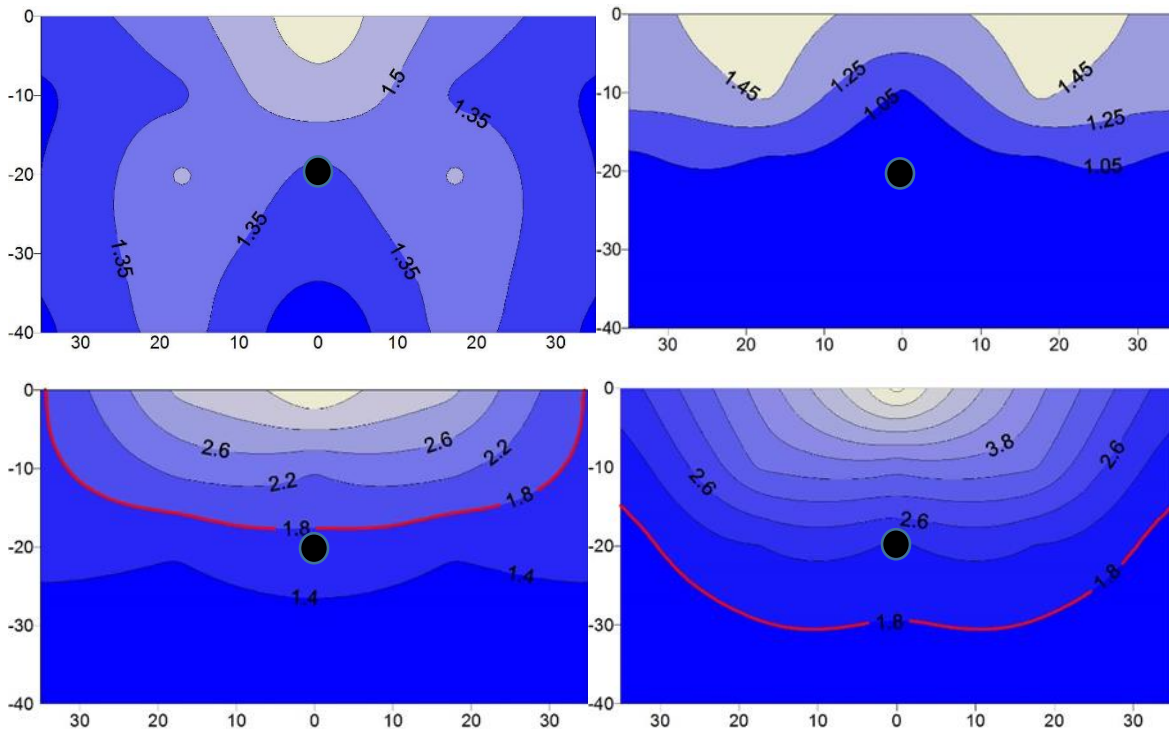
La mayor concentración de sales se ubicó en la porción superficial y sobre el lateral de goteo independientemente del año de registro. Por el contrario, la menor siempre fue en la zona más profunda. A su vez, a medida que se alejó del lateral de riego se repitió el mismo comportamiento, pero con valores más bajos. Sin embargo, esta particularidad no afectó el rendimiento del cultivo sobre la cinta de goteo, sino que en cada caso fue la zona de mayor

producción aportando alrededor del 55% del peso del rendimiento por unidad de superficie (Tabla 3). Durante los últimos dos ciclos la zona comprometida con mayor salinidad en general estuvo por encima del lateral de riego. En la figura 1 se pueden apreciar los esquemas de líneas de isosalinidad alrededor de la cinta de goteo pudiéndose visualizar la dinámica de acumulación de sales en la porción del perfil de suelo evaluado. El área a nivel o por debajo de la cinta de goteo siempre fue la de menor CE por haber sido la zona de mayor lixiviación.

**Tabla 3.** Rendimiento de cebolla en función de la posición hacia el lateral de goteo subterráneo.

Posición (cm)	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
0	28644,0 a
17,5	14543,5 b
35	7962,5 c

Medias con misma letra no difieren significativamente ( $p > 0,05$ )



**Figura 1.** Patrón de acumulación de sales en el perfil. Superior izquierdo: año húmedo. Superior derecho: año seco. Inferior izquierdo: año bis. Inferior derecho: año medio. Esfera: Posición del lateral en el perfil del suelo. — Isolina de salinidad indicando 1,8 dS m<sup>-1</sup>.

Al analizar la dinámica de la salinidad pudo inferirse que si bien se detectaron valores de CE en la zona superficial muy superiores al umbral establecido por Mass y Hoffman (1977) de 1,8 dS m<sup>-1</sup> sobre el cual la cebolla perdería 10% del rendimiento, evidentemente el cultivo pudo absorber agua y nutrientes en la zona aledaña al lateral de riego. Esto sugiere que si

bien se trató de un cultivo de poco desarrollo radicular (Weaver y Bruner, 1927) tuvo los mecanismos para explorar hacia la zona de baja salinidad. Por otro lado, a medida que los bulbos se alejaron de lateral de riego y se desarrollaron en la zona adyacente a la entrecinta (S35), si bien los valores de salinidad fueron más bajos que en S0 también disminuyó la humedad edáfica, con lo cual en esta posición el rendimiento habría sido más afectado por déficit hídrico que por alta CEs. Cultivos como maíz, trigo o zapallo ensayados también en el módulo de RGS han sido indiferentes a las condiciones de salinidad o diferencial superficial de humedad en la entrecinta como consecuencia de sus sistemas radiculares profundos. Esta diferencia ha permitido que independientemente del año los valores de rendimiento sean 18000 kg ha<sup>-1</sup>, 50000 kg ha<sup>-1</sup> y 7000 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

### **CONCLUSIONES:**

La acumulación de sales en superficie no estaría interfiriendo como una limitante severa para la prosperidad del cultivo.

La clase textural del lote es una limitante para el buen solapamiento de la humedad en la entrecinta. Reducir el espaciamiento entre laterales podría solucionar la uniformidad de la humedad aunque incrementaría el costo de inversión.

Agrupar las líneas de siembra sobre la cinta de goteo optimizaría el estatus hídrico de las plantas de cebolla y mejoraría el rendimiento disminuyendo el uso de insumos en la entrecinta de menor prosperidad.

El diseño y manejo de un sistema de RGS implica el entendimiento de la dinámica hídrica y de solutos en el suelo y el conocimiento de las estrategias fisiológicas de los diferentes cultivos.

### **BIBLIOGRAFÍA:**

Hoffman, GJ; JD Rhoades; Letey & F Sheng. 1992. Salinity Management. In: Hoffman GJ, Howell TA, y Salomon KH, (ed.) Management of Farm Irrigation Systems, ASAE Monograph N° 9, St Joseph, USA.

Mass, EY & G Hoffman. 1977. Crop salt tolerance current assessment. J. Irrig & Drainage Dir. Am. Soc. Civil Eng. 103 (IR2); 115-134.

Pizarro Cabello, F. 1996. Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación. Capítulo 5: Peculiaridades agronómicas de los RLAF, páginas 164-178.

Rhoades, JD. 1982. Soluble salts. p. 167-179. In: A.L. Page (ed.) Methods of soil analysis, Part 2 Chemical and microbiological properties, 2nd edition. Agronomy 9: 149-157 pp.

Roberts, T; N Lazarovitch; AW Warrick & T L Thompson. 2009. Modeling Salt Accumulation with Subsurface Drip Irrigation Using HYDRUS-2D. Soil Science Society of America. J: 73:233-240.

Sanchez, R. 2013. Estimación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos en el valle bonaerense del río Colorado. Informe Técnico 40. ISSN: 0328-3399. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ediciones INTA.

Varela, P; Bongiovanni, M; Arbizu, S; Sánchez, R. 2014. Evaluación de la eficiencia del riego gravitacional en el cultivo de cebolla. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Bahía Blanca. 5 al 9 de mayo de 2014.

Weaver, JE & WE Bruner. 1927. Chapter III: ONION. McGRAW-HILL BOOK COMPANY, Inc. Root development of vegetables crops. first edn.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES DE VID Y PORTAINJERTOS AMERICANOS  
FRENTE A CONDICIONES DE ESTRÉS SALINO EN MENDOZA, ARGENTINA.**

**C.C. Lucero<sup>1</sup>; M. Di Filippo<sup>2</sup>; M. Venier<sup>3</sup>; M.F. Filippini<sup>3</sup>; H.F. Vila<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Investigador INTA EEA Mendoza. San Martín N° 3853, Mayor Drummond CP M5507EVY, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. lucero.claudia@inta.gob.ar

<sup>2</sup> Investigador Instituto de Floricultura, CIRN, INTA, Nicolás Repetto y de los Reseros s/n, (1686) Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Profesor Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.

**RESUMEN:** A nivel mundial, la FAO estima que el 17% de la superficie agrícola irrigada se encuentra afectada por salinidad y freáticas en el suelo. Además, se cree que las condiciones de salinidad en áreas bajo riego se incrementarán aún más como consecuencia del cambio climático y de la disminución del recurso hídrico disponible para la agricultura (por su competencia con el de consumo humano). De la superficie Argentina, sólo el 14% se encuentra cultivada y el 5% posee riego; aunque consume el 70% del recurso hídrico disponible. En la región Oeste Argentina, donde se encuentra la provincia de Mendoza, los factores de estrés limitantes de la producción de los cultivos son el déficit hídrico y la salinidad. La vid, cultivo frutal más importante de nuestra provincia, es considerada moderadamente sensible a la salinidad, ya que su producción disminuye con conductividades eléctricas edáficas superiores a 1,5 dS m<sup>-1</sup>. Sin embargo la respuesta a la salinidad también depende de factores como la variedad, el portainjerto, el agua disponible, los iones presentes en la solución del suelo y la temperatura ambiental. En la viticultura mundial se encuentra difundido el uso de plantas injertadas con portainjertos americanos, debido a su resistencia a factores bióticos (filoxera, nemátodos) y abióticos (salinidad, estrés hídrico). En Argentina la implantación de viñedos injertados es reducida, sin embargo se considera que el uso de portainjertos es una de las herramientas más importantes para mitigar las condiciones estresantes. Por esta razón, es sustancial que las investigaciones del comportamiento de los portainjertos y sus combinaciones con variedades de vid, se realicen con los principales criterios de selección necesarios para cada región vitivinícola. El objetivo de esta presentación es exhibir resultados de ensayos de tolerancia a salinidad realizados con diferentes variedades viníferas y portainjertos, como también revisar los principales mecanismos disponibles.

**PALABRAS CLAVE:** *Vitis vinifera* L., salinidad, tolerancia



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.  
El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.  
22 al 25 de julio de 2019  
Facultad de Agronomía UBA



**EFFECTO DE LA RESTRICCIÓN HÍDRICA SOBRE LA SALINIDAD DEL SUELO Y SU INCIDENCIA EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CV. TORRONTÉS RIOJANO.**

**Meleh A.A.<sup>1</sup>, R. C. Vallone<sup>2</sup>, M.I. Velasco<sup>3</sup>, J. J. Meleh<sup>3</sup>, M.M. Varas<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>CONICET-Universidad Nacional de Chilecito, [alemeleh@gmail.com](mailto:alemeleh@gmail.com). <sup>2</sup>FCA Universidad Nacional de Cuyo. <sup>3</sup>Dpto de Ciencias Básicas y Tecnológicas-Universidad Nacional de Chilecito

**RESUMEN:** La Rioja posee clima árido y el agua disponible para la viticultura es escasa. La necesidad hídrica se satisface íntegramente a través del riego. El manejo inadecuado del riego localizado saliniza el suelo y afecta considerablemente el rendimiento de los viñedos. Se evaluó el efecto del riego deficitario controlado (RDC) sobre la salinidad del suelo y su incidencia en el crecimiento y desarrollo en un monte comercial de vid cv. Torrontés Riojano de 22 años, plantado a 3 x 3 m, en suelo franco arenoso y regado por goteo. Los tratamientos de riego fueron: R1=100% de la evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>); R2= 50% y R3= 25% de la dosis aplicada al R1, durante el período comprendido entre envero y cosecha. En el resto del ciclo se repuso el total de la ET<sub>c</sub> estimada. Se monitoreó semanalmente el porcentaje de humedad gravimétrica (%HG) del suelo. Al comienzo y al final del RDC se midió pH, conductividad eléctrica (CE<sub>e</sub>) y cationes solubles, en tres puntos por parcela: sobre la línea de goteo, a 50 cm y a 100 cm hacia el interfilar. Durante el período de restricción, la media del %HG fue 13,8<sup>a</sup>; 13,2<sup>ab</sup>; 10,5<sup>b</sup> para R1, R2 y R3 respectivamente. El RDC no diferenció las restantes variables analizadas. El pH edáfico promedio fue de 8,46. La CE<sub>e</sub> aumentó desde la línea de goteo hacia el interfilar, con valores (CE<sub>e</sub>= 2.4 dS.m<sup>-1</sup>) superiores al umbral de tolerancia de la vid a partir de los 50 cm. El área foliar promedio fue 8,75 m<sup>2</sup>.planta<sup>-1</sup>. El rendimiento permaneció invariable (R1=32,1<sup>a</sup>, R2=35,5<sup>a</sup> y R3=36,6<sup>a</sup> kg. planta<sup>-1</sup>). La restricción hídrica no produjo cambios sustanciales en las variables de suelo y planta estudiadas. Por lo tanto, un ajuste preciso del déficit hídrico permite ahorrar agua sin comprometer el rendimiento del cv. Torrontés Riojano.

**PALABRAS CLAVE:** RDC, salinidad, Torrontés Riojano, rendimiento





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**QUÍMICA ORGÁNICA DE POLISACÁRIDOS COMO HERRAMIENTA PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE INTERÉS PRODUCTIVO: INFLUENCIA DEL ESTRÉS SALINO EN LA CAPACIDAD FORRAJERA DE *LOTUS TENUIS***

**Ciancia M.<sup>1</sup>, M.E. Vago<sup>2</sup>, G. Jaurena<sup>3</sup>, J.A. Zavala<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup> Profesora Asociada, Cátedra de Química de Biomoléculas, Dpto Biología Aplicada y Alimentos (CIHIDECAR, CONICET-UBA), Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, C1417DSE CABA - [ciancia@agro.uba.ar](mailto:ciancia@agro.uba.ar)

<sup>2</sup> Profesora Adjunta Nutrición y Alimentación Animal Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina. A. M. de Justo 1600 CABA. Doctorando, EPG-FAUBA Av. San Martín 4453, C1417DSE CABA

<sup>3</sup> Profesor Asociado, Cátedra de Nutrición y Alimentación Animal, Dpto de Producción Animal, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, C1417DSE CABA

<sup>4</sup> Profesor Asociado, Cátedra de Bioquímica, Dpto Biología Aplicada y Alimentos (INBA, CONICET-UBA), Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, C1417DSE CABA

**RESUMEN:**

En este trabajo se evaluó la influencia del estrés abiótico salino sobre el contenido y estructuras de  $\alpha$ -glucanos y polisacáridos de paredes celulares de hojas y tallos de la especie forrajera *Lotus tenuis*. Las plantas crecieron en condiciones controladas, exponiéndolas a diferentes niveles de salinidad en el agua de riego. Debido a la importancia de esta especie en la alimentación de rumiantes en pastoreo en zonas marginales, se utilizó el sistema de detergentes de Van Soest para la evaluación de su capacidad como forrajera y los resultados obtenidos se compararon con una metodología más específica que comprendió la extracción secuencial de polisacáridos y su posterior caracterización. De este modo, fue posible explicar a nivel de estructuras químicas algunas diferencias observadas en los parámetros medidos en las distintas condiciones de crecimiento de las plantas. Se concluyó que, si bien las plantas veían afectado su crecimiento en forma negativa por efecto de la sal en el agua de riego y este efecto era dependiente de la concentración de sal, las plantas estresadas producían una mayor proporción de polisacáridos solubles, más fácilmente degradables, principalmente en tallos, por lo que serían más digestibles para los rumiantes. Por otra parte, la observación de cortes de tallos y hojas al microscopio óptico mostró que las paredes celulares tendían a ser más gruesas en plantas sometidas al estrés. Estos resultados sugieren que en estos casos, las paredes celulares presentan un entramado molecular más laxo que permitiría un mejor acceso de las enzimas del rumen, dando mayor digestibilidad. El laborioso método utilizado brindó valiosa información para explicar las diferencias en los parámetros nutricionales y constituye un ejemplo de cómo pueden usarse ciertas metodologías de la química orgánica de biopolímeros para interpretar resultados de interés agronómico.

**PALABRAS CLAVE:** pared celular, digestibilidad, leguminosa, forrajera, salinidad.

**INTRODUCCION:**

A lo largo de muchos años de estudios, se ha logrado tener una idea bastante clara de las estructuras de las paredes celulares presentes en diferentes organismos vegetales, su biosíntesis y los cambios que se producen durante las etapas del desarrollo de las células (Gibeaut & Carpita 1993, Somerville et al. 2004, Albersheim et al. 2011). Aunque estos estudios básicos han encontrado variadas aplicaciones, como el desarrollo de biocombustibles a partir de material lignocelulósico, su aplicación al estudio las variaciones de la digestibilidad de las paredes celulares ha sido poca o nula.

Los hidratos de carbono, en particular, los provenientes de las paredes celulares de las plantas forrajeras, son componentes fundamentales como fuente de energía para la nutrición animal. En estos casos, la calidad del forraje en lo referente a los carbohidratos se determina generalmente utilizando el sistema de detergentes de Van Soest (1994). Aunque con fines productivos estos parámetros resultan de gran utilidad, al comparar los valores de calidad forrajera de plantas que crecieron en diferentes condiciones ambientales, no pueden dar una respuesta precisa respecto a la naturaleza de los cambios observados.

La hipótesis que nosotros planteamos fue si, con la ayuda de los métodos de extracción y caracterización de los polisacáridos utilizados habitualmente en trabajos de investigación, era posible generar respuestas respecto a las diferencias en la calidad forrajera de ciertas plantas, según sus condiciones de desarrollo, y si estos resultados podrían utilizarse para plantear nuevos desafíos en relación al mejoramiento vegetal.

Con este objetivo, se tomó como ejemplo la leguminosa forrajera *Lotus tenuis* (Waldst. and Kit., syn. *L. glaber*), naturalizada en la zona de la Cuenca del Salado, que se destaca por su amplia plasticidad de desarrollo en distintas condiciones de estrés salino, encharcamiento y herbivoría (Escaray et al. 2012; García et al. 2008; Mendoza et al. 2005; Vignolio et al. 2006; Teakle et al. 2006; Pesqueira et al. 2008; Teakle et al. 2010). Se estudió la influencia del estrés salino sobre las propiedades de *L.tenuis* como forrajera y se buscó relacionar las diferencias observadas con las diferencias detectadas en la secuencia extractiva.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

Se trabajó con plantas obtenidas a partir de semillas de *Lotus tenuis* pertenecientes a dos familias de medios hermanos (FMH) de diferente susceptibilidad frente al estrés salino: FMH 490 (tolerante) y FMH 2241(susceptible) (Franco, 2012) y fueron cedidas gentilmente por la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino del INTA. Una vez escarificadas, las semillas se colocaron en cajas de Petri que se trasladaron a una cámara de germinación. Las plántulas se colocaron en bandejas de germinación con un sustrato de compost orgánico y perlita y riego diario por aspersión con agua corriente. Cuando las raíces fueron visibles bajo las bandejas, éstas se llevaron al invernáculo, y las plántulas se transplantaron a macetas. Para evaluar los efectos del estrés salino, se trabajó con 550 plantas de cada FMH que se dividieron en tres grupos: 1). Control, sin aplicación de NaCl en el riego, 2). Dosis 1, regadas con una solución 75 mM NaCl y 3). Dosis 2, regadas con una solución 150 mM NaCl. Las plantas se regaron con agua corriente hasta el estado de cuarta hoja pentafoliada desplegada y luego se comenzaron a aplicar los distintos tratamientos, hasta la aparición de la primera flor. Se determinaron: biomasa aérea ( $\text{g.planta}^{-1}$ ), % de materia seca, largo de tallos y número de ramificaciones. El experimento se repitió en una vez más, llegando a resultados similares.

Las hojas y tallos de las plantas obtenidas por los tres tratamientos (control, dosis 1 y dosis 2) del primer experimento, para las dos FMH, se prepararon para su análisis anatómico con el objeto de determinar si se habían producido variaciones por efecto de los tratamientos. Hojas y tallos se fijaron en FAA (formaldehído:etanol:ácido acético, 10%:50%:5% +35% agua) y se incubaron en 5% KOH a 35°C durante 1 noche; luego se

tiñeron con azul de O-toluidina y se observaron al microscopio óptico a 100 and 400 X (Leica DM 2500 Wetzlar, Alemania).

Se determinaron los parámetros clásicos %FDN, %FDA, %LDA y cenizas (Van Soest 1994, AOAC 1990). Por otra parte, se realizó una extracción secuencial del residuo insoluble en alcohol (Fry 1988), con agua y soluciones de CDTA 0,05 M a pH=6, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0,05 M y KOH 1M and 4M (dos extracciones con cada solvente, a excepción de las extracciones con KOH 4M que fueron 3). Las extracciones se realizaron a temperatura ambiente, a excepción de las extracciones con agua, que se realizaron a 90°C. Los polisacáridos se recuperaron de los extractos por diálisis y liofilización.

La caracterización de los mismos incluyó la determinación por técnicas colorimétricas del contenido total de hidratos de carbono (Dubois et al., 1956, Ahmed & Labavitch 1977) y ácidos urónicos (Filisetti-Cozzi y Carpita, 1991). La composición en monosacáridos se determinó mediante cromatografía gaseosa (CG) y CG acoplada a espectrometría de masa (IE), tras la hidrólisis y derivatización de las muestras a los correspondientes acetatos de alditoles (Morrison, 1988). En algunos casos, se determinó cuáles eran los ácidos urónicos presentes, que se cuantificaron (Zelaya et al. 2017).

## RESULTADOS Y DISCUSION:

Para ambas variedades estudiadas, las plantas crecieron menos en condiciones de salinidad, y esta disminución de los parámetros de crecimiento fue mayor en las plantas regadas con las concentraciones mayores de sal. Las plantas susceptibles crecieron menos en todos los casos, por lo cual, se decidió realizar los restantes análisis sólo con las tolerantes.

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados obtenidos para los parámetros nutricionales para las plantas control y para los dos tratamientos.

Tabla 1. Parámetros nutricionales medidos en tallos.

Muestra	% aFDNmo	% Hemicelulosas	% FDAmo	% LDA	% Celulosa
T-ctr	55,7e	12,4	43,3d	11,3	32,0
T-dosis 1	49,1d	12,6	36,5c	10,6	26,0
T-dosis 2	42,4c	8,3	34,1c	10,9	23,2

FDN: Fibra detergente neutro, FDA: Fibra detergente ácido (ambos valores corregidos teniendo en cuenta el % de cenizas), LDA: Lignina/FDA Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05)

Tabla 2. Parámetros nutricionales medidos en hojas.

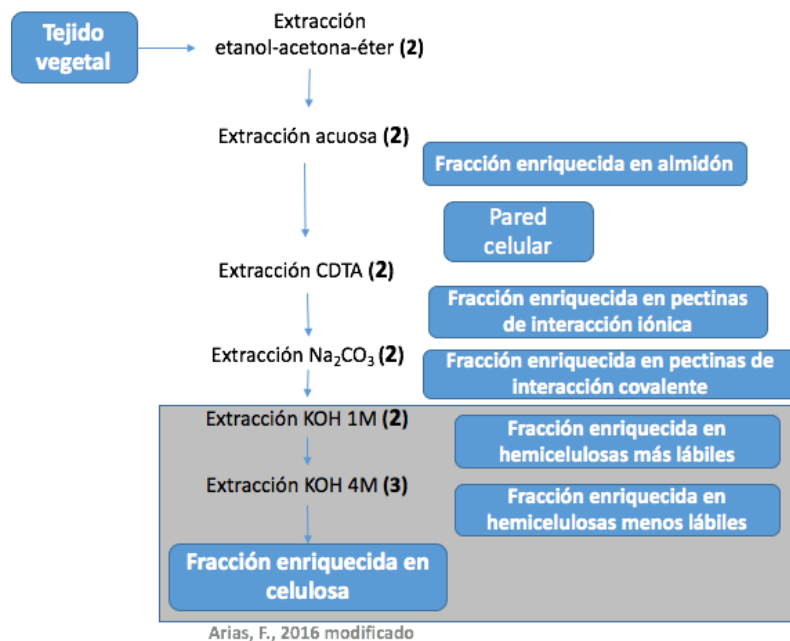
Muestra	% aFDNmo	% Hemicelulosas	% FDAmo	% LDA	% Celulosa
H-ctr	16,9d	0,8	15,4d	9,0	7,1
H-dosis 1	15,7c	3,5	12,1c	6,7	5,3
H-dosis 2	17,1d	5,9	11,2c	5,6	5,6

FDN: Fibra detergente neutro, FDA: Fibra detergente ácido (ambos valores corregidos teniendo en cuenta el % de cenizas), LDA: Lignina/FDA. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

Como era de esperar, se encontró que las hojas son más digeribles que los tallos y que el impacto del agua salina fue mayor en los tallos. Por otra parte, la influencia de la sal en el agua de riego es mucho más importante para los tallos. En los tallos se observó una disminución en el %FDN y %FDA, mientras que el %LDA permaneció sin variación. Respecto a las hojas, no se apreció una variación en el %FDN, pero sí en el %FDA y %LDA.

Luego, se realizó una extracción secuencial de los polisacáridos de tallos y hojas separadamente, tanto para material proveniente de plantas control, como de las plantas tratadas, utilizando solventes acuosos, según el esquema de la Figura 1.

Figura 1: Esquema de extracción secuencial de las paredes celulares, en la que se indica el tipo de polisacáridos esperable en cada caso.



La estrategia utilizada permitió extraer los diferentes polisacáridos en función de sus características estructurales, teniendo en cuenta su fuerza de unión, quedando en el residuo final celulosa como polisacárido predominante.

Los extractos obtenidos se analizaron y los resultados se interpretaron en base a los conocimientos actuales de paredes celulares de leguminosas. En los extractos obtenidos con agua se obtuvieron, además de polisacáridos provenientes de paredes celulares (principalmente pectinas muy solubles), grandes cantidades de  $\alpha$ -glucanos de reserva (almidón). Éstos últimos se detectaron también, pero en cantidades decrecientes, en los extractos obtenidos con soluciones de CDTA y carbonato de sodio, en los que predominaron ampliamente las pectinas. En los extractos obtenidos con soluciones fuertemente alcalinas, además de hemicelulosas de diferentes estructuras (principalmente xiloglucanos y glucuronoxilanos) se detectaron pectinas fuertemente unidas a la estructura de las paredes celulares.

Los experimentos realizados permitieron deducir que:

1. Si bien las plantas de *Lotus tenuis* que crecieron en condiciones de salinidad eran más pequeñas, éstas resultaron más digestibles, principalmente los tallos.
2. Sin embargo, la observación por microscopía óptica demostró paredes engrosadas, principalmente en tallos. Este hecho sugiere estructuras más laxas, más accesibles por las enzimas del rúmen.
3. Fue posible detectar diferencias en la composición de los extractos, que pueden asociarse, tanto a variaciones en grado de unión de los diferentes polisacáridos a las paredes celulares, como a variaciones en sus estructuras.
4. Por otra parte, se observó un importante aumento en la producción de almidón con el estrés salino.

### CONCLUSIONES:

El trabajo presentado constituye un ejemplo del uso de la química orgánica de polisacáridos para la interpretación de resultados del análisis nutricional de forrajes. En

particular, fue posible determinar la naturaleza de algunos cambios observados en las propiedades nutricionales de *Lotus tenuis* en condiciones de estrés salino.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

Ahmed ELR & JM Labavitch 1978. A simplified method for accurate determination of cell wall uronide content. J. Food Biochem. 1:361–365.

Albersheim A, A Darvill, K Roberts, R Sederoff & A Staehelin 2011 Plant Cell Walls, from Chemistry to Biology. In: Garland Sc. New York.

AOAC 1990. International Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, Arlington, Estados Unidos.

Dubois M., KA Gilles, JK Hamilton, PA Rebers & F Smith 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28:350–356.

Escaray FJ, AB Menendez, A Gárriz FL Pieckenstain, MJ Estrella, LN Castagno, P Carrasco, J Sanjuán & O Ruiz 2012. Ecological and agronomic importance of the plant genus *Lotus*. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils. Plant Sci. 182:121–33.

Filisetti-Cozzi TMCC & NC Carpita 1991. Measurement of uronic acids without interference from neutral sugars. Anal. Biochem. 197:157–162.

Franco ME 2012. Estudio de la variabilidad genética en familias de medios hermanos de *Lotus tenuis* sometido a estress salino. INTA Pergamino UNRosario.

Fry SC 1988. The growing plant cell wall: chemical and metabolic analysis. In: Longman Scientific & Technical H (ed) Harlow, Essex, England, pp 102–187.

Garcia I, R Mendoza & MC Pomar 2008. Deficit and excess of soil water impact on plant growth of *Lotus tenuis* by affecting nutrient uptake and arbuscular mycorrhizal symbiosis. Plant Soil 304:117–131.

Gibeaut DM & NC Carpita 1993. Structural models of primary cell walls in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. Plant J. 3:1–30.

Mendoza R, V Escudero & I Garcia 2005. Plant growth, nutrient acquisition and mycorrhizal symbioses of a waterlogging tolerant legume (*Lotus glaber* Mill.) in a saline-sodic soil. Plant Soil 275:305–315.

Morrison IM 1988. Hydrolysis of plant cell walls with trifluoroacetic acid. Phytochemistry 27: 1097-1100.

Pesqueira, J 2008. Cambios bioquímicos, morfológicos y ecofisiológicos en plantas del género *Lotus* bajo estrés salino, Departamento de Biología Molecular, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. pp. 172.

Somerville C, S Bauer, G Brininstool, M Facette, T Hamann, J Milne, E Osborne, A Paredez, S Persson, T Raab, S Vorwerk & H Youngs 2004. Toward a systems approach to understanding plant cell walls. Science 306:2206–11.

Teakle NL, D Real & TD Colmer 2006. Growth and ion relations in response to combined salinity and waterlogging in the perennial forage legumes *Lotus corniculatus* and *Lotus tenuis*. Plant Soil, 289:369-383.

Teakle NLA, AA Snell, DA Real & TDA Colmer 2010. Variation in salinity tolerance, early shoot mass, and shoot ion concentrations within *Lotus tenuis*: towards a perennial pasture legume for saline land. Crop Past. Sci. 61:379–388.

Vignolio OR, NO Maceira & O Fernández 1994. Efectos del anegamiento en invierno y verano sobre el crecimiento y la supervivencia de *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus*. Ecol. Austral 4:19–28.

Zelaya VM, PV Fernández, AS Vega, AI Mantese, AA Federico & M Ciancia 2017. Glucuronoarabinoxylans as major cell walls polymers from young shoots of the woody bamboo *Phyllostachys aurea*. Carbohydr. Polym., 167:240–249.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**MICROORGANISMOS ACOMPAÑANTES DE *LOTUS TENUIS* EN LOS SUELOS DE LA PAMPA DEPRIMIDA**

**Nieva A.S.<sup>1</sup>, Bailleres M.A.<sup>2</sup>, Llames M.E.<sup>1</sup>, Menéndez A.B.<sup>3</sup>, Kopka J.<sup>4</sup>, Erban A.<sup>4</sup>, Gárriz A.<sup>1</sup>, Ruiz O.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Biotecnológicas – Instituto Tecnológico de Chascomús. IIB-INTECH (CONICET/UNSAM). Chascomús, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> INTA Sec. Cuenca del Salado - Chacra Experimental Manantiales – Ministerios de Asuntos Agrarios.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires.

<sup>4</sup> Max Planck Institute of Molecular Plant Physiology. Potsdam, Germany.

**RESUMEN:** Los suelos de La Pampa Deprimida están caracterizados por la anegabilidad, baja fertilidad, salinidad y alcalinidad. El uso de *Lotus tenuis* en los sistemas ganaderos de la zona se ha incrementado con éxito, dado a la productividad de la leguminosa, su alta aptitud forrajera y su tolerancia a crecer en ambientes restrictivos. El uso continuo de *L. tenuis* no tuvo efectos sobre la comunidad bacteriana que habita estos suelos. Sin embargo, la comunidad de hongos se vio afectada luego de sucesivos ciclos de cultivo continuo de *L. tenuis*. Esta modificación se manifestó en un incremento de las especies correspondientes al género *Fusarium*.

Organismos del género *Fusarium*, aislados a partir de la endorizosfera de *L. tenuis* han demostrado además, la capacidad de solubilizar fosfato y tolerar salinidad y alcalinidad *in-vitro*, aspecto interesante, considerando el ambiente particular en donde habitan. Contando con el antecedente de que ambos organismos (*Lotus spp.* y *Fusarium spp.*), presentan la capacidad de tolerar condiciones estresantes, consideramos de importancia el estudio de las interacciones que ocurren a nivel radical entre hongos del género *Fusarium* y especies del género *Lotus*.

**PALABRAS CLAVE**

*Lotus spp.* – *Fusarium solani* – Pampa Deprimida

**INTRODUCCIÓN**

La “Pampa Deprimida” es un área de la provincia de Buenos Aires, que abarca una superficie de 90000 km<sup>2</sup>. Las características más distintivas de la región son las inundaciones recurrentes y la baja fertilidad de los suelos, lo cual limita la producción de pasturas cultivadas (Sierra y Montecinos, 1990; Soriano y col., 1992).

En términos edáficos, existen al menos cuatro tipos de suelos diferenciados, distribuidos a lo largo de un gradiente o secuencia topológica: Loma, media loma, bajos dulces y bajos alcalinos. Sumado a la heterogeneidad taxonómica del ambiente edáfico, la misma no se encuentra distribuida en forma de un gradiente continuo, sino que forman “parches” de diferentes tipos de suelos a lo largo de la superficie. Esta característica de distribución de los diferentes tipos de suelos, determina que se requiera de planificación productiva para cada zona y diversificación de la producción.

Las características físico-químicas de los suelos han determinado que la vegetación esté limitada a especies nativas y naturalizadas con baja a media aptitud forrajera, pero

con alta adaptabilidad a las restricciones impuestas por el ambiente edáfico. Esta limitación ha llevado a la introducción de especies exóticas en los sistemas ganaderos de la Pampa Deprimida, entre los cuales se destaca *Lotus tenuis*. *L. tenuis* es una leguminosa forrajera introducida con éxito en la región, por su capacidad de resiembra natural, alta adaptabilidad a diferentes estreses y alto valor forrajero (Escaray y col. 2012). La adaptabilidad del género *Lotus* a diferentes estreses abióticos (Belesky, 1999) derivó en la introducción del género en la actividad ganadera de la Pampa Deprimida. El uso de esta leguminosa en la región se ha incrementado en los últimos años, con el complemento de prácticas para mejorar su producción, como lo son por ejemplo, la fertilización y la promoción mediante el uso de herbicidas, mejorando además su competitividad frente a las gramíneas nativas y naturalizadas.

Los procesos microbianos son esenciales para la sustentabilidad de los ecosistemas y la mejor comprensión de los factores que controlan y regulan tales procesos (Prosser et al., 2007).

Los microorganismos de interés agronómico asociados a *L. tenuis*, tales como bacterias fijadoras de Nitrógeno atmosférico, micorrizas arbusculares y bacterias solubilizadoras de fosfatos han sido previamente estudiados (Sannazzaro y col. 2004, Estrella y col. 2009, Castagno y col. 2011). Sin embargo la diversidad de las comunidades microbianas no ha sido estudiada en profundidad.

El cambio en la diversidad florística, reemplazando un pastizal compuesto predominantemente por gramíneas por una leguminosa, podría tener impacto sobre las propiedades físico-químicas de los suelos, y por consiguiente sobre las comunidades microbianas que habitan los mismos.

La elevada capacidad que presenta *L. tenuis* para tolerar condiciones abióticas estresantes, hace presuponer que los organismos que lo acompañan en el ecosistema, cuentan también con dicha capacidad, ya que tanto bacterias como hongos, presentan crecimiento en un amplio rango de condiciones ambientales (Marulanda y col., 2009; Rajapaksha, 2011; Selvakumar y col, 2017). Asimismo, las interacciones establecidas entre *L. tenuis* y los microorganismos acompañantes podría tener implicancias a nivel evolutivo en la adaptación de ambos organismos al ambiente asociado.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Análisis de comunidades bacterianas y fúngicas asociadas al cultivo de *L. tenuis***

#### Sitios de estudio:

Se tomaron como sitios de estudio tres locaciones representativas de la Pampa Deprimida, “Manantiales 1”, “Manantiales 2” y “La Bellaca”, en los cuales se presentaban dos condiciones contrastantes: suelos que se encontraban en condiciones naturales, sin cultivar y suelos promovidos al menos 7 años con la leguminosa forrajera *L. tenuis*.

Luego de sucesivas aplicaciones de la práctica de promoción, *L. tenuis* se convirtió en la especie vegetal dominante de estos lotes, en contraste con la vegetación de gramíneas que representa a los sitios en condiciones naturales.

#### Muestreo y extracción del material genómico:

Por cada sitio se tomaron muestras de suelo correspondientes a los primeros 15 cm de profundidad. A partir de las muestras obtenidas, se realizó la extracción de ADN total de las muestras de suelos mediante el uso del kit “Power Soil DNA Isolation kit” (MOBIO).

#### Secuenciación y análisis de las secuencias resultantes:

Las muestras de material genómico fueron enviadas al servicio de secuenciación del Instituto de Agrobiotecnología de Rosario (INDEAR), para la amplificación y secuenciación de las regiones V4 del gen 16S e ITS1-ITS2 del gen 18S, para el estudio de las comunidades de bacterias y hongos, respectivamente. Muestras de suelo correspondientes a cada sitio fueron analizadas en cuanto a sus propiedades físico-



químicas, en el Instituto de Suelos del INTA Castelar. Las secuencias fueron analizadas empleando los paquetes estadísticos incluidos en los softwares: *QIIME* (Caporaso et al. 2010) y *PAST3*, con el uso adicional de los paquetes *vegan* y *phyloseq* del entorno R.

### **Análisis de organismos endorizosféricos asociados a *L. tenuis* creciendo en áreas de suelos salinos-alcálinos**

Se evaluaron aislamientos de hongos endorizosféricos mediante raíces de *L. tenuis* desinfectadas superficialmente. Cada aislamiento fue sometido a pruebas *in-vitro* para evaluar su capacidad solubilizadora de fosfato y tolerancia a diferentes concentraciones de NaCl y a un amplio rango de pH, mediante la suplementación de medios de cultivo con diferentes sales y soluciones buffer.

### **Análisis de la interacción entre *Fusarium solani* y *Lotus spp.***

A partir de la selección de un aislamiento endofítico identificado como *Fusarium solani*, se realizó la inoculación de plántulas de *L. tenuis* y *L. japonicus*. La evaluación de la interacción se realizó en base a la performance de ambos hospedantes, midiendo la biomasa final de las plantas de cada tratamiento. Adicionalmente se calcularon parámetros correspondientes a fotosíntesis y estado del aparato fotosintético. Como medida del costo energético de la interacción, se evaluó el estado del metabolismo primario, mediante GC-EI/TOF-MS.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A partir del estudio de las comunidades de bacterias y hongos de los suelos de la Pampa Deprimida se determinó que la comunidad bacteriana no fue modificada luego de sucesivos años de la práctica de promoción de *L. tenuis*. Sin embargo, la comunidad fúngica registro un incremento de la diversidad, con un aumento en la abundancia relativa de especies del género *Fusarium*.

El análisis estadístico determinó que las comunidades bacterianas no se modificaron con la práctica de promoción de *L. tenuis* (PERMANOVA 999 permutations,  $F=0.698$ ,  $p=0.774$ ), mientras que las comunidades fúngicas se modificaron con ésta práctica (PERMANOVA, 999 permutations,  $F=1.955$ ,  $p=0.009$ ). Figura 1.

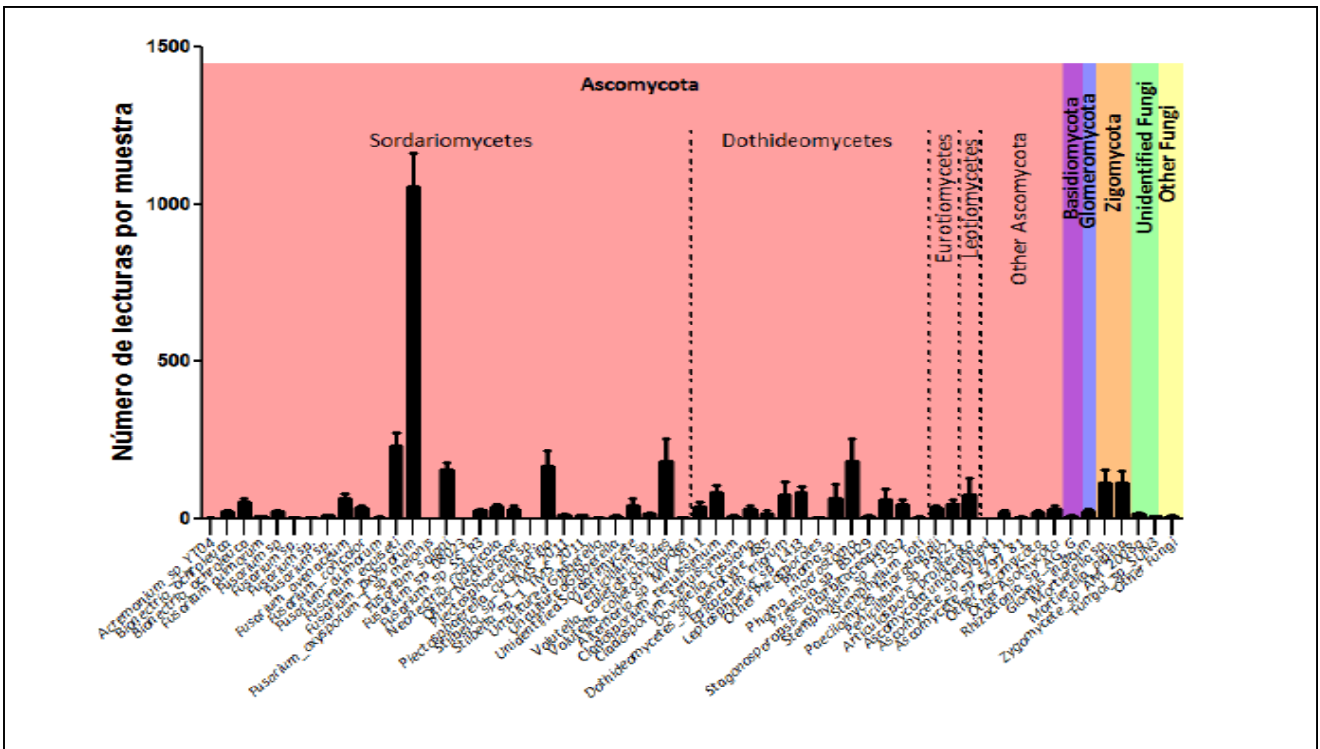
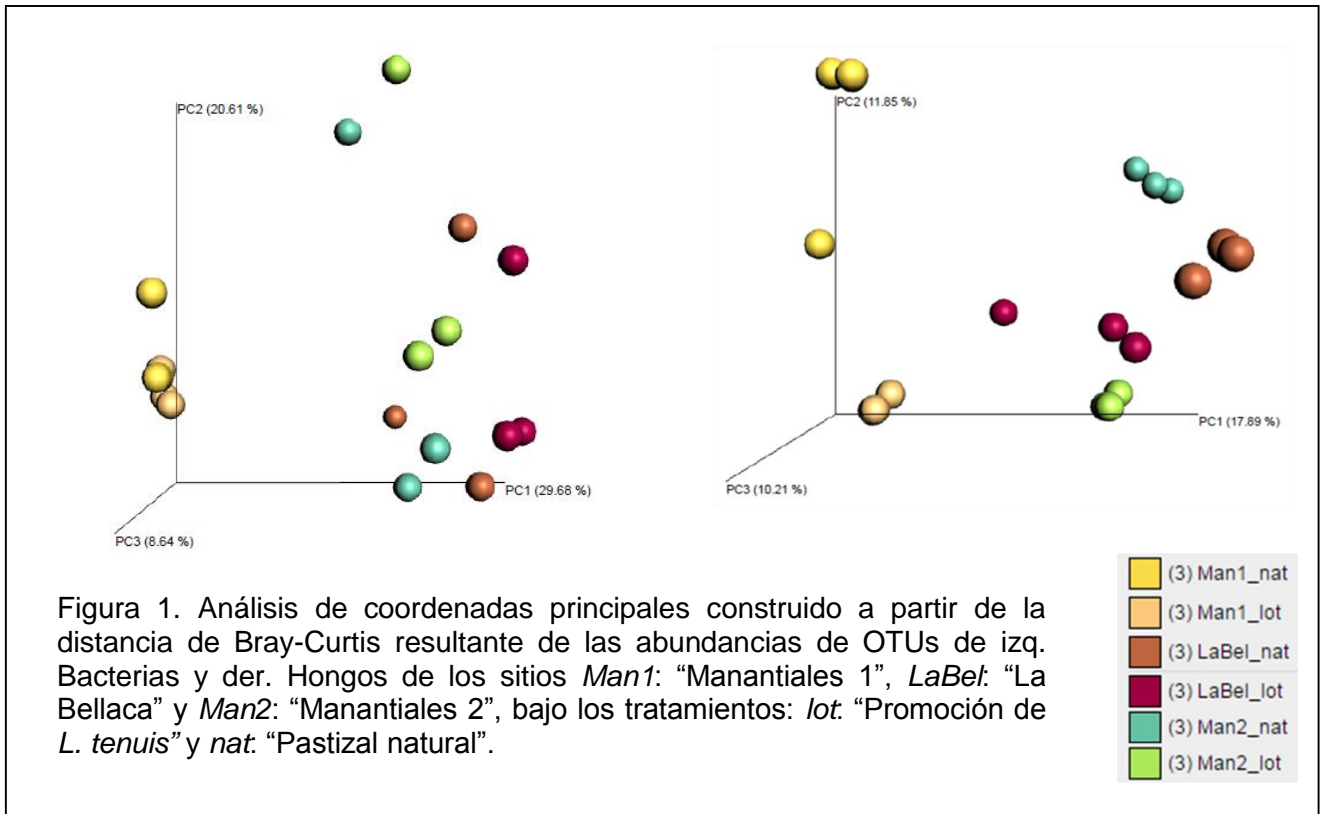
El análisis del “*core mycobioma*” determinó, además que la comunidad fúngica núcleo de los suelos bajo la condición de cultivo de *L. tenuis* es más diversa que aquella de los suelos bajo condiciones de pastizal natural. Muchos de estos OTUs corresponden a organismos del género *Fusarium* (Figura 2).

### **Evaluación *in-vitro* de capacidad solubilizadora de fosfatos y tolerancia a estreses abióticos de los hongos endorizosféricos de *L. tenuis***

Organismos endorizosféricos aislados a partir de raíces desinfectadas de *L. tenuis*, contaron con elevada capacidad solubilizadora de fosfato, como así también tolerancia a un amplio rango de pH (Figura 3) y a diferentes concentraciones de NaCl, siendo los más importantes, dos aislamientos identificados como *F. solani* y *F. oxysporum*.

### **Análisis de la interacción entre *Fusarium solani* y *Lotus spp.***

Como resultado de la interacción entre *Lotus spp.* y *F. solani* se determinó que existe un efecto diferencial especie-específico, en el cual la especie *L. japonicus* promueve su crecimiento bajo el efecto del endofito, mientras que *L. tenuis* disminuye su crecimiento en las mismas condiciones de cultivo.



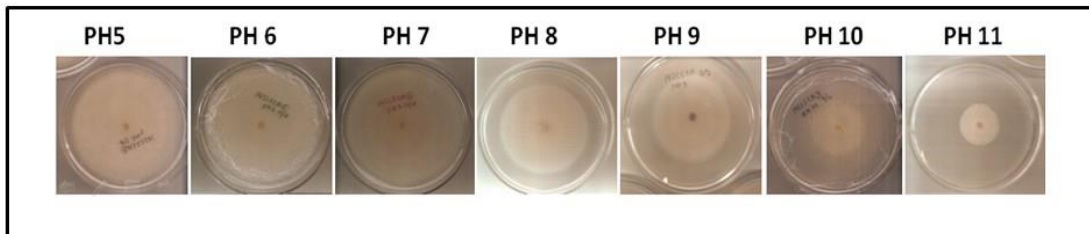


Figura 3. Crecimiento del asilamiento *F. solani* 142L52B en un rango de pH de 5 a 11.

Del mismo modo se determinó un incremento en la tasa fotosintética de *L. japonicus* bajo el efecto de *F. solani* 142L52B. Mientras que no hubo modificaciones en parámetros fotosintéticos para *L. tenuis* (Student's test,  $p < 0.05$ ). Asimismo se observaron diferencias significativas a nivel de fotoasimilados medidos a través de análisis metabolómicos, siendo glucosa, fructosa, sacarosa y maltosa, los principales azúcares que modificaron sus concentraciones diferencialmente según la especie de Lotus analizada.

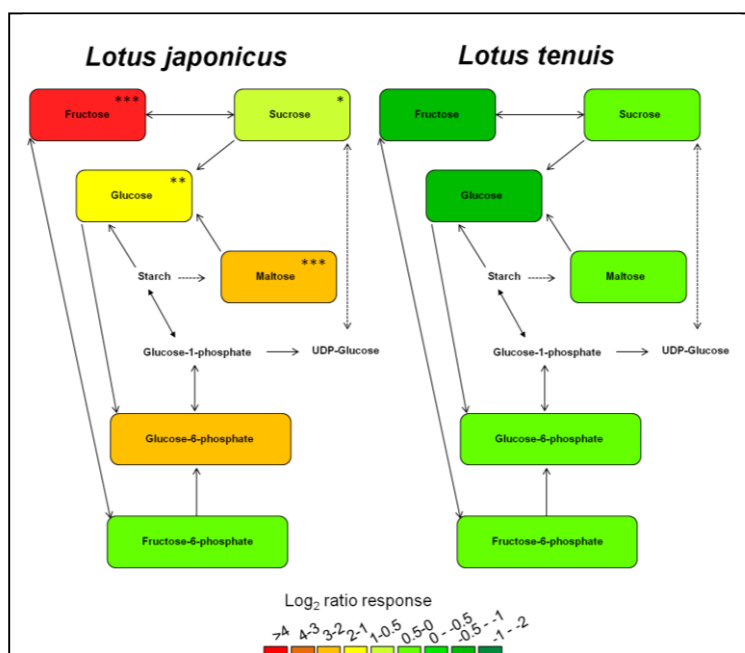


Figura 4.  $\text{Log}_2$  del contenido relativo de azúcares de *L. japonicus* y *L. tenuis* inoculadas con *F. solani* 142L52B, medido a través de GC-EI/TOF-MS. Diferencias significativas medidas a través de Student's test, \* ( $p < 0.05$ ), \*\* ( $p < 0.01$ ), \*\*\* ( $p < 0.0001$ ).

## CONCLUSIONES:

De acuerdo a los resultados obtenidos se podría inferir que la comunidad de hongos del suelo fue más sensible que la comunidad bacteriana a los cambios ocasionados por la modificación en la composición florística. Las modificaciones provocadas por la introducción de *L. tenuis* se manifestaron en la comunidad fúngica con un incremento en organismos del género *Fusarium*. El género *Fusarium* en los suelos, tiene capacidad de asociarse a Lotus y además puede tolerar los estreses abióticos, tales como alcalinidad y salinidad.

Las interacciones establecidas entre endofitos del género *Fusarium* y especies de Lotus podrían tener efectos en la composición florística a largo plazo. Sin embargo, los resultados de estas interacciones son dependientes de la especies de Lotus y de los factores ambientales que participan en el contexto de la misma.

## BIBLIOGRAFÍA

- Caporaso JG. et al. 2010. QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data. *Nat. Methods* 7, 335–336.
- Belesky DP, Devine OJ & Pallas JE. 1987. Photosynthetic activity of tall fescue as influenced by a fungal endophyte. *Photosynthetica*.
- Castagno, LN, Estrella, MJ, Sannazzaro AI, Grassano AE & Ruiz OA. 2011. Phosphate-solubilization mechanism and in vitro plant growth promotion activity mediated by *Pantoea eucalypti* isolated from *Lotus tenuis* rhizosphere in the Salado River Basin (Argentina). *Journal of applied microbiology*, 110(5), 1151-1165
- Escaray FJ, Menendez AB, Gárriz A, Pieckenstein FL, Estrella MJ, Castagno LN & Ruiz OA. 2012. Ecological and agronomic importance of the plant genus Lotus. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils. *Plant Science*, 182, 121-133.
- Estrella MJ, Munoz S, Soto MJ, Ruiz O & Sanjuán J. 2009. Genetic diversity and host range of rhizobia nodulating *Lotus tenuis* in typical soils of the Salado River Basin (Argentina). *Appl. Environ. Microbiol.*, 75(4), 1088-1098.
- Nieva AS, Bailleres MA, Corriale MJ, Llamas ME, Menéndez AB & Ruiz OA. 2016. Herbicide-mediated promotion of *Lotus tenuis* (Waldst. & Kit. ex Wild.) did not influence soil bacterial communities, in soils of the Flooding Pampa, Argentina. *Applied soil ecology*, 98, 83-91.
- Nieva AS, Bailleres MA, Llamas ME, Taboada MA, Ruiz OA, Menéndez A. 2018. Promotion of *Lotus tenuis* in the Flooding Pampa (Argentina) increases the soil fungal diversity. *Fungal ecology*, 33, 80-91.
- Sannazzaro AI, Ruiz OA, Albertó E & Menéndez AB. 2004. Presence of different arbuscular mycorrhizal infection patterns in roots of *Lotus glaber* plants growing in the Salado River basin. *Mycorrhiza*, 14(2), 139-142.
- Sierra EM & Montecinos ER. 1990. Cronología de inundaciones y sequías en la Depresión del Salado. *Rev. Fac. Agron*, 11, 35-45.
- Soriano A, León RJC, Sala OE, Lavado RS, Deregibus VA, Cauhepe MA & Lemcoff JH. 1991. Río de la Plata Grasslands. In 'Ecosystems of the world 8A. Natural grasslands. Introduction and Western Hemisphere' (Ed. RT Coupland) pp. 367–407.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**FACILITACIÓN GRAMÍNEA-LEGUMINOSA EN ESTEPAS HALOMÓRFICAS:  
INFLUENCIA DE LA ESTACIONALIDAD DE LA VEGETACIÓN Y DE LOS SIMBIOTES  
RADICALES.**

**García-Parisi P. A.<sup>1,2\*#</sup>, Di Bella C. E.<sup>1,2#</sup>, Lattanzi F. A.<sup>3,4</sup>, Druille M.<sup>2</sup>, Schnyder H.<sup>3</sup>,**

**Grimoldi A. A.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> CONICET - Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura (IFEVA). Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal. Cátedra de Forrajicultura. Av. San Martín 4453, C1417DSE, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Technische Universität München, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Alte Akademie 12, D-85354 Freising-Weihenstephan, Germany.

<sup>4</sup> INIA La Estanzuela, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Ruta 50 km 11, Colonia, Uruguay

**RESUMEN:**

Un desafío en los sistemas productivos de la Depresión del Salado es aumentar la productividad y la calidad forrajera de manera sustentable en ambientes halomórficos. Una alternativa para estos ambientes sería lograr incorporar leguminosas forrajeras. Aquí identificamos los factores determinantes del establecimiento de plántulas de leguminosas forrajeras en suelos halomórficos. Para ello se dispusieron parcelas sobre ambientes de estepas de halófitas dominadas por *Distichlis spicata* (pastizal natural) o *Panicum coloratum* (pastura) y en cada una de ellas se intersembró la leguminosa *Lotus tenuis*. Después de la estación fría y después de la estación cálida se cosecharon plantas de *L. tenuis* creciendo cerca de la especie dominante y en áreas abiertas en cada estepa. Se evaluó la adquisición de carbono y nutrientes, y el funcionamiento de la planta y sus microorganismos simbiotes. Encontramos que *L. tenuis* tuvo mayor producción de biomasa creciendo cerca de la especie dominante que en las áreas abiertas (i.e. facilitación). En la estación fría la magnitud de la facilitación fue mayor cuando *L. tenuis* creció cerca de *P. coloratum*, mientras que en la estación cálida (cuando *P. coloratum* está en activo crecimiento) la magnitud fue mayor creciendo cerca de *D. spicata*. En ambas situaciones se incrementó la adquisición de nutrientes y el funcionamiento de las simbiosis en las plantas de *L. tenuis*: la adquisición de N y la eficiencia de rizobios fue mayor en las plantas más facilitadas en la estación fría, mientras que la adquisición de P y la eficiencia de las micorrizas aumentó en las plantas más facilitadas en la estación cálida. En conclusión, se detectó un mecanismo de facilitación sobre *L. tenuis* en estepas con suelos salinos-sódicos. La magnitud de esta facilitación difirió entre estepas de acuerdo a la tasa de crecimiento de la vegetación dominante y al funcionamiento de la simbiosis rizobio-leguminosa-micorriza.

**PALABRAS CLAVE:** *Lotus tenuis*; simbiosis, suelos salinos-sódicos



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ES POSIBLE AUMENTAR LA OFERTA FORRAJERA EN SUELOS SALINOS MEDIANTE MEJORAMIENTO GENÉTICO? EXPERIENCIAS EN *PANICUM COLORATUM***

**Tomás, M.A.<sup>1</sup>, Cardamone, L.<sup>1,2</sup>, Grunberg, K.<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>EEA Rafaela, <sup>2</sup>CONICET, <sup>3</sup>IFRGV (CIAP)

Los pastizales naturales de zonas húmedas y subhúmedas resultan frecuentemente afectados por salinidad y/o alcalinidad ya sea de origen primario, o surgida secundariamente por el desplazamiento de la agricultura a regiones menos productivas (FAO 2009), o de forma temporal por elevación de las napas que fluctúan de acuerdo con las condiciones de riego y al tipo de cultivo que se utilice. Las especies vegetales que habitan naturalmente estos ambientes salinos son tolerantes a la salinidad, pero su producción es escasa y generalmente de baja calidad nutritiva para el ganado.

La siembra y utilización de especies forrajeras perennes con tolerancia a la salinidad no solamente aportaría alimento para el ganado, sino que también, debido a su sistema radical desarrollado y su perennidad, potenciaría la restauración del suelo.

El mejoramiento genético ha permitido la obtención de varias líneas o cultivares de cultivos agrícolas tolerantes a la salinidad, aunque se considera que el éxito relativo de esta empresa ha sido bajo, debido mayormente a la baja magnitud de variación genética disponible actualmente en las principales especies de cultivo. Es por esto que, para la obtención de formas tolerantes a la salinidad en estas especies, las esperanzas se centran en avances que se lograrían a través de biotecnología y transformación génica (Ashraf y Akram 2009).

De todas maneras, en el caso de las forrajeras perennes, es posible que se encuentren variantes tolerantes dado que en su mayoría la variabilidad no ha sido profundamente explorada, por lo que la evaluación exhaustiva de la variación es el primer paso antes de iniciar un programa de mejoramiento genético. Es por esto que es esencial contar con una buena representación de la variabilidad genética disponible de manera de poder detectar los genotipos portadores de la característica deseada (Vogel y Burson 2004). Por otra parte, para determinar el método de mejoramiento a utilizar, es necesario conocer características propias del material con el que se trabaja, su modo reproductivo, la distribución de la variabilidad genética y qué proporción de la variabilidad fenotípica observada es debida a variación genética aditiva. Cuanto mayor sea esta proporción, que llamamos heredabilidad, mayor es la probabilidad de que obtengamos la respuesta que esperamos luego de efectuado el proceso de selección.

*Panicum coloratum* es una gramínea perenne de origen africano que fue introducida al país en repetidas oportunidades para incrementar la oferta forrajera en zonas poco productivas. Dos variedades de la especie son las más conocidas en el país: la var. *makarikariense* de porte más alto y follaje color azul grisáceo y la var. *coloratum*, de hojas más finas de color verde brillante (Armando et al 2013). Ambas variedades son de polinización abierta, rara vez se autopolinizan (Armando et al 2017) y se ha reportado bajo nivel de apomixis. Aunque la especie se considera relativamente tolerante a la salinidad, se han realizado evaluaciones para determinar si existe variabilidad suficiente para lograr aumentar la tolerancia a través del mejoramiento genético (Cardamone et al 2018). Sobre una colección de *P. coloratum* de la var. *makarikariense* del INTA se encontró un amplio rango de variación en tolerancia a la salinidad tanto en germinación como al estado de plántula. A fin de dar cuenta de las diferencias en tolerancia entre genotipos se consideró no solamente la biomasa producida por la planta en salinidad sino también la reducción relativa en el crecimiento y, por ende, en

biomasa producida del material en salinidad respecto al control sin sal agregada. Este último parámetro se definió como daño y se calculó para cada una de las variables medidas.

Los resultados de este estudio mostraron que fue posible distinguir genotipos susceptibles de tolerantes aún en una muestra pequeña de la colección de *P. coloratum* (Cardamone et al 2018). Estas diferencias entre genotipos contrastantes se hicieron evidentes tanto en variables morfológicas como en los valores de daños: así, mientras que algunas familias de medios hermanos tuvieron mayor producción de biomasa aérea y radical en salinidad, otras fueron muy afectadas y poco productivas. Estas familias más susceptibles también tuvieron mayor contenido de iones  $\text{Na}^+$  en su tejido foliar y menor cantidad de  $\text{K}^+$  cuando crecían en salinidad respecto de las familias consideradas tolerantes. Inclusive, los genotipos contrastantes mostraron diferencias entre sí en el daño oxidativo frente al estrés salino y en la respuesta antioxidante.

En este punto es importante determinar si la variabilidad fenotípica en los caracteres relacionados a la tolerancia a la salinidad tiene un componente genético y estimar qué proporción de esa variación es de naturaleza aditiva. Para esto es necesario estimar los diferentes componentes de varianza (fenotípica, familiar y del error) en los caracteres de interés en familias de medios hermanos creciendo en control y en salinidad. En el caso de *P. coloratum* se determinó que la distribución de la variación en la var. *makarikariense* no tenía la estructura que podría esperarse por tratarse de una especie alógama. En concordancia con estudios previos utilizando marcadores moleculares (Armando et al 2015) se observó que la mayor proporción de la variación se encontraba entre poblaciones y sólo una muy baja proporción estaba entre individuos dentro de las poblaciones. Los valores de heredabilidad estimados para las variables relacionadas con la producción (peso de biomasa y número de hojas y macollos) fueron relativamente altos. Cabe destacar que los valores de heredabilidad cambian según el ambiente considerado, por lo que, intuitivamente, cabría esperar valores diferentes de heredabilidad cuando éstos se estiman a partir de los valores registrados para plantas creciendo en medios con o sin el agregado de sal. En este sentido, las estimaciones de heredabilidad se espera que sean mayores en el ambiente más restrictivo respecto del ambiente más benigno (Zeng et al 2017). Determinar si la selección debe realizarse en el ambiente más benigno o en el más restrictivo puede resultar un tema controvertido y es fundamental en la implementación de un plan de mejoramiento.

En *P. coloratum* var. *makarikariense* se encontraron valores altos de heredabilidad en la condición salina, lo que permitió calcular ganancias prometedoras al estimar los valores promedio de las variables que se obtendrían de aplicarse selección. Del mismo modo se calcularon las heredabilidades correspondientes a los daños y se estimaron las ganancias que se obtendrían si se aplicara una intensidad de selección del 30%. En nuestro estudio se seleccionaron genotipos a través de la evaluación de sus progenies en control y salinidad. Cada uno de los padres elegidos fue clonado y se propició el entrecruzamiento de los mismos para obtener una nueva generación.

Las plántulas obtenidas a partir de la semilla cosechada del entrecruzamiento de los genotipos seleccionados fueron evaluadas respecto de su tolerancia a la salinidad en hidroponía en el invernadero y se las comparó con plántulas de la población base sin seleccionar y con dos cultivares de la misma variedad. Tanto en lo que se refiere a la tolerancia a la salinidad medida a través de la producción de biomasa en salinidad, como en los daños, es decir en la disminución en el crecimiento relativo comparando las plantas en salinidad con el control, la progenie producto del entrecruzamiento mostró valores muy superiores a los esperados según las predicciones que se habían realizado partiendo de las estimaciones de la heredabilidad de los caracteres. Por ejemplo, en peso seco aéreo en salinidad, se había previsto un aumento del 28,3% del valor medio de acuerdo a las estimaciones de heredabilidad; pero se obtuvo un incremento, después de la selección, de alrededor del 65% respecto de la población base (datos no publicados). Una situación similar se observó respecto del peso seco de la raíz. Por su parte, cuando se compararon los daños por estrés oxidativo entre la población base y el material producto de la selección se observó que existían diferencias, que también fueron evidentes en la respuesta antioxidante y en la concentración de iones en el tejido foliar. Estas evidencias apoyan la

propuesta de que es posible aumentar la tolerancia a la salinidad a través de la selección y el mejoramiento genético.

Los materiales mejorados fueron evaluados en campos salinos como plantas individuales. Aun cuando no se cuenta todavía no datos concluyentes, podemos decir que existe la posibilidad de obtener germoplasma con tolerancia incrementada a la salinidad en *Panicum coloratum*. Son necesarios todavía otros estudios a campo que permitan medir el potencial forrajero de estos materiales en las condiciones de uso. Además, se hace imprescindible considerar que en la condición natural son varios los estreses que están actuando en forma combinada, por lo que sería deseable ensayar el comportamiento de estos materiales frente a estas condiciones.

En resumen, es posible aumentar la oferta de forraje de relativamente buena calidad en cantidad mediante la siembra de forrajeras subtropicales con incrementada tolerancia a la salinidad, aunque sería deseable evaluar estos materiales ante la combinación de la salinidad con otros estreses que ocurren naturalmente de forma conjunta.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

- Armando, LV, Carrera, AD & Tomás, MA 2013. Collection and morphological characterization of *Panicum coloratum* L. in Argentina. Genet Resour Crop Evol: 60:1737-1747.
- Armando, L Tomás, A Garayalde, A & Carrera, A. 2015. Assessing the genetic diversity of *Panicum coloratum* var. *makarikariense* using agro-morphological traits and microsatellite-based markers. Annals of Applied Biology.
- Armando, LV, Tomás, MA, Garayalde, A & Carrera, AD 2017. Reproductive characterization of *Panicum coloratum* var. *makarikariense*: implications for conservation and breeding. Tropical Grasslands, 5:117–128
- Ashraf, M & Akram N 2009. Improving salinity tolerance of plants through conventional breeding and genetic engineering: An analytical comparison. Biotechnology Advances. 27: 744-752
- Cardamone, L, Cuatrín, A, Grunberg, K & Tomás, MA 2018. Variability for salt tolerance in a collection of *Panicum coloratum* var. *makarikariense* during early growth stages, Tropical Grasslands, 6:134–147
- FAO. 2009. FAO Land and Plant Nutrition Management Service. <http://www.fao.org/aq/aql/aqll/spush>
- Vogel, K &, Burson, B. 2004. Breeding and Genetics. En: Warm-Season (C4) Grasses, Agronomy Monograph, 45: 51-93.
- Zeng, X, Durka, S, Welk, E& Fischer, M. 2017. Heritability of early growth traits and their plasticity in 14 woody species of Chinese subtropical forest. Journal of Plant Ecology, 10: 222-231.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **RESPUESTA MORFOFISIOLÓGICA DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS MEGATÉRMICAS A LA COMBINACIÓN DE ESTRÉS SALINO Y ANEGAMIENTO**

**Grunberg K<sup>12</sup>, E López Colomba<sup>12</sup>, A Ribotta<sup>12</sup>, M Lischift<sup>3</sup>, E Tommasino<sup>12</sup>, A Tomás<sup>3</sup>, G. Striker<sup>4</sup>**

1 Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales. CIAP-INTA. Camino 60 cuadras Km 5 ½ Córdoba. E- mail: grunberg.karina@inta.gob.ar.

2 Unidad de Estudios Agropecuarios (UDEA) INTA-CONICET. Camino 60 cuadras Km 5 ½ Córdoba

3 Estación Experimental Agropecuaria Rafaela- INTA

4 IFEVA, Universidad de Buenos Aires, CONICET, Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina

### **INTRODUCCIÓN**

En los últimos 30 años el cambio climático que experimentamos tiende a incrementar los eventos extremos, entre ellos, los períodos de inundación se hacen cada vez más frecuentes en cantidad, intensidad y duración. Dichos cambios a menudo suman su ocurrencia en tierras donde existen problemas de salinidad y, estos eventos de inundaciones temporales, ya sea por lluvias o ascensos de napas freáticas, dejan como resultado tierras con problema de halomorfismo.

Numerosos estudios se han realizado enfocándose en la respuesta de las plantas a condiciones de estrés individual tales como salinidad, sequía, anegamiento, temperatura, nutrientes, etc. Si bien estos estudios aportan información valiosa y que han permitido desarrollar el conocimiento acerca de las estrategias de las plantas para responder a una u otra condición, no se ha explorado aún lo suficiente sobre lo que ocurre cuando se presenta más de una condición estresante en simultáneo (Pandey *et al.*, 2015).

Las diferentes condiciones de estrés abiótico conducen a algunos procesos fisiológicos y moleculares comunes en las plantas, aparte de las respuestas únicas. La estrategia de aclimatación de la planta a una combinación de dos estreses consiste en una respuesta "compartida" y "única". Las respuestas compartidas se refieren a las que son comunes a ambas condiciones y las respuestas únicas son las que son específicas de cada estrés individual (Prasch and Sonnewald, 2013; Sewelam *et al.*, 2014).

La salinidad en el suelo afecta negativamente el crecimiento y el desarrollo de las plantas, debido a la alteración de los principales procesos fisiológicos y bioquímicos tales como fotosíntesis, síntesis de proteínas, metabolismo lipídico y energético (Parida and Das, 2005). Frente a una situación de estrés salino, las plantas manifiestan diversas respuestas en dos fases sucesivas a través del tiempo (Munns and Tester, 2008). La primera fase, osmótica, comienza inmediatamente cuando se eleva la concentración de sal en el medio ocasionando una reducción del potencial hídrico. La segunda fase, ión-específica, implica la respuesta de la planta a la acumulación de niveles tóxicos de iones (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>) en los tejidos (Munns and Tester, 2008).

En el caso de anegamiento, el estrés que sufren las plantas está dado por un déficit en la disponibilidad de oxígeno (Capon *et al.*, 2009; Colmer and Voeselek, 2009) que impacta en forma directa en la supervivencia y crecimiento del sistema radicular, e indirectamente en la parte aérea (Yin *et al.*, 2010). La falta de oxígeno es producto de

la caída drástica en la tasa de intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera provocada por la película de agua sobre el suelo (Ponnamperuma, 1984). Frente a este tipo de estrés las plantas responden a través de cambios fisiológicos, anatómicos y morfológicos relacionados con la supervivencia bajo tales condiciones (Colmer and Voeselek, 2009).

Ante condiciones de estrés abiótico, como el caso de salinidad y anegamiento, numerosas investigaciones muestran el aumento del estrés oxidativo, fenómeno de ocurrencia normal en la planta que incluye la generación de EAO, tales como ión superóxido, radical hidroxilo y peróxido de hidrógeno (Suzuki and Mittler, 2006). El aumento en el contenido de malondialdehído (MDA), como indicador del grado de daño oxidativo, ha sido usado como un criterio eficiente para discriminar el grado de tolerancia al estrés salino en varias especies (Ashraf *et al.*, 2010; Lanza Castelli *et al.*, 2010).

Cuando un suelo salino sufre un proceso de anegamiento, las plantas se encuentran sometidas a un estrés combinado que interactúa en sus efectos en caracteres fisiológicos, anatómicos y morfológicos (Barrett-Lennard, 2003; Imaz *et al.*, 2012; Striker *et al.*, 2015). Uno de los caminos para evaluar el efecto de la combinación de estreses en el crecimiento de las plantas es comparar el impacto del estrés separadamente y luego combinado (Striker *et al.*, 2015). Si el resultado de la combinación de estrés provoca un daño igual al cada uno de los estreses por separado, la interacción se define como aditiva; si los efectos son mayores en el estrés combinado que los efectos de cada uno de los estreses por separado, la asociación es sinérgico; y cuando el efecto es menor en el estrés combinado que el que surge del efecto de cada uno de los estreses individuales, el efecto es antagónico (Pandey *et al.*, 2015).

*Chloris gayana* K. (grama rhodes) en Argentina, tiene amplia difusión en los sistemas ganaderos de cría y recría, dada su rápida implantación, buena producción de semillas, persistencia, alta productividad, resistencia al pastoreo y adecuada calidad durante todo el año (Bogdan, 1977; Pérez, 2005) y es una especie naturalmente tolerante a la salinidad (Loch *et al.*, 2004). *Panicum coloratum* L. es una especie perenne con tolerancia al frío, anegamiento y salinidad, de crecimiento prolongado, rebrote temprano en primavera y muy buena calidad forrajera (Pérez, 2005; Imaz *et al.*, 2012, 2015).

Plántulas de ambas especies fueron colocadas en condiciones controladas de temperatura y luz, en un sistema de hidroponía bajo tratamientos individuales de salinidad (150 mM de NaCl en *P. coloratum* y 400 mM de NaCl en *C. gayana*), hipoxia (0-3mg/L O<sub>2</sub>) y combinando salinidad más hipoxia. Las mismas fueron evaluadas en su respuesta temprana a través de caracteres indicadores de estrés oxidativo y respuestas a más largo plazo observadas en caracteres relacionados con crecimiento. Los resultados obtenidos en etapas tempranas muestran que, las plántulas incrementaron el contenido en MDA en los tres tratamientos de estrés; no obstante, el que generó el aumento más significativo de su contenido, fue el salino, mientras que bajo hipoxia y estrés combinado resultaron ser de similar magnitud. Al estudiar la defensa antioxidante enzimática observamos que la enzima superóxido dismutasa (SOD), que cataliza la dismutación de ión superóxido en oxígeno y peróxido de hidrógeno, manifiesta el mayor incremento en condiciones salinas respecto a los otros tratamientos. No obstante, cuando se cuantificó las enzimas catalasa (CAT) y ascorbato peroxidasa (APX), enzimas encargadas de controlar el incremento de peróxido de hidrógeno, el aumento en su contenido respecto al control sugiere que las plántulas tuvieron capacidad para secuestrar el peróxido regulando el efecto de este radical libre. Sumado a estas observaciones, al cuantificar el FRAP (capacidad reductora del Hierro) como medida indirecta de la capacidad reductora no enzimática, se observa que tanto en condiciones de estrés salino como en estrés combinado la defensa antioxidante no enzimática es parte del mecanismo de detoxificación de radicales libres. No se observa actividad no enzimática en condiciones de estrés por hipoxia.

Como resultado de los tratamientos de estrés impartidos a las plántulas tanto de *C. gayana* como de *P. coloratum*, se observó tras 14 días de tratamientos que el crecimiento medido, entre otros caracteres, a través del peso fresco y/o peso seco es

más afectado en salinidad, concordando esto con la mayor expresión de estrés oxidativo visto a corto plazo. Como agregado, cuando se analiza el estado fisiológico a 14 días a través del contenido relativo de agua, estabilidad de membrana y eficiencia fotosintética se corrobora el hecho de que el estrés salino en forma individual es el estrés que más afecta a las plántulas de ambas especies. En cuanto al estrés combinado, la respuesta en biomasa aérea es similar al estrés por salinidad, mientras que, en la parte radicular, el comportamiento se asemeja al estrés por hipoxia.

## CONCLUSIÓN

El estrés por hipoxia presenta los menores efectos sobre las plántulas tanto de *C. gayana* como de *P. coloratum* mientras que el estrés combinado tiene un efecto intermedio visualizado en la mayoría de los caracteres medidos, sugiriendo que la condición de hipoxia amortigua el impacto del estrés salino.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ashraf, M & Qasim A. 2010. Response of two genetically diverse wheat cultivars to salt stress at different growth stages: leaf lipid peroxidation and phenolic contents. Barrett-Lennard, 2003; The interaction between waterlogging and salinity in higher plants: causes, consequences and implications. *Plant and Soil* 253: 35–54.
- Bogdan A.V. 1977. Tropical pasture and fodder plants. Tropical Agriculture Ser. Longman, London, 475pp.
- Capon SJ, James CS, Williams L & Quinn GP. 2009. Responses to flooding and drying in seedlings of a common Australian desert floodplain shrub: *Muehlenbeckia florulenta* Meisn. (tangled lignum). *Environmental and Experimental Botany* 66:178–185
- Colmer T D & Voesenek, L A. 2009. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. *Functional Plant Biology* 36:665-681
- Lanza Castelli, S. Grunberg, K, Muñoz, N, Griffa, S, López Colomba, E, Ribotta, A, Biderbost, E & Luna, C. 2010. Oxidative damage and antioxidant defenses as potential indicators of salt-tolerant *Cenchrus ciliaris* L. genotypes. *Flora* 205:622–626.
- Loch, DS, Rethman, NFG & van Niekerk WA, 2004. Rhodes grass, in: Moser, LE, Burson, BL, Sollenberger, EL, Al-Abmoodi, LK, Barbarick, KA, Roberts, CA & Dick, WA (Eds.), Warm Season (C4) Grasses. American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, Madison, pp. 833–872
- Munns R & Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59: 651-681.
- Imaz JA, Gimenez DO, Grimoldi AA & Striker GG. 2012. The effects of submergence on anatomical, morphological and biomass allocation responses of tropical grasses *Chloris gayana* and *Panicum coloratum* at seedling stage. *Crop and Pasture Science* 63:1145-1155.
- Imaz JA, Gimenez DO, Grimoldi AA & Striker GG. 2015. High recovery ability overrides the negative effects of flooding on growth of tropical grasses *Chloris gayana* and *Panicum coloratum*. *Crop and Pasture Science* 66: 100–106 (Imaz *et al.*, 2012, 2015)
- Pandey P, V Ramegowda & M Senthil-Kumar. Shared and unique responses of plants to multiple individual stresses and stress combinations: physiological and molecular mechanisms. *Front. Plant Sci.*, 16 September 2015 | <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00723>
- Parida A K & AB Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60:324–349
- Pérez H. 2005. Características de las especies forrajeras adaptadas a las condiciones del noroeste del país. En: Potenciando el desarrollo ganadero sustentable del subtrópico argentino. Producciones Gráficas S.A. Buenos Aires, pp. 33-41.
- Prasch, C M & Sonnewald, U. (2013). Simultaneous application of heat, drought, and virus to *Arabidopsis* plants reveals significant shifts in signaling networks. *Plant Physiol.* 162: 1849–1866. doi: 10.1104/pp.113.221044

Ponnamperuma FN.1984. Effects of flooding on soils. In Flooding and Plant Growth. Ed.TT Koslowski.pp 10-42. Academic Press Inc. Orlando, Florida.

Sewelam, N, Oshima, Y, Mitsuda, N & Ohme-Takagi, M. 2014. A step towards understanding plant responses to multiple environmental stresses: a genome-wide study. *Plant Cell Environ.* 37: 2024–2035.

Striker GG, Teakle NL, Colmer TC & Barrett-Lennard EG. 2015. Growth responses of *Melilotus siculus* accessions to combined salinity and root-zone hypoxia are correlated with differences in tissue ion concentrations and not differences in root aeration. *Environmental and Experimental Botany* 109: 89–98.

Suzuki, N. & Mittler, R. 2006. Reactive oxygen species and temperature stresses: A delicate balance between signaling and destruction. *Physiologia Plantarum* 126:45–51.

Yin, D, Chen S, Chen F, Wang Z & Fang W. 2010. Morpho-anatomical and physiological responses of two *Dendranthema* species to waterlogging. *Environmental and Experimental Botany* 68:122-130



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **LA EXCLUSIÓN DEL PASTOREO Y LA FERTILIZACIÓN PROMUEVEN LA INVASIÓN Y REDUCEN LA DIVERSIDAD EN PASTIZALES DE LA DEPRESIÓN DEL RÍO SALADO**

**Tognetti P.M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía – IFEVA / UBA – CONICET - Av San Martín 4453  
Buenos Aires, Argentina – [tognetti@agro.uba.ar](mailto:tognetti@agro.uba.ar)

### **RESUMEN**

Los pastizales han sido mundialmente afectados por el cambio en el uso del suelo, asociado a la intensificación ganadera en zonas marginales. La alternancia de pastoreo y descanso, el uso de diferentes fertilizantes y la incorporación de especies forrajeras son algunos de los procesos a los que están sujetos los pastizales de la depresión del Río Salado. Para estos pastizales, presento algunos avances sobre el efecto la exclusión de largo plazo al pastoreo doméstico y de la fertilización con NPK sobre la estructura, el funcionamiento y la invasión por especies exóticas. Aquí exploré los principales patrones y procesos a través de estudios iniciados en la década del 80, complementados por experimentos manipulativos de exclusión del pastoreo, disturbios selectivos y no selectivos y adición de nutrientes (10:10:10 g m<sup>-2</sup> N:P:K). Primero, mientras la exclusión de ganado doméstico en la década del 80 promovía la recuperación de la abundancia de pastos nativos, actualmente se observa la expansión de gramíneas perennes exóticas. Segundo, la exclusión del ganado y los nutrientes explicaron el 83% de la varianza en la riqueza total de especies, principalmente a través de la abundancia de *Festuca arundinacea*. Esta especie afectó negativamente la cobertura de otros grupos funcionales y la riqueza total de la comunidad. Tercero, el incremento en el número de nutrientes agregados simultáneamente al pastizal (i.e. 0-1-2-3) redujo la riqueza de especies, tanto en parcelas intactas como en las cortadas frecuentemente. El número de nutrientes no afectó a la cobertura de nativas, pero sí incrementó la abundancia de *F. arundinacea*. Estos resultados sugieren el manejo de la fertilidad y el pastoreo modulan la expansión de una especie forrajera exótica, con impacto negativo sobre la riqueza y la abundancia de otras especies nativas, y con consecuencias sobre provisión y estabilidad de los servicios ecosistémicos en pastizales inundables.

**PALABRAS CLAVE:** diversidad, invasión, nutrientes, pastoreo, producción,



## VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad

Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.  
El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.

22 al 25 de julio de 2019  
Facultad de Agronomía UBA



### EL IMPACTO DEL MANEJO DEL PASTOREO SOBRE LA VEGETACIÓN Y LOS SUELOS DE LOS AMBIENTES SALINOS Y ALCALINOS DE LA PAMPA DEPRIMIDA: EVIDENCIAS REUNIDAS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

Adriana M. Rodríguez<sup>1</sup>, Carla Di Bella<sup>1,3</sup>, María C. Vecchio<sup>2</sup>, Elizabeth Jacobo<sup>1</sup>,  
Rodolfo Golluscio<sup>1,3</sup>, Miguel A. Taboada<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal, Cátedra de Forrajicultura

<sup>2</sup>Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

<sup>3</sup>CONICET

<sup>4</sup>INTA

En Pampa Deprimida, los ambientes salinos y alcalinos se desarrollan sobre suelos Natracualfes, cuya vegetación natural es la “estepa de halófitas” y, sobre suelos de los órdenes Natrudertes y Peludertes (Vertisoles) en la Bahía de Samborombón, cuya vegetación dominante son los “espartillares”. En los últimos años creció el interés por conocer el efecto del manejo del pastoreo y otras prácticas asociadas sobre la vegetación y los suelos en estos ambientes cuyo uso ganadero tradicional ha sido el pastoreo continuo. En la estepa de halófitas, ocho años de exclusión al pastoreo o de pastoreo rotativo incrementó la cobertura vegetal y de broza, la contribución de pastos de alto valor forrajero, la riqueza, la diversidad florística y el valor zootécnico de la comunidad respecto del pastoreo continuo (Vecchio et al., 2019). Asimismo, la exclusión al pastoreo y el pastoreo rotativo produjeron un progresivo aumento del contenido y del stock de carbono orgánico en el horizonte superficial, y un descenso de la densidad aparente, de la inestabilidad estructural, de la salinidad y del pH respecto del pastoreo continuo (Vecchio et al., 2018). En los espartillares, la construcción de terraplenes para impedir el ingreso del agua de las mareas provocó efectos negativos en las características físicas y químicas del suelo y en la estructura, composición florística, productividad primaria y contenido proteico de la vegetación; efectos que se exacerbaban bajo alta frecuencia de defoliación (Jacobó et al., 2015). Bajo pastoreo continuo, la cobertura de la vegetación resultó inferior, con mayor contribución de especies tolerantes a la salinidad y poco palatables respecto de áreas sin pastoreo. La salinidad del suelo, la densidad aparente y la compactación superficial fueron mayores y la materia orgánica del suelo fue menor bajo pastoreo continuo (Di Bella et al., 2014, 2015). Estos resultados permiten diseñar estrategias de pastoreo que mejoren las condiciones de estos ambientes.

#### BIBLIOGRAFIA:

Di Bella, C, Jacobo, E, Golluscio, R & Rodríguez, A. 2014. Effect of cattle grazing on soil salinity and vegetation composition along an elevation gradient in a temperate coastal

salt marsh of Samborombón Bay (Argentina). *Wetlands Ecology and Management*, 22:1-13.

Di Bella, C, Rodríguez, A, Jacobo, E, Golluscio, R & Taboada, MA. 2015. Impact of cattle grazing on temperate coastal salt marsh soils. *Soil Use and Management*, 31: 299–307.

Jacobo, E, Rodríguez, A Fariña, C & Paggi, Y. 2015. Tidal suppression negatively affects soil properties and productivity of *Spartina densiflora* salt marsh. *Rangeland Ecology and Management*, 68:276-284.

Vecchio, MC, Bolaños, VA, Golluscio RA, Rodríguez, AM. 2019. Rotational grazing and exclosure improves grassland condition of the halophytic steppe in Flooding Pampa (Argentina) compared with continuous grazing. *The Rangeland Journal*, 41: 1–12.

Vecchio, MC, Golluscio RA, Rodríguez, AM & Taboada, MA. 2018. Improvement of Saline-Sodic Grassland Soils Properties by Rotational Grazing in Argentina. *Rangeland Ecology & Management*, 71: 807-814.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EVALUACIÓN DE ESPECIES SUBTROPICALES PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN ÁREAS MARGINALES DE LA PAMPA DEPRIMIDA**

**Pesqueira J.<sup>1</sup>, J. Otondo<sup>2</sup>, M.D. García<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Docente-Investigador, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Lomas de Zamora. [julietapesqueira@gmail.com](mailto:julietapesqueira@gmail.com)

<sup>2</sup> Técnico Chacra Experimental Integrada Chascomús - INTA - Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires.

Si bien factores tales como la alcalinidad, sodicidad, salinidad, anegamiento y sequía restringen la producción vegetal en la Pampa Deprimida, hay especies forrajeras subtropicales, perennes, tolerantes a las condiciones mencionadas, que se han evaluado en la zona con respuestas heterogéneas. La combinación del genotipo y manejo adecuados son determinantes para lograr una implantación exitosa, supervivencia y perennidad del cultivo, factores críticos para lograr una alta productividad. A partir de la evaluación de *Chloris gayana* (Cg), *Panicum coloratum* cv. Klein Verde (PcKV) y *Panicum virgatum* cv. Shawnee (PvS) a campo, observamos que: i) Cg Finecut y PcKV incrementaron la producción de biomasa con respecto al pastizal natural durante el periodo estival, época en que normalmente ocurre la mayor escasez de forrajes debido al estrés hídrico; ii) fertilización (0 y 200 kg.ha<sup>-1</sup>) y densidad (8,3 y 16,6 kg.ha<sup>-1</sup>) no afectaron la cobertura ni la producción de biomasa seca durante la implantación; iii) la consociación con gramíneas y leguminosas no afectó las coberturas de Cg Katambora ni PcKV, y las parcelas de Cg produjeron en promedio 39% más que las de PcKV; iv) Plantas de Cg Finecut y PcKV cultivadas en un suelo alcalino-sódico (pH=9,8) produjeron semillas con viabilidad comparable a las semillas comerciales. Sin embargo, prácticamente no se observó resiembra natural de Cg en esas parcelas. En condiciones semi-controladas observamos que: i) la presencia de broza disminuyó el porcentaje de emergencia y aumentó la velocidad de emergencia de Cg Finecut, PcKV y PvS; ii) el anegamiento no afectó el crecimiento de Cg Finecut, pero indujo la disminución del 44% del peso seco aéreo de PcKV; iii) PvS disminuyó severamente su biomasa aérea tanto en suelo alcalino-sódico como bajo anegamiento; iv) Cg y Pc poseen aerénquima constitutivo y PvS aerénquima inducible por anegamiento. A partir de la incubación de semillas o cultivo de plantas en condiciones controladas, con diferentes niveles de salinidad y alcalinidad, se observó que: i) Cg Finecut toleró mejor que PcKV y PvS la combinación de salinidad moderada (50 mM) y pH elevado (pH=9,5 y 10), tanto en germinación como en crecimiento vegetativo temprano de las plantas; ii) el efecto perjudicial de la alcalinidad sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas se incrementó con el aumento de la concentración salina en todas las especies evaluadas.

**Palabras clave:** Forrajeras subtropicales, salinidad, Pampa Deprimida





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **RIEGO COMPLEMENTARIO Y CALIDAD DE SUELOS EN LA REGIÓN PAMPEANA**

**Torres Duggan, M.<sup>1</sup>, C.R. Alvarez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> TECNOAGRO., Girardot 1331 (C1427AKC), CABA, mjjtorresduggan@gmail.com

<sup>2</sup> Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, FAUBA.

**RESUMEN:** El manejo responsable y sustentable de suelos regados en forma complementaria requiere considerar no solo los beneficios de la tecnología (e.g. mejoras en la productividad y estabilidad de los rendimientos), sino también los impactos sobre la calidad del suelo. Los objetivos del presente trabajo son: (1) presentar y discutir el estado de conocimiento científico vigente en el ámbito local sobre la incidencia del riego complementario sobre la salinidad, sodicidad y calidad física del suelo y (2) aportar un marco conceptual para el diagnóstico y manejo de la calidad de suelos regados en forma complementaria aplicable a la porción húmeda de la Región Pampeana. Los trabajos que se han llevado a cabo en la Región Pampeana argentina muestran gran variabilidad de calidad de las aguas subterráneas (pH, CE, RAS) dependiendo de la región o subregión considerada. En cuanto al impacto sobre propiedades químicas del suelo, el mayor impacto del riego complementario con aguas bicarbonatadas sódicas se manifiesta en el incremento del PSI (i.e. sodicidad). Asimismo, el encostramiento y compactación también forman parte de los procesos de degradación que se observan en ambientes regados. A partir de la información disponible se propone un modelo conceptual para el diagnóstico de la calidad del suelo basado en la evaluación del nivel de PSI; la presencia de costras superficiales y la evidencia de compactación subsuperficial.

**PALABRAS CLAVE:** Salinidad, sodicidad, suelo, riego complementario

### **INTRODUCCION:**

El riego complementario es una práctica efectiva para incrementar y estabilizar el rendimiento de los cultivos, principalmente en contextos de variabilidad climática, permitiendo en definitiva reducir el riesgo productivo y económico de los sistemas de producción de granos (Torres Duggan *et al.*, 2017, Lavado, 2009).

La principal problemática del manejo de suelos regados en forma complementaria radica en que la mayor parte de las aguas subterráneas disponibles en la porción húmeda de la Región Pampeana son del tipo bicarbonatadas sódicas (Lavado, 2009, Génova, 2011). El manejo inadecuado del agua de riego puede conducir a procesos de degradación como sodificación, encostramiento superficial, entre los más frecuentes (Álvarez *et al.*, 2016; Pilatti, 2017). Los objetivos del presente trabajo son: (1) presentar y discutir el estado de conocimiento científico vigente en el ámbito local sobre la incidencia del riego complementario sobre la salinidad, sodicidad y calidad física del suelo y (2) aportar un marco conceptual para el diagnóstico y manejo de la calidad de suelos regados en forma complementaria aplicable a la porción húmeda de la Región Pampeana.

### **MATERIALES Y MÉTODOS:**

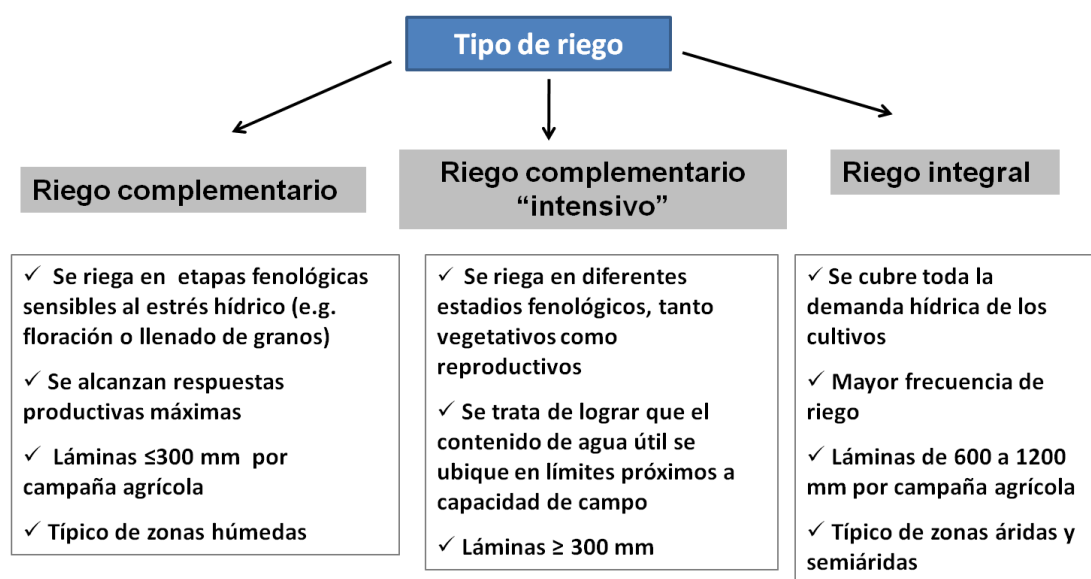
Los resultados experimentales presentados en este trabajo corresponden principalmente a resultados de investigaciones propias, aunque discutidas y comparadas con las reportadas en la literatura científica local. Asimismo, la mayor parte de las investigaciones analizadas

en el presente trabajo se han llevado a cabo en ambientes representativos de sistemas irrigados de producción de cultivos como maíz (líneas endocriadas), trigo y soja. Los detalles metodológicos de dichas investigaciones se pueden consultar en la literatura citada y que se lista en la bibliografía.

## RESULTADOS Y DISCUSION:

### ¿Riego complementario, cuán complementario?

Si bien conceptualmente se considera que el riego complementario (o suplementario) se lo utiliza para cubrir deficiencias hídricas en estadios fenológicos sensibles (e.g. floración o llenado de granos), en la realidad productiva la cantidad de agua aportada puede abarcar otros momentos de riego (e.g. siembra o emergencia), y láminas de riego pueden ser superiores al típico riego complementario, sobre todo en sistemas de producción de semillas (i.e. “riego complementario intensivo”) (Figura 1).



**Figura 1.** Diferentes modalidades de riego complementario y su comparación con los sistemas de riego integral. Fuente: Elaboración propia en base a información de Torres Duggan *et al.*, 2016 y Génova (1998, 2011).

Cabe destacar que la intensificación del riego complementario, ampliando los períodos de riego y aplicando láminas de agua que en algunos casos equivalen al uso consuntivo de los cultivos regados resulta especialmente riesgoso cuando se dispone de aguas subterráneas bicarbonatadas sódicas. En términos conceptuales esto implica aportar una mayor proporción del agua recibida por el cultivo a través del riego, lo que trae aparejado una mayor influencia e impacto de la calidad del agua sobre la condición de salinidad y sodicidad edáfica incrementando el riesgo de afectar negativamente la productividad de los cultivos.

### ¿Cómo es la calidad del agua de riego y cómo evaluar su aptitud para el riego complementario?

La calidad del agua de riego en conjunto con las propiedades edáficas son los principales factores que se deben considerar en la gestión del suelo regado a escala de agrosistema (Torres Duggan *et al.*, 2017). En la Tabla 1 se presentan los resultados de evaluaciones de calidad de aguas subterráneas reportadas por diferentes grupos de investigación en la Región Pampeana y también dentro de la Región Semiárida Pampeana (Córdoba).

Como se observa, el rango de valores de pH, CE y RAS es amplio y variable según la región o subregión estudiada. El origen de esta variabilidad a escala regional se relaciona con las

características de las cuencas hidrogeoquímicas y tipos de acuíferos sobre los cuales se extrae el agua en las perforaciones.

**Tabla 1.** Rango de pH, conductividad eléctrica (CE) y relación de adsorción de sodio (RAS) de muestras de agua de distintos relevamientos realizados en la Región Pampeana (Fuente: Torres Duggan *et al.*, 2017)

Región	Nº de muestras	pH	CE	RAS
Región Pampeana (Genova, 2011)	66	7,30-7,65	0,66-3,40	2,2-24,1
Pampa Ondulada y Entre Ríos (Álvarez <i>et al.</i> , 2016)	317-333	6,5-9.0	0,1-3,3	1-44
Córdoba (Rampoldi <i>et al.</i> , 2010)	258	-	0-9	0-16*

Notas: \*RASaj. Fuente: Álvarez *et al.*, (2016).

Por otro lado, para interpretar adecuadamente los resultados de los análisis de aguas de riego se deben utilizar sistemas de clasificación específicos para riego complementario en el ámbito de la Región Pampeana, como el propuesto por INTA (1999) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Porcentaje de muestras de agua sin riesgo o con riesgo (moderado y severo) de salinización o sodificación según distintos relevamientos realizados en la región pampeana (Fuente: Torres Duggan *et al.*, 2017)

Región	Nº de muestras	Salinización		Sodificación	
		Sin riesgo (%)	Con riesgo (%)	Sin riesgo (%)	Con riesgo (%)
Región Pampeana (Genova, 2011)	66	95	5	86	14
Pampa Ondulada y Entre Ríos (Álvarez <i>et al.</i> , 2016)	300	87	13	43	57
Córdoba (Rampoldi <i>et al.</i> , 2010)	258	82	18	89	11

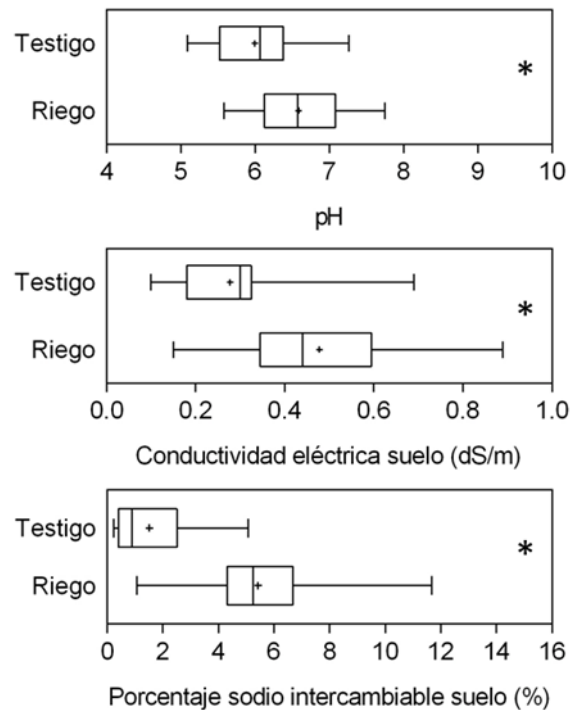
Notas: \*RASaj. Fuente: Álvarez *et al.*, (2016).

Como se aprecia, la frecuencia de distribución de las distintas categorías de aptitud varía según el estudio considerado, y se destaca el mayor riesgo de sodificación en el trabajo de Álvarez *et al.* (2016). Esto se debe a que la mayor parte de las muestras de aguas en dicho relevamiento fueron obtenidas en establecimientos que extraen el agua del acuífero Puelches, donde predominan las aguas bicarbonatadas sódicas (Lavado, 2009, Genova 2011).

Teniendo en cuenta la variabilidad regional y subregional de la calidad del agua subterránea, resulta imprescindible su evaluación a escala de agrosistema. A pesar del adecuado nivel de información que se dispone sobre la calidad del agua subterránea a escala regional o subregional, se requiere generar nuevo conocimiento sobre la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua subterránea a escala predial.

### ¿Cómo impacta el riego complementario la salinidad y sodicidad edáfica?

La mayor parte de los trabajos de investigación, recopiladas en trabajos como Lavado (2009) y Pilatti (2017), se centraron en explorar la influencia del riego complementario sobre la salinidad y sodicidad edáfica. De acuerdo con estas investigaciones, el mayor impacto del riego complementario en suelos de la porción húmeda de la Región Pampeana se manifiesta en el aumento del contenido de sodio intercambiable (PSI). Esto se ejemplifica en la Figura 1, en donde se muestran los cambios en la reacción del suelo, salinidad y sodicidad de suelos regados con riego complementario representativos de la Pampa Ondulada y Plana donde se produce maíz de semilla bajo riego complementario intensivo.



**Figura 2.** Gráfico de cajas (Boxplot) de los valores de pH, CE y PSI de suelos regados en forma complementaria en comparación con situaciones de secano (testigo). Las líneas externas a las cajas representan los cuartiles de 0,25 y 0,75 y la interna la mediana. Los extremos de las líneas horizontales representan los máximos y mínimos. Los signos “+” indican la media de los tratamientos. (\*) diferencias estadísticamente significativas (t apareada;  $p < 0,05$ ). Adaptado de Álvarez *et al.*, (2016).

Como se mencionó antes, el mayor cambio se manifestó en el aumento de la sodicidad, mientras que la conductividad eléctrica o el pH, si bien aumentaron significativamente ( $p < 0,05$ ), presentan valores no limitantes de la productividad de los cultivos. La alcalinización sódica alcanzó niveles que podrían condicionar el funcionamiento físico del suelo (e.g. reducción de la permeabilidad, infiltración y formación de costras duras).

### ¿Compactación en suelos regados?

Otro de los procesos de degradación sobre los cuales se ha realizado poca investigación local es sobre la compactación y su interacción con procesos de alcalinización sódica. Al igual que en los sistemas de secano, el origen de la compactación del suelo regado es la fuerza aplicada por la maquinaria agrícola que circula sobre el suelo (Álvarez, 2013).

La frecuencia de las prácticas culturales en suelos regados complementariamente bajo sistemas de producción de maíz es mayor a las llevadas a cabo en producción de maíz comercial. Asimismo, por mantenerse el suelo húmedo durante más tiempo, existe mayor predisposición a la compactación no solo durante la estación del cultivo sino también durante la cosecha. Un tema soslayado en la investigación local es cómo influye la sodificación y compactación del suelo regado sobre la productividad de los cultivos que se siembran a continuación en las secuencias de cultivo. Debido a que éstos se cultivan en secano, podrían manifestar mayores impactos sobre la capacidad de acceder a recursos abióticos como agua o nutrientes derivados de la compactación y encostramiento superficial. En Torres Duggan *et al.*, (2017) se presentan resultados de evaluaciones de compactación en suelos regados.

### ¿Cómo diagnosticar integralmente la calidad del suelo regado?

La evaluación de los ambientes regados en forma complementaria requiere de un abordaje integral basado en el análisis de diversos factores como las características de los suelos, la

calidad y cantidad de agua de riego aplicada, el sistema de manejo de los cultivos, secuencias de cultivos, entre otros (Torres Duggan *et al.*, 2017). En la Figura 3 se presenta un modelo conceptual para diagnosticar situaciones de sodicidad y compactación en ambientes regados con riego complementario, aplicable a zonas húmedas y subhúmedas de la Región Pampeana.

***Profundidad de 0-10 cm:***



***Profundidad de 10-30 cm:***



**Figura 3.** Modelo conceptual para el diagnóstico de la calidad de suelos regados en forma complementaria. Fuente: Torres Duggan *et al.*, (2017).

En este modelo conceptual el PSI representa un índice importante para definir el riesgo de sodificación, pero la condición física del suelo se debe evaluar a través de evidencia *in situ*, ya sea a través de la observación del perfil (e.g. ubicación y espesor de costras superficiales) y/o cuantificando variables de interés diagnóstico en compactación de suelos como la resistencia mecánica o tasa de infiltración. En base a la magnitud de las limitaciones detectadas, en el contexto del sistema de producción y de gestión de los ambientes regados, se debe decidir qué prácticas agronómicas aplicar. En un “agrosistema ideal” el suelo regado se monitorea periódicamente (e.g. anualmente a través de análisis de suelos y aguas) y se llevan a cabo medidas preventivas y correctivas de situaciones de degradación de la calidad física del suelo. Dentro de las prácticas agronómicas preventivas se podrían mencionar: determinación de láminas de agua según necesidad, fertilización balanceada, siembra de cultivos de servicio, control de tránsito de maquinaria, entre otras. En cuanto a las prácticas correctivas, se pueden considerar: ajuste de láminas de riego y/o interrupción provisoria del riego, aplicación de enmiendas minerales y orgánicas, descompactación mecánica sin remoción de cobertura, o una combinación de alguna de éstas.

**CONCLUSIONES:**

La investigación científica llevada a cabo en esta temática a lo largo de varias décadas en el país muestra que los suelos regados en forma complementaria manifiestan aumentos considerables de los niveles de PSI durante la estación de riego, sin acumulación de sales en la solución del suelo. Asimismo, el suelo regado muestra una mayor predisposición al

encostramiento superficial y a la compactación subsuperficial, puesto que permanece más tiempo húmedo y además es sometido a una mayor frecuencia de prácticas culturales, sobre todo en planteos de producción de semillas. El efecto combinado de estos procesos es la reducción del acceso de recursos abióticos como agua o nutrientes por parte de los cultivos regados y también de los cultivos de secano integrantes de las secuencias de cultivos.

En cuanto a las necesidades de investigación, se requiere de nuevo conocimiento fundamental y aplicado sobre el funcionamiento físico del suelo regado en gradientes ambientales (suelos, climas, sistemas de manejo, etc.). Esta información es básica para desarrollar modelos de diagnóstico de la calidad del suelo regado, como así también para definir la mejor estrategia de monitoreo de sus propiedades.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- Álvarez, C.R. 2013. Condición física de los suelos limosos bajo siembra directa: caracterización, génesis y manejo. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica (IAH)* 10. Junio. IPNI. 8 p.
- Álvarez, C.R., H. Rimski Korsakov y M. Torres Duggan. 2016. Calidad de agua e impacto del riego complementario en la Región Pampeana. *Actas del XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. G. Cholaky y J.M. Cisneros (compiladores). Editorial Unirio. p 278.
- Génova, L.J. 2011. Calidad del agua subterránea para riego complementario en la Pampa Húmeda argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 119: 63-81
- INTA. 1999. Recomendaciones para la utilización de aguas para riego en función de su calidad, síntesis de los trabajos realizados en las unidades del INTA-IPG. Seminario de capacitación. Impacto ambiental del riego complementario. Pergamino, Argentina. 87 pp.
- Lavado, R.S. 2009. Salinización y sodificación de suelos de producción agrícola extensiva por riego complementario. En: *Alteraciones de la fertilidad de los suelos*. Taboada, M.A. y Lavado, R.S (Editores). Editorial FA-UBA.163p
- Pillati, MA. 2017. Riego suplementario con aguas de mediana a baja calidad en la ecoregión pampeana y del espinal (Argentina). Efectos sobre suelos y cultivos. En: *Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina. Recursos y aprovechamiento productivo*. E. Taleisnik y RS Lavado (Editores). Los suelos salinos y alcalinos. Manejo regional en la Argentina. Sección 2.9. 181-226.
- Rampoldi, EA., M. Boccoardo, CR Álvarez, E Martelloto, AI Salinas, EF Lovera, JP. Giubergia y V Bustos. 2010. Calidad de las aguas subterráneas utilizadas para riego suplementario en la provincia de Córdoba. *INTA Manfredi*. 20 p.
- Torres Duggan, M; CR Álvarez y H Rimski Korsakov. 2017. Evaluación de la calidad del agua y del suelo regado en forma complementaria en la región pampeana argentina. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica (IAH)*(25): 17-23.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.  
El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.  
22 al 25 de julio de 2019  
Facultad de Agronomía UBA



## **PROBLEMÁTICAS DE LOS SUELOS EN PRODUCCIONES BAJO CUBIERTA DEL PERIURBANO AMBA**

**Cuellas, M.**

AE La Plata, EEA INTA AMBA, ruta 36 Km 44,5. La Plata.

e-mail: [cuellas.marisol@inta.gob.ar](mailto:cuellas.marisol@inta.gob.ar)

**RESUMEN:** En el presente trabajo se abordan las problemáticas del principal centro de producción hortícola periurbana del país. En la misma se plantea cómo la incorporación de invernaderos produjo un cambio en el uso del suelo y las consecuencias que se producen bajo un mal manejo. Asimismo se analizan distintas prácticas de manejo como la implementación de drenes subsuperficiales, alternativas de desinfección de suelos y abonos verdes. Evaluando en cada caso el efecto en las propiedades edáficas. Se concluye que en la región de estudio todavía queda muchas prácticas por analizar, destacando que el trabajo conjunto entre técnicos y productores es la base para la solución de los problemas.

**PALABRAS CLAVES:** horticultura periurbana, invernaderos, manejo de suelo

### **INTRODUCCIÓN**

La agricultura periurbana se concentra en los alrededores de las grandes ciudades y conforma los denominados “cinturones verdes”, en donde se encuentra un entramado de explotaciones primario intensivas con un gran volumen de producción (Barsky, 2005). La horticultura periurbana del área metropolitana de Buenos Aires (AMBA) “*Cinturón Hortícola Metropolitano (CHM)*”, es muy importante debido a que abastece de alimento fresco a la población de las ciudades que lo rodean. Este cinturón hortícola está constituido por diversos centros productivos, en el que se destaca el Gran La Plata con la mayor producción de hortalizas bajo cubierta del país (más del 50%) (Stavisky, 2010) en una superficie aproximada de 4.600 ha (Miranda, 2017). Otros centros de importancia son Florencio Varela, Berazategui, Baradero, Luján, etc. Si bien el CHM presentan como ventaja competitiva la proximidad a las ciudades, debe afrontar diferentes problemáticas vinculadas a esta proximidad y a procesos tecnológicos, como la falta de conocimiento y concientización de los procesos de contaminación de los recursos (agua, suelo y aire) (Mitidieri, 2014). Por lo tanto, el desafío más importante de la región es producir hortalizas de calidad y en cantidad, conservando la sustentabilidad del sistema.

### **MANEJO DE LOS SUELOS: ORIGEN DEL PROBLEMA**

La producción hortícola de la región ha sufrido profundos cambios en las últimas décadas. Al inicio de los 90 surge la incorporación de los invernáculos al sistema productivo, esta tecnología se incorporó como respuesta a los cambios en el mercado (mayor exigencia de calidad y cantidad de hortalizas). Por lo tanto, los productores que tradicionalmente cultivaban a campo adoptaron el cultivo bajo cubierta, que se expandió en poco tiempo en toda la región (Benencia *et al.*, 2009). Una de las consecuencias más importantes de esta transformación (producción a campo vs bajo cubierta) fue la intensificación del uso del suelo (alta carga tecnológica: cubierta plásticas, riego por goteo, fertirriego, aplicación de enmiendas, etc), aumentando la presión del ecosistema

natural. Se puede decir entonces que el uso de cubiertas plásticas impacta en forma positiva en la rentabilidad, pero artificializa los agroecosistemas, y cuando no se manejan adecuadamente tienen consecuencias directas en la sustentabilidad

Los suelos donde se desarrolla la actividad hortícola, se clasifican como Hapludert típico y Argiudol vértico, en su condición natural presentan elevada fertilidad química y materia orgánica (4,5-5%), están libres de sales y sodio ( $CE < 1 \text{ dS m}^{-1}$ , relación de adsorción de sodio (RAS)  $< 1$ ), pH ligeramente ácido (pH 5,5), y contenido de P bajo ( $< 10 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Su principal limitante es la permeabilidad baja a moderada, debido al elevado contenido de arcillas (Hurtado et al., 2006). Sin embargo, estos valores distan mucho de los que normalmente se encuentran en los suelos de los invernaderos, y luego de varios años en producción se observa salinización, alcalinización, hiperfertilización y pérdida de materia orgánica, con consecuencias en los cultivos (disminución del rendimiento y calidad) (Poncetta et al., 2006; Alconada et al., 2011; Cuellas, 2017).

A modo de ejemplo se presentan en la tabla 1 algunos resultados de análisis de suelo (valores promedios de una población de muestras) obtenidos en diferentes sitios del CHM. Cabe destacar que el manejo de los suelos en este tipo de producciones es intensivo, con aplicación de enmiendas orgánicas (cama de pollo y/o gallinaza) dos o tres veces al año y fertilización en base a recetas preestablecidas. Se puede observar cómo la producción bajo cubierta, con un manejo inadecuado de los suelos, intensifica el proceso de salinización y alcalinización, y que a pesar de la incorporación de las enmiendas orgánicas, no se produce una mejora en la materia orgánica del suelo. Asimismo las concentraciones de sodio (medida en PSI) y de P fueron excesivamente elevadas en todos los sitios. Por lo tanto, si se consideran la CE óptima (valor a partir del cual el rendimiento se ve afectado) de los principales cultivos de la región: frutilla (*Fragaria ananassa*) ( $1 \text{ dS m}^{-1}$ ), lechuga (*Lactuca sativa*) ( $1,25 \text{ dS m}^{-1}$ ), pimiento (*Capsicum annum*) ( $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) y tomate (*Solanum lycopersicum*) ( $2 \text{ dS m}^{-1}$ ) (Nuez et al., 2003; Porta et al., 2003), se concluye que en todos los sitios habrá problemas de desarrollo afectando directamente el rendimiento y la calidad de lo producido.

Tabla 1. Valores promedios de CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ), pH (pasta), MO (%), PSI (%), P ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), de La Plata, Florencio Varela, Baradero, Luján.

Lugar	Cultivos principales	Sistema producción	Variables edáficas				
			CE ( $\text{dS m}^{-1}$ )	pH (pasta)	MO (%)	PSI	P ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
La Plata	Lechuga, tomate, pimiento	Bajo cubierta	3,3	7,5	3,4	19,5	252
Florencio Varela	frutilla	A campo	1,78	6,4	2,84	16,9	260
Baradero	lechuga, tomate, pimiento	Bajo cubierta	5,83	7,25	3,51	30	127
Luján	lechuga, acelga, rúcula	A campo	s/d	7,03	1,94	s/d	125

Tabla elaborada a partir de datos extraídos de: Cuellas (2017); Cuellas et al. (2018); y datos no publicados

En la figura 1 se muestran algunos de los síntomas, en el suelo y en los cultivos, que se presentan en este tipo de producciones. Se destaca que es muy común la presencia de deficiencias inducidas, como las que se observan en la figura en tomate y frutilla, consecuencia del exceso de fertilización y de la aplicación excesiva de enmiendas.

### ¿Cómo es el manejo que el productor realiza frente a esta situación?

Los productores no ignoran estas problemáticas, y tratando de corregir la situación recurren a soluciones que en general no son efectivas y aumentan excesivamente los costos. Tales como aumentar las dosis de fertilización, utilización de nuevos productos en el mercado (bioestimulantes, ácidos húmicos), incorporación de mayores dosis de



enmiendas, etc. Asimismo cabe destacar que este manejo se agrava con la aplicación de productos fitosanitarios, para controlar la mayor incidencia de plagas y enfermedades que se producen por un mal manejo de los suelos. Por lo tanto, se intensifican los problemas conduciendo a una situación productiva que muchas veces es muy difícil de solucionar.

Figura 1: Síntomas en el suelo y en los cultivos



Desde la agencia de La Plata del INTA, se aborda esta problemática a través de proyectos nacionales y regionales. Tratando de concientizar no solo a los productores, sino también a técnicos que muchas veces son los que asesoran en este tipo de manejo. Se deben conocer los puntos débiles o los riesgos que se observan en este sistema productivo para poder proponer soluciones, y asimismo frente a un cambio tecnológico, nos preguntamos: ¿La nueva tecnología a adoptar es más o menos sostenible a la que se está reemplazando?

En este contexto es que se han evaluado y se están evaluando diferentes prácticas de manejo de suelo que se presentan a continuación.

**Drenes subsuperficiales.** Se tuvo como objetivo estudiar la eficiencia de drenes subsuperficiales en el control de la salinidad-alcalinidad de un suelo degradado. Los drenes (tubos de PVC) se instalaron (con una pendiente) en el techo del horizonte Bt para que eliminen las sales del sistema. Se compararon dos tratamientos con drenes de diferentes diámetros (10 y 15 cm), un tratamiento con yeso (T3) y un testigo (T4). El estudio se realizó en un suelo Hapludert típico, que presentaba en promedio los siguientes valores: pH 8,25; CE 4,45 dS m<sup>-1</sup>; RAS 22. Se evaluaron variables edáficas y productivas de un cultivo de pimienta durante 3 años (2009-2011). Como conclusión se observó que: Los drenes subsuperficiales condujeron a una disminución de la salinidad (evitando los pulsos salinos característicos de la región) y su influencia se extendió del área donde estaban instalados, y condujeron a una homogenización de todo el sitio de estudio. El diámetro del dren no influyó de manera significativa en los resultados no habiendo diferencia entre ellos. El yeso presentó mejoras temporales en la salinidad-alcalinidad, pero no condujo a una mejora del sitio. El desarrollo fenológico y rendimiento del cultivo de los tratamientos se diferenció del testigo en todos los años, aún con la homogenización señalada. Durante el primer año de evaluación los tratamientos con drenes con mayor rendimiento se diferenciaron significativamente del tratamiento con yeso (Cuellas, 2015; Cuellas y Alconada, 2018)

Por lo tanto la utilización de drenes subsuperficiales podría ser una práctica factible para evitar y disminuir la salinización de estos sistemas productivos, mejorando el manejo de los suelos.

**Evaluación de diferentes alternativas de desinfección de suelo.** Uno de los desafíos más importantes en el CHM es encontrar alternativas de desinfección de suelo (para el control de plagas y patógenos) que se adapten al sistema productivo, que no contaminen ni degraden los recursos del medio, y que además promuevan una mejora

de los suelos. Debido a que es muy común en la región, que se incorporen productos químicos que en general están muy cuestionados por su efecto en el medio ambiente. Se realizó entonces un ensayo en un suelo Hapludert típico, en el cual se evaluó el efecto en las propiedades edáficas (pH, CE, MO, RAS, Ca, Mg) y en el cultivo de diferentes alternativas de desinfección de suelo. Los tratamientos fueron: solarización, tres alternativas de biosolarización (cama de pollo, cama de champiñón, repollo), desinfección química vs un testigo, en dos ciclos (2014 y 2015) de un cultivo de tomate. Como resultados se obtuvo que la biosolarización con cama de pollo y de champiñón aumentó los niveles de salinidad, esto nos demuestra que no todo material orgánico se puede incorporar libremente en el suelo sin realizar un análisis previo y sin evaluar sus características. Estos tratamientos también tuvieron las mayores concentraciones de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , pero sin embargo sus frutos presentaron la mayor cantidad de blossom end rot (deficiencia de calcio en el fruto) que se vinculó con la salinidad del suelo. Respecto a la MO ningún tratamiento produjo una mejora significativa. El rendimiento del cultivo fue mayor en la desinfección química (por presentar este tratamiento mayor control de enfermedades y patógenos del suelo), el resto de los tratamientos no se diferenciaron entre sí (Cuellas *et al.*, 2019). Por lo tanto, es fundamental continuar con investigaciones que permitan encontrar tipo y dosis de enmiendas orgánicas a incorporar que preserven los sistemas productivos de la región, y que promuevan su adecuado uso.

**Utilización de abonos verdes para mejorar las características edáficas.** La utilización de abonos verdes (AV) se evaluó como alternativa para mejorar las propiedades edáficas de un suelo degradado que se encontraba en producción bajo cubierta. En el ensayo se compararon tres tratamientos, dos AV (rúcula y sorgo) vs un testigo productor (en el que se incorporó cama de pollo). Estos AV fueron seleccionados por su eficiencia en el de control en nematodos, por la época del año y por su disponibilidad. El cultivo evaluado fue tomate durante el ciclo 2016-2017. Los resultados preliminares mostraron algunas tendencias, así la CE en el tratamiento con rúcula ( $1 \text{ dS m}^{-1}$ ) se diferenció significativamente del testigo ( $2,55 \text{ dS m}^{-1}$ ). Respecto al contenido de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Ca}^{2+}$  si bien no hubo diferencia significativa entre tratamientos, el testigo (cama de pollo) presentó las mayores concentraciones. Asimismo el rendimiento fue mayor en el tratamiento con sorgo (Cuellas *et al.*, 2018b)

La problemática que tiene esta práctica es su incorporación dentro del esquema productivo, por lo tanto en forma paralela a los ensayos, se están evaluando pequeñas parcelas en quintas de productores, así junto con ellos se analiza la factibilidad de implementación de este tipo de manejo.

Además existen otras prácticas de manejo de suelo que se están ensayando como el compostado, la adecuación de la fertilización (dosis, cultivo, demanda), etc. En todos los casos son acompañadas de charlas en las quintas con productores, debido a que la única forma de cambiar el manejo actual y resolver las problemáticas es no solo realizando ensayos experimentales, sino también concientizando y capacitando a los productores en otras alternativas de manejo de los suelos.

## **CONCLUSIONES:**

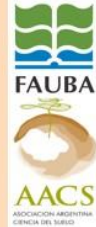
La producción de hortalizas del periurbano del AMBA debe afrontar diferentes problemáticas, entre las que se destaca la degradación de los suelos. Si bien desde el INTA y otras instituciones estatales se están ensayando diferentes alternativas de manejo de los suelos, aún queda mucho por resolver y evaluar, ajustando las diferentes alternativas de manejo para no comprometer la producción de hortalizas periurbanas y la sustentabilidad del sistema productivo. No obstante es muy importante que el abordaje de las posibles soluciones no solo se limite a trabajos experimentales, sino que sea un trabajo conjunto entre técnicos (de diferentes ámbitos) y productores, para que la tecnología generada sea efectivamente adoptada.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- Alconada, M., M. Cuellas, P. Poncetta, S. Barragán, E. Inda, y A. Mitidieri. 2011. Fertirrigación en un cultivo de tomate protegido: I-Nutrición nitrogenada. Efectos en el suelo y en la producción. *Revista Horticultura Argentina* 30(72):5-13.
- Barsky, A. 2005. El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 9(194):36.
- Benencia, R., G. Quarantana y J Souza Casandinho. 2009. Cinturón Hortícola de la Ciudad de Buenos Aires. Cambios sociales y productivos. Buenos Aires: Ciccus.
- Cuellas, M. 2015. Control de la salinización del suelo mediante sistemas de drenes en producciones intensivas de cultivos bajo cubierta. 162 p. M. Sc. Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Cuellas, M. 2017. Horticultura periurbana, análisis de la fertilidad de los suelos en invernaderos. *Chilean J. Agric. Anim. Sci, ex Agro-ciencia* 33(2):163-173.
- Cuellas, M y A. Alconada. 2018. Drenes subsuperficiales: control de la salinización edáfica en producciones intensivas bajo cubierta. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 44 (1): 60-68.
- Cuellas, M., M.R. Delprino, E. D´Angelcola; O. Valenzuela, J. Czepulis, K. Del Pardo; M. Ciaponi, y M. Mitidieri. 2018a. Evaluación de la calidad de los suelos hortícolas periurbanos mediante el uso de indicadores. Libro Periurbano hacia el consenso: ciudad, ambiente y producción de alimentos: propuestas para ordenar el territorio: resúmenes ampliados: libro 1 / Pablo Tittone; Beatriz Giobellina; compilado por Pablo Tittone; Beatriz Giobellina. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA, 2018.
- Cuellas, M., P. Amoia y P. Delmazzo. 2018b Abonos Verdes: Ensayo en el Cinturón hortícola del Gran La Plata. *Boletín Manejo de los suelos hortiflorícolas*. Vol IX. ISSN 2591-5622. Edición Digital.
- Cuellas, M., P. Amoia y P. Delmazzo. 2019. Efecto de diferentes tratamientos de desinfección del suelo sobre las propiedades edáficas. *Chilean J. Agric. Anim. Sci, ex Agro-ciencia* 35(1):26-37.
- Hurtado, M., J. Giménez, y M. Cabral. 2006. Análisis ambiental del partido de La Plata: Aportes al ordenamiento territorial. 134 p. Consejo Federal de Inversiones, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Miranda, M. 2017. Riesgos ambientales al cultivo bajo cubierta en el cinturón hortícola del gran La Plata. III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. Del 31 de Julio al 3 de Agosto. Santa Fe, Argentina.
- Mitidieri, M. 2014. Nuevos desafíos para los horticultores periurbanos en la provincia de Buenos Aires. Conferencia XXXVII Congreso Argentino de Horticultura. Mendoza. 23 al 26 de septiembre. Libro de resúmenes. Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO), Mendoza, Argentina.
- Poncetta, P., M. Alconada, y R. Lavado. 2006. Producción de tomate protegido en suelos decapitados con diferentes planes de fertirrigación. En XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y I Reunión de Suelos de la Región Andina. 20-22 de Septiembre. Asociación Argentina de Ciencia del Suelo (AACS), Salta, Argentina.
- Porta, J., M. López Acevedo, y C. Roquero. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 930 p. 3ra ed. Mundi Prensa, Madrid, España.
- Stavisky, A. 2010. Situación actual de la plasticultura en Argentina. XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Rosario: ASHO.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **RIEGO SUPLEMENTARIO EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. EFECTOS SOBRE EL SUELO Y LOS CULTIVOS**

**Giubergia J.P.**

Investigador, Grupo de Recursos Naturales y Manejo de Cultivos, INTA EEA Manfredi, Ruta Nacional 9, km 636, 5988, Manfredi, Córdoba – giubergia.juan@inta.gov.ar

**RESUMEN:** La concentración de sales totales, la conductividad eléctrica (CEa) y el índice RAS de las aguas de riego son los principales indicadores que determinan los riesgos de salinización y sodificación de los suelos. El objetivo del presente estudio fue obtener una aproximación para la interpretación y clasificación de aptitud del agua utilizada para riego bajo las condiciones edafoclimáticas de la región centro-norte de Córdoba. Se trabajó sobre 133 lotes con riego suplementario con pivot central sobre los que se tomaron muestras de suelo y agua de cada perforación utilizada. El muestreo de suelo se realizó hasta 60 cm de profundidad, siguiendo un plan de muestreo dentro y fuera del círculo de riego. Los resultados permiten afirmar que respecto al riesgo de sodificación del suelo, aguas con RASaj. menor a 5 son seguras, mientras que aguas con RASaj. > 15 no serían aptas para riego. Aguas con valores de RASaj. intermedios generaron PSI en el suelo regado en torno a 8-10%, valores críticos a partir de los cuales puede ser alto el riesgo de alteración de la condición física edáfica. Respecto al riesgo de salinización, aguas con CE de hasta 2,5 dS/m podrían considerarse seguras. CEa mayores a 2,5 dS/m generaron aumentos significativos de la CE del suelo regado, hasta 60 cm de profundidad. Sin embargo, los valores de salinidad alcanzados no fueron extremadamente altos. El monitoreo periódico del estado del suelo debería ser una práctica habitual bajo riego.

**PALABRAS CLAVE:** riego suplementario, salinidad, sodicidad.

### **INTRODUCCIÓN**

El riego suplementario desempeña un rol clave en la intensificación de los sistemas productivos en regiones de climas semiáridos y subhúmedos. En la provincia de Córdoba, en los últimos años la superficie bajo riego suplementario se incrementó notablemente, siendo en la actualidad de aproximadamente 200.000 hectáreas. El rápido crecimiento en la adopción de esta tecnología se debió principalmente a la necesidad de incrementar y estabilizar la productividad de los principales cultivos de verano: soja, maíz y sorgo, y de invierno: trigo. Sin embargo, la sustentabilidad de los sistemas agrícolas depende de la prevención de los impactos negativos que la incorporación de nuevas tecnologías puedan ocasionar.

Uno de los principales aspectos a considerar en la adopción de tecnologías de riego es la calidad del agua utilizada y su impacto sobre la capacidad productiva de los suelos. La concentración de sales totales, la CE y las relaciones iónicas (índice RAS) de las aguas de riego son los principales indicadores que determinan los riesgos de salinización y sodificación de los suelos. Existen a nivel mundial diferentes sistemas de clasificación de calidad de aguas (e.g. Normas Riverside- U.S. Salinity Laboratory Staff (1954); publicación n° 29, FAO (1989)). Sin embargo, es necesario ajustar la validez de cada sistema de clasificación en relación al lugar donde se utiliza.

A nivel local se trabajó sobre el desarrollo de una metodología que permitiese interpretar y clasificar la aptitud del agua utilizada para riego bajo las condiciones edafoclimáticas de la región. Una primera aproximación fue la clasificación generada por el Proyecto INTA-IPG (1999), adaptada a las condiciones de riego suplementario en la Región Pampeana y que

surgió como resultado de la actividad experimental, de investigación y monitoreo de casos, sobre lotes regados durante 4–5 años (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros y sus valores para determinar el riesgo de salinización y/o sodificación para suelos Haplustoles del centro-sur de la pcia. de Córdoba. INTA-IPG 1999.

Causa	Indicador	Unidad	Uso en cultivos extensivos		
			Seguro	Dudoso	Alto Riesgo
Salinidad	CEa	dS m <sup>-1</sup>	< 1.4	1.4 – 2.5	> 2.5
Sodicidad	RASaj. (Ayers y Westcot 1989)		< 5	5 - 10	> 10

El Grupo de Riego del INTA Manfredi junto a técnicos y productores regantes pertenecientes al Consorcio de Usuarios de Aguas Subterráneas (Zona 1), vienen trabajando en el monitoreo permanente de la calidad de agua junto con los cambios que experimentan los parámetros edáficos de los suelos regados en la región centro-norte de la provincia. Esta información permite evaluar el impacto en el ambiente que genera año tras año esta tecnología e ir ajustando la clasificación de calidad de agua para las condiciones edafo- climáticas y de manejo locales (*i.e.* riego suplementario de cultivos extensivos manejados en siembra directa).

## METODOLOGÍA

Se trabajó sobre 133 lotes con riego suplementario con pivot central existentes en la provincia de Córdoba. Sobre los círculos se tomaron muestras de suelo y agua de cada perforación utilizada en riego. Los lotes contaban con más de 3 años de riego, con un promedio general de 8 años de riego. Los suelos muestreados en general fueron de texturas franco-limosas, francas y franco-arenosas. El régimen de precipitaciones de la región es semiárido - subhúmedo con lluvias anuales entre 700 y 850 mm, distribuida el 80% en el semestre de octubre a marzo.

### Muestreo de suelos

El muestreo de suelo se realizó de forma estratificada de 0 a 20, 20 a 40 y 40 a 60 cm de profundidad, siguiendo un plan de muestreo dentro y fuera de cada círculo de riego. Cada muestra fue geoposicionada. Los parámetros evaluados fueron conductividad eléctrica (CE-relación suelo:agua 1:2,5), pH (1:2,5), capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes intercambiables y porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en el suelo, y sales totales, CE, pH y RASaj. en las muestras de agua.

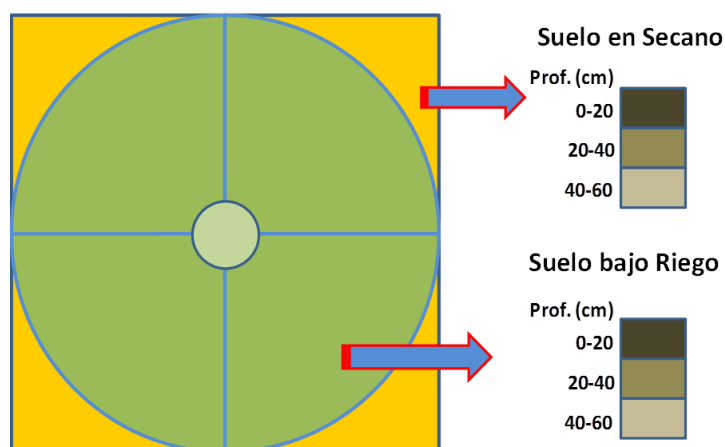


Figura 1. Esquema de muestreo de suelo dentro (riego) y fuera (secano) del círculo regado.

## RESULTADOS

### Efecto sobre el suelo

Respecto a las aguas de riego y tomando como base la clasificación propuesta por INTA-IPG, los resultados de este estudio mostraron que el 83% tenían un bajo riesgo de salinización del suelo, mientras que el 14 y 4% de las muestras presentaron moderado y alto riesgo, respectivamente. Respecto al riesgo de sodificación del suelo, evaluado a partir del índice RAS ajustado, el 89, 6 y 5% se clasificaron como de bajo, moderado y alto peligro, respectivamente.

Los resultados promedio de las determinaciones en suelo para la condición seco y riego se presentan en la Tabla 2. Los parámetros evaluados incrementaron sus valores en la condición riego, en los tres estratos (0-20, 20-40 y 40-60 cm), aunque estos incrementos solo fueron significativos ( $p < 0,01$ ) para sodio y PSI en los primeros dos estratos, independientemente de la calidad del agua utilizada, lámina aplicada y años de riego.

Tabla 2. Parámetros de suelo determinados para dos situaciones, seco y riego, sobre muestras de productores regantes de la provincia de Córdoba.

Sistema	pH	CEext	Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	CIC	PSI
		dS/m	Cmol <sub>(+)</sub> /kg					%
0-20 cm								
Secano	7,1 a	0,8a	11,7a	1,8 a	2,1 a	0,7a	19,9a	4,0a
Riego	7,1 a	1,1a	12,6a	1,9a	2,2a	1,1b	19,9a	6,0b
20-40 cm								
Secano	7,4a	0,9 a	-	-	-	0,9 a	18,2a	4,9a
Riego	7,5a	1,0 a	-	-	-	1,2b	18,2a	7,0b
40-60 cm								
Secano	7,8 a	1,2a	-	-	-	1,1 a	16,3a	6,6a
Riego	7,9a	1,2a	-	-	-	1,2a	16,4a	7,9a

Medias con distinta letra indican diferencias estadísticamente significativas según prueba LSD Fisher ( $P < 0,01$ )

Se determinaron los valores de PSI y CE del suelo bajo Riego y en Secano, agrupados según diferentes rangos de RASaj. y CE del agua de riego. Los resultados se muestran en las Figuras 2 y 3, y en general se observó una alta variabilidad dentro de cada rango, principalmente en los valores bajo riego. Esto debido a que los diferentes lotes regados pueden tener variabilidad en los años de riego, láminas aplicadas y/o texturas de suelo.

Respecto al PSI del suelo, se observó que no hubo un efecto marcado sobre el valor bajo riego cuando las aguas tenían un RASaj. de hasta 5. En el rango RASaj. 5-10 el PSI bajo riego se incrementó entre 2 y 3 puntos porcentuales, principalmente hasta 40 cm de profundidad, y los valores promedio nunca superaron un PSI=8%. El rango de RASaj. 10-15 mostró algunos valores de alarma, alcanzando PSI bajo riego promedio superiores a 10% para la profundidad de 20-40 cm. Con aguas de valor RASaj. > 15 los aumentos del PSI bajo riego fueron aún más marcados e involucró un mayor volumen de suelo; en las 3 profundidades prácticamente se duplicó el valor, alcanzando valores por encima de 12% de PSI (Figura 2).

La ubicación geográfica de las aguas con RASaj > 10 (Rampoldi et al., 2010), coincide con los suelos comprendidos dentro de la región geomorfológica denominada Pampa Loessica Alta (Gorgas y Tassile, 2003). Estos suelos son en general de textura franco limosa y poseen problemas para formar agregados estables en el tiempo, con lo cual el uso de aguas con estas características tendría un impacto negativo mayor sobre las propiedades físicas de estos suelos. De todas maneras, el monitoreo periódico del estado del suelo debería ser una práctica habitual bajo riego.

Si bien el Laboratorio de Salinidad del USDA marca un valor PSI=15% para considerar a un suelo sódico, otros estudios han determinado que en distintos suelos existe el riesgo de degradación de sus propiedades físicas aún con valores medios PSI, particularmente cuando la concentración salina de la solución del suelo es baja. En INTA Manfredi, un lote regado por 17 años con valores de PSI=8% no demostró una degradación de la estructura superficial del suelo, lo que puede atribuirse al manejo bajo siembra directa del lote evaluado. Sin embargo,

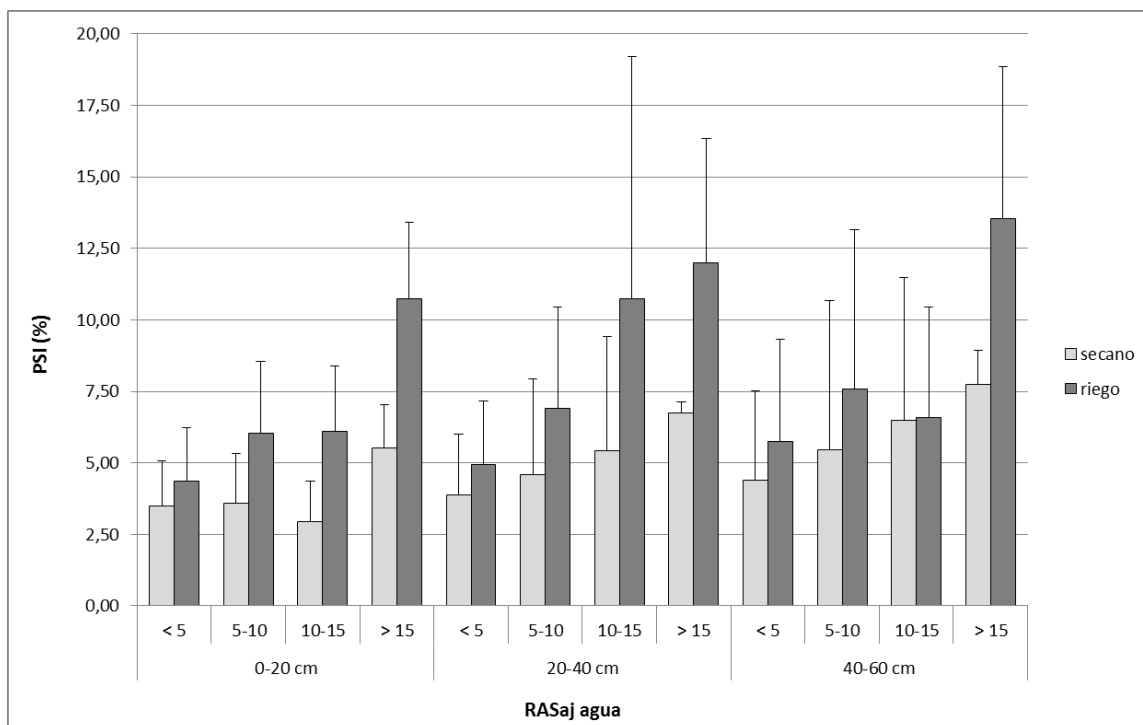


Figura 2. Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) del suelo bajo riego y el testigo en seco, para 3 profundidades. Las barras verticales representan el valor promedio y su desvío estándar para lotes regados con diferentes rangos de RASaj del agua de riego.

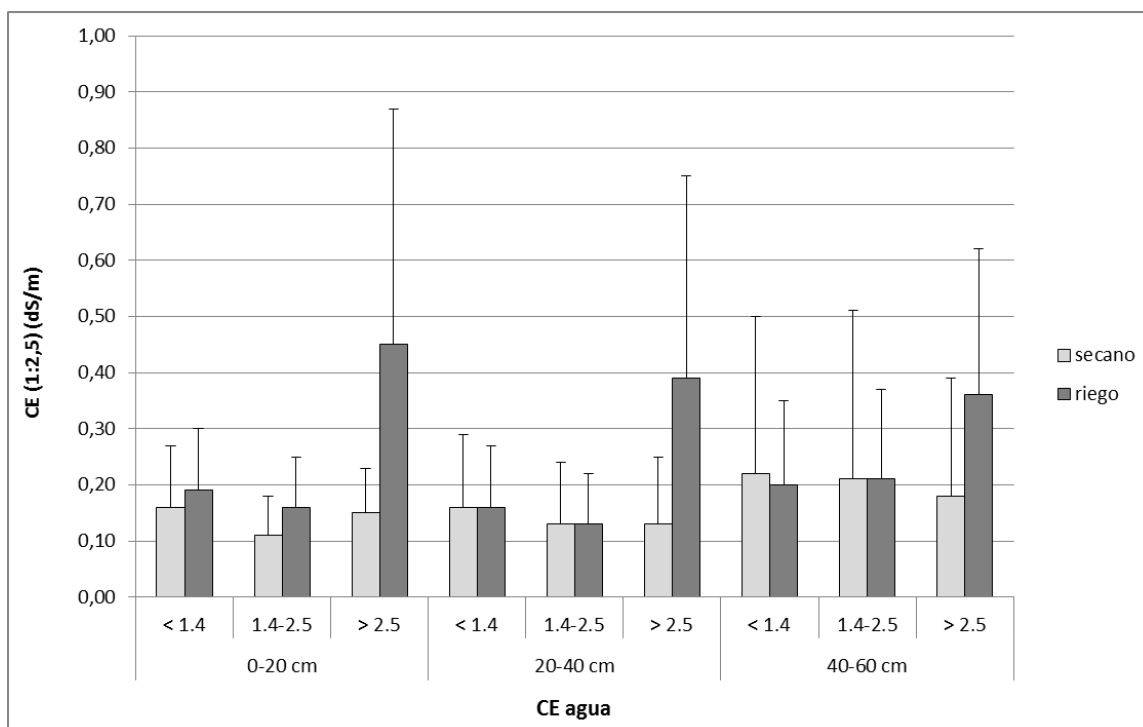


Figura 3. Salinidad (CE 1:2,5) del suelo bajo riego y el testigo en seco, para 3 profundidades. Las barras verticales representan el valor promedio y su desvío estándar para lotes regados con diferentes rangos de CE del agua de riego.

son necesarios un mayor número de estudios para el evaluar el efecto sobre las propiedades físicas de suelos con PSI superiores a 8% y manejados en siembra directa.

Al evaluar la salinidad del suelo, se observó que solo las aguas con CE superiores a 2,5 dS/m generaron aumentos significativos de la CE del suelo regado, hasta 60 cm de profundidad. Sin embargo, los valores de salinidad alcanzados no son extremadamente altos. Por otro lado, aguas con CE menor a 2,5 no provocaron acumulación de sales en el suelo regado (Figura 3). El carácter suplementario del riego con láminas anuales de baja magnitud, la ocurrencia de lluvias durante el año y la ausencia de impedimentos que limiten el drenaje interno del suelo, favorecen la lixiviación de sales hacia los horizontes más profundos (Giubergia 2013).

### Efecto sobre los cultivos

En condiciones de campo las respuestas de los cultivos a la aplicación de riego complementario pueden ser variadas. Esto depende del tipo y manejo de cultivo, régimen de precipitaciones y magnitud del déficit hídrico en el período crítico del cultivo, entre otros (Lavado 2009). Para las condiciones de la provincia de Córdoba, en general se han reportado incrementos de rendimiento de los principales cultivos regados y una disminución de la variación interanual de la producción. Al respecto, se midieron en un experimento de larga duración de INTA Manfredi aumentos de rendimiento del orden de 115, 50 y 28% para los cultivos de trigo, maíz y soja respectivamente (Tabla 3). Además, los rendimientos bajo riego mostraron una tendencia “incremental” en el tiempo y una disminución de la variabilidad interanual respecto al secano.

Tabla 3. Rendimientos promedio en riego y secano (período 1996-2016) en un lote experimental en INTA Manfredi, regado con pivot central.

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)		Diferencia (kg/ha)	Incremento respecto a secano (%)
	Riego	Secano		
Trigo (sobre soja)	5141	2512	2629	105
Trigo (sobre maíz)	4521	2012	2509	125
Soja 1 <sup>a</sup>	4140	3135	1005	32
Soja 2 <sup>a</sup>	3001	2398	603	25
Maíz 1 <sup>a</sup>	12016	7951	4065	51
Maíz 2 <sup>a</sup>	9629	6365	3264	46

### CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran la vigencia de la clasificación de calidad de agua generada por el proyecto INTA-IPG en el año 1999, para las condiciones de riego suplementario en la provincia de Córdoba.

Respecto al riesgo de sodificación del suelo, aguas con RASaj. menor a 5 son completamente seguras. Aguas con RASaj. entre 5-10 generaron incrementos de PSI principalmente hasta 40 cm y los valores alcanzados (6 a 8%) no generarían una degradación estructural a nivel superficial, si los suelos son manejados en siembra directa. Igualmente, es necesario un monitoreo periódico del suelo para controlar los niveles de PSI. Con RASaj. mayor a 10 el riesgo es alto, por la posibilidad de un aumento importante de PSI, con el consiguiente riesgo de degradación estructural del suelo. Sin embargo, un mayor número de estudios son necesarios. Aguas con RASaj. mayor a 15 se consideran no aptas para riego en la región bajo análisis.

En referencia al riesgo de salinización del suelo, para las condiciones edafo climáticas y de manejo de la región centro-norte de Córdoba, aguas con CE de hasta 2,5 podrían considerarse seguras. El uso de aguas con CE mayor a 2,5 requerirá un mayor seguimiento



del sistema o monitoreo periódico del suelo, para controlar la evolución de la salinidad del lote regado.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

Ayers R & D Westcot. 1989. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage. Paper nº 29 rev 1. FAO, Roma. 174 p.

Giubergia JP. 2013. Efectos del riego complementario sobre propiedades del suelo en sistemas de producción con siembra directa. Tesis de Magister de la Universidad de Buenos Aires, área Ciencias del Suelo. Escuela para Graduados "Alberto Soriano". Facultad de Agronomía. UBA. 156 pp.

Gorgas J & JL. Tassile. 2003. Recursos naturales de la provincia de Córdoba. Los suelos. Ed. INTA y Agencia Córdoba Ambiente S.E. 567 pp.

INTA. 1999. Informe de avance de tres años de trabajo del IPG-INTA. Riego suplementario. Recomendaciones para la utilización de aguas para riego en función de su calidad. Serie de informes de avance nº 6, pp 7-9.

Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos. 1954. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. USDA. Manual de agricultura nº 60. Riverside. Washington, USA. 172 p.

Lavado RS. 2009. Salinización y sodificación de suelos de producción agrícola extensiva por riego complementario. Pp 45-58 en: Taboada MA & Lavado RS (Eds.). Alteraciones de la fertilidad de los suelos. El halomorfismo, la acidez, el hidromorfismo y las inundaciones. Editorial Facultad de Agronomía. UBA. Argentina.

Rampoldi A, M Boccoardo, C Álvarez, E Martellotto, A Salinas, E Lovera, J Giubergia & V Bustos. 2010. Calidad de las aguas subterráneas para riego suplementario en la provincia de Córdoba. Boletín de divulgación técnica nº 10. EEA. INTA Manfredi (Ed.). Argentina, 18 p.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EVOLUCIÓN DE LA SALINIDAD EN SUELOS CON CULTIVOS DE ARÁNDANOS BAJO RIEGO POR GOTEO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

**Pannunzio A. y P. Texeira**

Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 Ciudad de Buenos Aires C1417DSF, pannunzio@agro.uba.ar

**RESUMEN:** La salinidad es uno de los principales problemas que pueden limitar la producción de los cultivos bajo riego, la misma generalmente está asociada a un manejo incorrecto de la operación de los sistemas. El objetivo del estudio fue evaluar la evolución de la salinidad en suelos con cultivos de arándanos bajo riego. La zona de estudio comprendió tres establecimientos del norte de Buenos Aires. Para el diseño estadístico se tomaron como unidad de análisis los cinco lotes de cada establecimiento con dos repeticiones. El agua de riego utilizada en la zona, presenta valores de salinidad del orden de  $0,7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  con una desviación estándar de 0,11, el RAS tiene valores de 5,4 con una desviación estándar de 3,1. Se realizaron dos muestreos en diferentes momentos, una antes de implantar los cultivos de arándanos y otra dos años después de implantados. En cada uno de los sitios se extrajo muestras de suelo a una profundidad de 0-25cm, en las cuales se determinó la conductividad eléctrica (CEes), por el método del extracto de saturación (USDA), corregida a temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ . La CEes del suelo de la zona de estudio ronda es de  $0,38 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  con una desviación estándar de 0,18. Luego de dos años de cultivo la CEes del suelo para el establecimiento A alcanzó valores de  $5,7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  con una desviación estándar de 2,59; de  $3,19 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  con una desviación estándar de 2,35 para el establecimiento B y de  $0,76 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  con una desviación estándar de 0,35 para el establecimiento C. El presente trabajo demuestra que la CEes del suelo aumentó significativamente ( $\alpha < 0,05$ ) en los establecimientos A y B luego de dos años de cultivo de arándano bajo riego. No se observaron diferencias significativas entre ambos muestreos para el establecimiento C.

**PALABRAS CLAVE:** salinidad, riego, arándano, manejo.

**INTRODUCCIÓN:**

El riego es el principal consumidor de agua a nivel mundial y constituye una herramienta estratégica para enfrentar la crisis de la alimentación del mundo. La salinidad es una de las principales limitantes de la producción de los cultivos bajo riego, este problema generalmente es el resultado del manejo incorrecto del agua de riego (Sarabia Meléndez et al., 2011). El proceso de salinización de los suelos está dado por las sales solubles que son fácilmente transportadas por el agua y que se acumulan en la zona radical de los cultivos por aporte directo del riego.

La salinización afecta aproximadamente el 8% de la superficie agrícola bajo riego del mundo y el 38% de la superficie regada de Argentina (Siebert et.al., 2006). Argentina es el tercer país en el mundo con áreas salinizadas luego de Rusia y Australia (Puchulú, 2008). La provincia de Buenos Aires presenta el 40,4% de su superficie bajo riego afectada por sales, los elevados índices de afectación no están vinculados a la presencia cercana de la capa freática sino a la aplicación del agua con alta concentración de bicarbonato y sodio (Sanchez et al., 2016).

En la región pampeana húmeda y sub-húmeda, el riego es complementario a las lluvias, siendo la fuente más común el agua subterránea, en esta región la misma se caracteriza por

su elevado contenido de bicarbonato de sodio (Galindo et al., 2007). Los valores de pH son de 8 a 8,5 y las conductividades eléctricas de 1 a 1,5 dS.m<sup>-1</sup>, superando incluso en algunas zonas estos valores (Langet et al., 2013).

Los impactos ambientales del riego sobre los suelos vienen estudiándose en la región pampeana húmeda en forma lenta, aislada y desordenada desde principios de la década de 1970. Algunos autores reportaron que el riego incrementó significativamente el pH y el porcentaje de sodio intercambiable, sin generar aumentos significativos en la conductividad eléctrica (Peinemann et al., 1998; Costa, 1999; Pilatti et al., 2006; Mon, et al., 2007; Torres Duggan et al., 2012). En esta misma región otros autores encontraron leves aumentos de salinidad en suelos bajo riego (Vasquez et al., 2006; Aparicio et al., 2014).

El arándano ocupa el tercer lugar entre las frutas de exportación de la Argentina y abastece al mercado interno durante ocho meses al año, de junio a enero. Este cultivo originario del hemisferio norte, fue introducido en la Argentina a finales de la década de 1990. Actualmente, la producción se divide en tres regiones principales: NOA, con las provincias de Salta, Tucumán y Catamarca (1.308 hectáreas); NEA, en Corrientes y Entre Ríos (1.040 hectáreas) y la región central con Buenos Aires (402 hectáreas) (Comité Argentino de Arándanos, 2019). El arándano tiene un sistema radical superficial y de poca extensión (Retamales y Hancock, 2018), debido a estas características su capacidad de absorción de agua y nutrientes es limitada (Pannunzio et al., 2018). Se trata de un cultivo frutícola intensivo, que requiere un adecuado plan de fertilización y riego. Por este motivo el manejo adquiere fundamental importancia en el riesgo de salinización del suelo.

El manejo de las sales en el suelo puede controlarse con distintos métodos de riego localizado, dependiendo de los caudales, tipo de emisores, diámetros de mojado, solapamiento y profundidad del suelo, siendo el factor limitante el contenido salino del agua de riego utilizada (Pannunzio, 2010), (Osorio y Cesped, 2000).

El requisito de lixiviación es el que contempla la aplicación de la lámina neta de reposición más la cantidad de agua requerida para mantener la salinidad del suelo en valores compatibles con un valor tolerable por el cultivo para alcanzar un rendimiento determinado (Pizarro, 1996)

El objetivo de esta investigación fue evaluar la evolución de la salinidad del suelo con cultivo de arándanos bajo riego por goteo en establecimientos del norte de la provincia de Buenos Aires con diferente manejo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

La zona de estudio comprende las localidades de Solís y Zárate, ubicadas al norte de la provincia de Buenos Aires. Esta región corresponde a un clima templado húmedo, con precipitaciones anuales promedio del orden de los 1.000 mm.

Para la investigación se seleccionaron tres establecimientos, el criterio de selección fue incluir distintos manejo. Para el diseño estadístico se tomaron como unidad de análisis los cinco lotes de cada establecimiento, con dos repeticiones. Como valor de referencia de CEes del suelo se tomaron tres valores de cada establecimiento antes de que se implantará el cultivo de arándanos.

Se realizó un análisis textural y químico de los suelos a una profundidad de 0-25 cm. Para determinar la calidad de la fuente de agua se efectuó un análisis del agua subterránea con la clasificación Riverside, en dieciséis perforaciones de la zona, incluyendo las perforaciones de los establecimientos seleccionados.

En cada una de las unidades de análisis se extrajeron muestras de suelo a una profundidad de 0-25 cm, en las cuales se determinó la CEes, por el método del extracto de saturación (USDA), corregida a temperatura de 25°C. El monitoreo se realizó en dos momentos, el primero fue anterior a la implantación del cultivo en el año 2005 (CEes año 0) y el siguiente con dos años de implantado en el año 2007 (CEes año 2). La normalidad de la variable CEes del suelo se analizó con el test de Kolmogorov. Dentro de cada momento de muestreo se calcularon medidas de posición y dispersión para cada establecimiento. A partir del test de Wilcoxon se compararon las medianas de cada establecimiento con su valor de referencia a fin de identificar diferencias significativas ( $\alpha \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS:

El análisis textural y químico muestra que los suelos del estudio tienen una textura limo arcillosa y una CEes que ronda valores de 0,38 dS.m<sup>-1</sup> con una desviación estándar de 0,18 (tabla 1). El agua de riego presenta valores de salinidad del orden de 0,7 dS.m<sup>-1</sup> con una desviación estándar de 0,11, el RAS tiene valores de 5,4 con una desviación estándar de 3,1 (tabla 2). Con respecto a la calidad del agua para riego según la clasificación de Riverside corresponde a las categorías C3-S1, C2-S1, C3-S2 y C2-S2, resultando algunas fuentes aptas para riego y otras utilizables con precauciones de uso.

Tabla 1- Textura y parámetros químicos de los suelos de la zona de estudio sin cultivo.

Profundidad (cm)	% arena	% limo	% arcilla	pH	CE (mmhos/cm)	CEC (meq/100g)
0-25	10,00	68,50	21,50	7,40	0,30	17,00
25-50	8,50	74,00	17,50	7,30	0,40	21,00

Tabla 2 - Salinidad y RAS de las perforaciones de la zona de estudio.

Perforación	CE (dS.m <sup>-1</sup> )	RAS
1	0,798	2,9
2	0,67	0,8
3	0,66	5,7
4	0,79	8,6
5	0,458	8,6
6	0,67	9,5
7	0,78	2,6
8	0,74	3,6
9	0,69	10,1
10	0,78	1,8
11	0,45	1,2
12	0,75	2,8
13	0,68	7,2
14	0,77	7,5
15	0,68	7,2
16	0,72	7,3

En el gráfico 1 se observan los valores de CEes del suelo para los tres establecimientos (A, B y C) para suelo sin cultivo (suelo virgen) y para suelo con dos años de cultivo de arándanos (suelo arándano). Hay una diferencia entre los valores de CEes de los distintos establecimientos, la mismas pueden deberse al diferente manejo de la Lámina aplicada, que en el caso C contempla el requisito de lixiviación requerido para el lavado de las sales fuera de la zona radicular. La aplicación de laminas de riego que no contemplen dicho requisito, acumulan sales en el perfil, esta circunstancia sumada a la cobertura plástica que se emplea en los camellones de estos cultivos para evitar el desarrollo de malezas y que impide el ingreso de agua de lluvia, pueden ser los causantes de las diferencias encontradas.

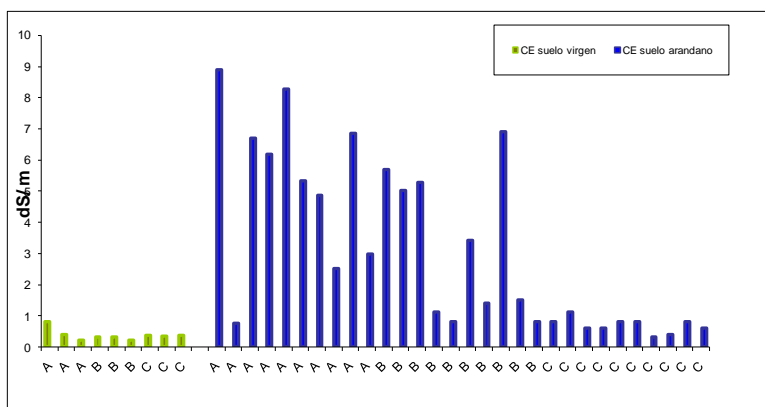


Gráfico 1 - Valores de CEes del suelo para los distintos establecimientos para los dos momentos de muestreo. Suelo virgen (año 0), suelo arándano (año 2).

La aplicación del Test de Kolmogorov para la variable CEes permitió rechazar la hipótesis de normalidad de las muestras en ambos momentos de muestreo. En la tabla 3 se muestran las medidas de posición y dispersión de ambos muestreos para cada establecimiento. En la figura 1 se observa el diagrama de caja para los establecimientos A, B y C. En los establecimientos A y B se observa un mayor incremento de la CEes luego de dos años de cultivo, en comparación con el establecimiento C. También se observa que la dispersión de los datos es mayor en los establecimientos A y B.

En el año 2 el 50% de los valores de los establecimientos A y B supera los 2,50 dS.m<sup>-1</sup>, mientras que en año 0 el 50% en los tres establecimientos superó sólo los 0,30 dS.m<sup>-1</sup>. En el año 2 se observa la mayor dispersión de los valores de la CEes entre el 0 y 50% de la población. El test de Wilcoxon mostró una diferencia significativa ( $\alpha \leq 0,05$ ), entre la CEes año 0 y CEes año 2 para los establecimientos A y B, mientras que la diferencia entre los dos muestreos no fue significativa para el establecimiento C. Estos resultados dejan en evidencia un aumento de la salinidad del suelo luego de dos años de cultivo asociado al manejo del cultivo.

En los gráficos 3 y 4 pueden observarse los valores de precipitación y evapotranspiración de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de San Pedro para el periodo 2005-2007. Se observa que tanto la tendencia de la evapotranspiración de referencia como de las precipitaciones en el periodo de estudio son similares, sólo hay un valor extremo de precipitación en marzo de 2007.

Tabla 3 - Salinidad del extracto de saturación del suelo (CEes). Medidas de posición y dispersión (año 0 y año 2).

Establecimiento A	Media	N	Desv. típ.	Mediana	Máximo	Mínimo	Varianza
CEes año 0	0,47	3	0,310	0,400	0,800	0,200	0,060
Cees año 2	5,34	10	2,590	5,750	8,900	0,800	6,050
Establecimiento B							
CEes año 0	0,27	3	0,060	0,300	0,300	0,200	0,002
Cees año 2	3,19	10	2,350	2,450	6,900	0,800	4,970
Establecimiento C							
CEes año 0	0,37	3	0,060	0,400	0,400	0,300	0,002
Cees año 2	0,76	10	0,350	0,700	1,400	0,300	0,110

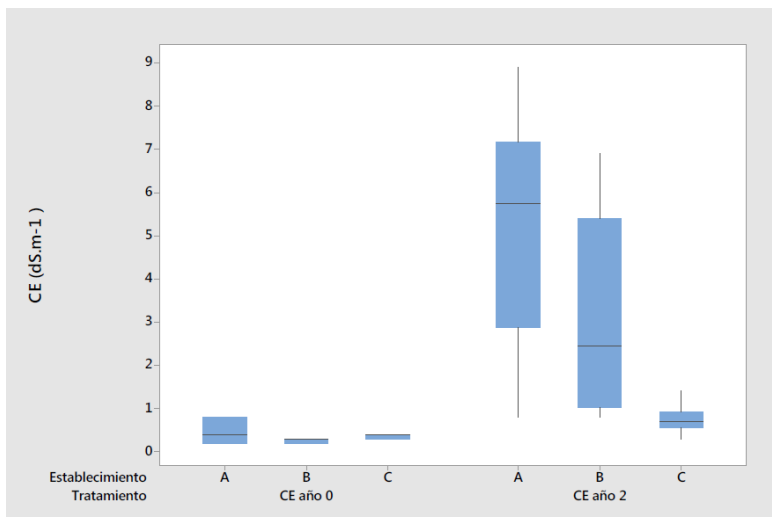


Figura 1 - Diagrama de caja y bigotes para los establecimientos A, B Y C, años 0 y 2.

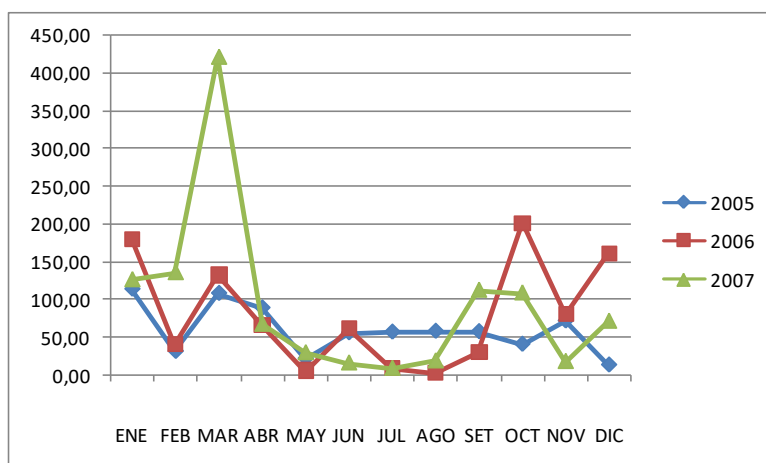


Gráfico 2 - Precipitación mensual 2005, 2006 y 2007 para la Estación Meteorológica INTA San Pedro.

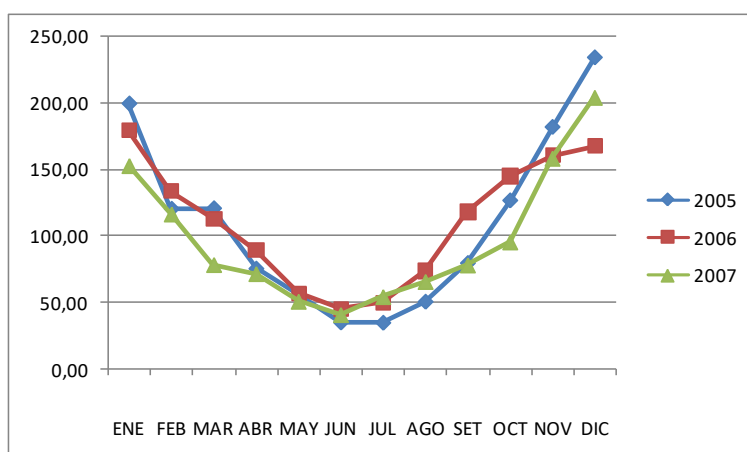


Gráfico 3 - Evapotranspiración de referencia con Tanque Tipo A 2005, 2006 y 2007 para la Estación Meteorológica INTA San Pedro.

## CONCLUSIONES:

Del siguiente trabajo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- 1) La CEEs en el suelo aumentó significativamente ( $\alpha < 0,05$ ) entre los años 0 y 2 para los establecimientos A y B.
- 2) La CEEs en el suelo no mostro diferencias significativas entre los años 0 y 2 para el establecimiento C.
- 3) La calidad del agua de riego de la zona de estudio es apta y utilizable con precauciones de uso.
- 3) Sería necesario ampliar el presente estudio para avanzar en la evaluación del efecto de los criterios de manejo del riego y la fertilización de cada establecimiento sobre la salinidad.
- 4) Esta información contribuye a la gestión del recurso hídrico para el riego.

## BIBLIOGRAFÍA:

Aparicio V; A Barbacone & JL Costa. 2014. Efecto de la calidad de agua para riego complementario sobre algunas propiedades químicas edáficas. *Cienc. suelo* vol.32 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires jun. 2014. versión On-line ISSN 1850-2067.

Comité Argentino de Arándanos, 2019. [www.abc.com.ar](http://www.abc.com.ar)

Costa JL. 1999. Effect of irrigation water quality under supplementary irrigation on soil chemical and physical properties in the «southern humid pampas» In: MB Kirkham Water use in crop production Food Products Press, The Haworth press, Inc, ISBN 1-56022-068-6 NY. Pp 85-99.

Galindo G; C Sainato; C Dapeña; JL Fernández-Turiel; D Gimeno; MC Pomposiello & HO Panarello. 2007. Surface and groundwater quality in the northeastern region of Buenos Aires Province, Argentina. *J.South American Earth Sci.* 23: 336-345.

Lang, M., V. Lipinski & L Balcaza. 2013. Efecto de la aplicación de enmienda y manejo del riego sobre el rendimiento y la calidad de lechuga bajo invernadero. *Horticultura Argentina* 32:32-42.

Mon R.; C.Irurtia; F. G.Botta; O.Pozzolo; F.BelloraMelcón; D. Rivero & M.Bomben. 2007. Effects of supplementary irrigation on chemical and physical soil properties in the Rolling Pampa region of Argentina. *Ciencia e Investigación Agraria* 34: 143-150.

Osorio A. & R. Céspedes. 2000. Efecto de métodos de riego localizado en la salinidad del perfil de suelo en vid de mesa. Conductividad eléctrica, Sodio, cloro y boro en distintos puntos del perfil. *Agric. Téc.* v.60 n.2. versión impresa ISSN 0365-2807.

Pannunzio, A., Holzapfel E., Texeira Soria, P. & Bologna, F. 2018. Water footprint in blueberries. *Technological interventions in management-of-irrigated-agriculture*, Chapter 8, Apple Academic Press, Toronto, Canada. 370 p.

Pannunzio, A. 2010. Estudios de Sustentabilidad de los Sistemas de Riego en Arándanos. Orientación Gráfica. ISBN: 9789879260753. 98 pag.

Peinemann N; M Díaz Zorita; M Villamil; H Lusarreta & D Grunewald. 1998. Consecuencias del riego complementario sobre propiedades edáficas en la llanura Pampeana. *Actas XVI Congreso Arg. Ciencia del Suelo*, Villa Carlos Paz, mayo de 1998: 7-8.

Pilatti MA; S Imhoff; P Ghiberto & R Marano. 2006. Changes in some physical properties of Mollisols induced by supplemental irrigation. *Geoderma* 133: 431:433.

Pizarro, F. 1987. Riegos localizados de alta frecuencia. MundiPrensa, Madrid. España, 461 p.

Puchulu. M. 2008. Salinización de los suelos. Su incidencia en la provincia de Tucumán y en la República Argentina. *Acta geológica lilloana* 21: 81-94.

Retamales, J.B & J. F. Hancock, 2018. *Blueberries*, 2<sup>nd</sup> edition. London, MPG Books Group, ISBN-13: 978 1 84593 8260, 323 p.

Sanchez R; L Dunel Guerra & M Scherger. 2016. Evaluación de las áreas bajo riego afectadas por salinidad y/o sodicidad en Argentina. INTA Ediciones.

Sarabia Meléndez I; R Cisneros Almazán, J Aceves de Alba, H Durán García & J Castro Larragoitia. 2011. Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del Valle de San Luis Potosí, México. Rev. Int. Contam. Ambient vol.27 no.2.

Siebert S, J Hoogeveen & K. Frenken. 2006. Irrigation in Africa, Europe and Latin America.

Frankfurt Hydrology paper N° 5. Physical Geography, University of Frankfurt. Rome, Italy.

Torres Duggan M; CR Alvarez; MA Taboada; T Celesti; F Vignarolli & D D´Ambrosio. 2012. Riego complementario en un argiudol típico de la pampa ondulada argentina bajo siembra directa: efectos sobre algunas propiedades químicas y físicas del suelo. Ci. Suelo 30: 201-207.

Vázquez M;G Millán & P Gelati.2006. Efecto del riego complementario sobre la salinidad y sodicidad de diferentes suelos del NO y Centro-E de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía Universidad de La Plata. Volumen 106. Número 01.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **SUELOS AFECTADOS POR SALES EN SISTEMAS PRODUCTIVOS PROTEGIDOS. AGUA DE RIEGO Y MANEJO PRODUCTIVO**

**Alconada Magliano, M M.**

Edafología, Facultad Cs Ag y Fs, UNLP. Calle 60 y 119 s/N<sup>o</sup> (1900) La Plata [margaalconada@yahoo.com.ar](mailto:margaalconada@yahoo.com.ar)

**RESUMEN:** Los Cinturones Hortícolas de todo el país presentan problemas productivos, ambientales, sociales, y económicos que son comunes. En todos los casos, se requiere un análisis de las causas que originan los efectos negativos de estos sistemas productivos y que pueden ser controlados a fin de obtener producciones sustentables. En esta presentación se analizan algunas relaciones suelo, agua de riego y manejo productivo en invernáculos del Cinturón flori-hortícola del Gran La Plata, para promover un pensamiento reflexivo sobre un estado de acciones e inacciones que en todos los casos conducen a la degradación y contaminación del suelo, agua y productos de cosecha, con consecuencias sociales y económicas, que se inicia con la salinización y alcalinización de los suelos. Se plantean los posibles orígenes de los errores de diagnóstico que pueden ser al menos parte del problema que no encuentra solución, pero que efectivamente si la tiene. La forma en que se estudian y se analizan los suelo, el agua de riego, y se establecen los manejos que coadyuven en evitar salinizaciones y alcalinizaciones, y degradaciones asociadas, debe ser modificado por procedimientos y visiones holísticas. Se requiere conocer los efectos solos y combinados de un número muy elevado de variables naturales y antrópicas que interactúan en los esquemas productivos intensivos a fin de decidir con rigor científico y tecnológico, acciones posibles para producciones efectivamente sustentables.

**PALABRAS CLAVES:** salinización y alcalinización- permeabilidad- agua de riego

### **INTRODUCCIÓN:**

#### **Producción Intensiva, problemas sin resolver**

El nivel tecnológico y prácticas de manejo que se implementan en los denominados Cinturones Hortícolas (CH) que rodean las principales ciudades del país, dependen de variables tales como: superficie de los establecimientos, forma de tenencia de la tierra, componentes sociales, mano de obra, disponibilidad de capital, acceso a la tecnología, sistema productivo y características del ambiente. Algunas de estas variables son compartidas por todos los CH, desde lo tecnológico hasta en las consecuencias sociales, económicas, productivas y ambientales. Así se caracterizan por un uso elevado de insumos, costos muy elevados, variada productividad y rentabilidad, con consecuencias negativas en el ambiente en todos los casos. La degradación de los suelos, la contaminación del agua y productos de cosecha, así como los daños en la salud humana, con los esquemas productivos vigentes, son procesos ampliamente denunciados desde diferentes ámbitos técnicos, científicos, y sociales, desde hace más de 50 años. Sin embargo, es alarmante la persistencia de algunos de los problemas e incluso su agudización. Pareciera que algunas evidencias insoslayables, no pueden modificar "certezas inamovibles". El manejo de los suelos con cultivos intensivos es frecuentemente realizado utilizando procedimientos que en líneas generales se repiten año tras año desde hace décadas. Si bien, se introducen modificaciones promisorias que incluyen manejos agroecológicos, control biológico, aspectos relacionados a la ecofisiología de los cultivos, el criterio de producción es

semejante y podría afirmarse erróneo al considerar que las disminuciones de rendimiento y/o degradaciones observadas, se revierten con el uso de más insumos, en tipo y cantidad (Alconada et al., 2018). Por otra parte, desde los ámbitos científicos y tecnológicos, no se llega a cubrir el vacío que es frecuentemente ocupado por empresas comerciales que prometen soluciones que al menos deberían ser más detenidamente analizadas. Esta falta de control es prueba de un Estado ausente en un esquema peligrosamente autónomo. Asimismo, en ocasiones, se efectúan estudios, que aun siendo valiosos, no siempre son parte de una secuencia de avances tendientes a revertir las degradaciones y contaminaciones del ambiente. Los motivos por los cuales se insisten en algunas formas de producir y/o analizar los problemas que se producen como consecuencia de dichos manejos, es en algunos aspectos semejante a lo señalado por Pla Sentis (2014) para la agricultura con riego en otras partes del mundo: No se consideran las relaciones causa-efecto de la salinización-alcalinización del suelo y otros problemas de degradación, al no ser abordados como procesos hidrológicos que, al menos en parte, pueden ser controlados. En esta presentación se analizan algunas relaciones suelo, agua de riego y manejo productivo de cultivos en invernáculos del Cinturón flori-hortícola del Gran La Plata, para promover un pensamiento reflexivo sobre un estado de acciones e inacciones que en todos los casos conducen a la degradación y contaminación de suelos, agua, y productos de cosecha, con consecuencias sociales y económicas, que se inicia con la salinización y alcalinización de los suelos. Se analizan los posibles orígenes de los errores de diagnóstico que pueden ser al menos parte del problema que no encuentra solución, aunque efectivamente la tiene, si se analizan las causas y los efectos, solos y combinados, de un número muy elevado de variables que interactúan en los esquemas productivos intensivos, y no se insiste sobre lo que ya es evidente y no es el camino posible.

### **Degradaciones en producción intensivas del Gran La Plata, consecuencias**

En todos los casos, con la producción intensiva bajo coberturas plásticas se producen degradaciones del suelo por salinización, alcalinización, disminución de materia orgánica, pérdida de estructura y permeabilidad, que generan anegamientos, y asociados a esto, desarrollo de enfermedades y plagas, con disminución del rendimiento. Como se indicó, se intenta revertir con el agregado de fertilizantes, abonos orgánicos (estiércoles), biocidas en planta y en el suelo, y más recientemente mediante la aplicación de un número importante de productos cuyo origen y efectividad no ha sido debidamente probada. Tal es el caso de los productos denominados genéricamente “*bioestimulantes*”, dentro de los cuales se incluyen los productos comercializados como “*ácidos húmicos*”. Si bien bajo determinadas circunstancias se obtienen efectos benéficos, en general, resulta difícil atribuirlos a una práctica en particular, no siendo además los efectos permanentes, ni solucionan la situación planteada al no abordar el problema (Alconada et al., 2018). Por el contrario, el mayor uso de insumos sin control, aumenta los costos, disminuye el margen bruto, y se contaminan los productos de cosecha y el ambiente en general, principalmente el agua de consumo humano (Auge, 2005).

### **Origen del problema**

Puede afirmarse que se inicia al no considerar las particularidades naturales del suelo y del agua de riego, que si bien varían dentro de la región del Gran La Plata presentan características físico-químicas generales que condicionan el manejo. Sin embargo, es frecuente que se apliquen “*recetas*” que se generaron para otras regiones del mundo y esquemas productivos (hidroponía, enarenados), y/o se sigan recomendaciones de empresas comerciales. Consecuentemente, se agregan en exceso *fertilizantes inorgánicos* y *abonos orgánicos*. Estos son fuente de nutrientes, sales, e incluso contaminantes, contribuyendo a la *salinización* y *alcalinización* de los suelos y causan *deficiencias de otros nutrientes*. En la región aun con suelos muy ricos en Ca, es frecuente su deficiencia en frutos de tomate y pimiento (Blossom end rot), atribuido al manejo. Cabe destacar que

incluso, algunas prácticas que intentan mejorar el drenaje pueden incorporar sales y especialmente  $\text{Na}^+$ , tal como el yeso dependiendo de su calidad (Magra y Ausilio, 2003). Respecto a los *abonos orgánicos*, la salinidad-alcalinidad es muy variable, y las dosis muy elevadas (aprox.  $40 \text{ tn ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ). Por ejemplo, en un ensayo reciente se midió en el estiércol de pollo en cama de cáscara de arroz  $23,6 \text{ dS m}^{-1}$ , y  $13,5 \text{ dS m}^{-1}$  cuando dicho material fue compostado (Alconada, Cuella, Pellegrini, inédito). Sobre los productos comercializados como “*ácidos húmicos*”, puede indicarse que también es muy variable la salinidad y alcalinidad. En un ensayo reciente efectuado con un producto que se comercializa en la región, se determinó pH 6,74 de y CE  $58,4 \text{ dS m}^{-1}$ , indicándose en el marbete del mismo, pH 8,7 y CE  $2,53 \text{ dS.m}^{-1}$ . No hubo mejoras en la producción (inédito). Si bien en algunos casos, previo al manejo de la nutrición se analizan los suelos, esto generalmente se hace sobre algunas propiedades del horizonte superficial, sin considerar que dicho horizonte funciona como parte de un suelo mucho más profundo que se vincula con el agua subterránea y con otros suelos y elementos del paisaje. Consecuentemente, todas las prácticas que se realizan en superficie inciden en profundidad, y no sólo posibilitan que el suelo mantenga su productividad en forma sustentable sino también, que el agua subterránea no se contamine para el consumo humano.

### Suelos y Agua en su condición natural

En la Figura 1 se presentan **los suelos** donde principalmente se desarrolla la producción flori-hortícola de la región, clasificados como Argiudoles vérticos (Serie Segui y Estancia Chica), y Hapludert típico (Serie Gorina) (Hurtado et al., 2006). En su condición natural tienen como principal limitante una *permeabilidad* restringida por la presencia de una gran cantidad de arcillas desde superficie, siendo elevada la proporción de arcillas de tipo expansivas, principalmente en la Serie Gorina, y un bajo contenido de *fósforo*. El resto de las variables químicas se encuentran en niveles adecuados. Sin embargo, luego del agregado del P para mejorar la condición natural limitante, se lo continúa agregando en la forma de ácido fosfórico para el control del pH del agua, y porque forma parte de las “recetas” difundidas. El *ácido fosfórico* resulta inconducente para el fin planteado y se favorece una situación de hiperfertilización con P confirmada en muchos estudios de la región (Alconada et al., 2000). El **agua de riego**, proviene de dos acuíferos, el Pampeano y el Puelche, y se caracterizan por una composición química semejante debido a la comunicación hidráulica que existe entre ambos acuíferos (Auge, 2005). Este autor indica que prevalecen las aguas de tipo bicarbonatadas cálcicas y sódicas en el Pampeano, y sódicas en el Puelche, con tenores salinos entre 0,5 y 1,0 g/l. La composición química media del agua en el ambiente de la Llanura alta (ámbito con producción intensiva) es la siguiente:  $\text{HCO}_3^-$   $7,6 \text{ me l}^{-1}$  (89%);  $\text{Cl}^-$   $1 \text{ me l}^{-1}$  (11%) y semejante en  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$   $0,4-0,45 \text{ me l}^{-1}$ , (4-5%);  $\text{Na}^+$   $7,7 \text{ me l}^{-1}$  (77%);  $\text{Ca}^{+2}$   $1 \text{ me l}^{-1}$  (11%);  $\text{Mg}^{+2}$   $0,7 \text{ me l}^{-1}$  (9%) y  $\text{K}^+$   $0,25 \text{ me l}^{-1}$  (3%) (Auge, 2005). A modo de ejemplo, se presenta en la Tabla 1 la composición de aguas que se utilizan para regar suelos de la Figura 1, y en Tabla 2, como participan porcentualmente los iones. Se aprecia una importante variabilidad principalmente en los contenidos de cationes que modifica significativamente el efecto en el suelo (Pla Sentis, 2014). Este autor, señala la necesidad de incorporar a las clásicas mediciones de RAS y PSI, el uso del índice CROSS (Cations Ratio of Soil Structural Stability,  $\text{CROOS} = \text{Na} \cdot 0,56 \cdot \text{K} / [(\text{Ca} + 0,6\text{Mg})^2]^{1/2} \text{ meq/l}^{1/2}$ ) a fin de considerar el efecto dispersante del  $\text{Mg}^{+2}$  debido a que en algunas circunstancias este se suma al efecto del alto nivel  $\text{Na}^+$ .



Suelos dedicados a cultivos intensivos en La Plata en su condición natural: ricos en materia orgánica y nutrientes, limitante principal imperfectamente drenados, bajo fosfros y pH ligeramente ácido

Figura 1 Principales suelos donde se realiza la producción flori-hortícola en el Gran La Plata

Tabla 1 Composición química de aguas de riego de la zona productiva del partido de La Plata Agua de Pozo D, en suelo Hapludert típico de la localidad de Gorina. Pozo A, B, C, E, en Argiudoles vérticos de las localidad de Estancia Chica y proximidades

pozo	pH	CE	HCO3	TSS	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	K	CaCO3	RAS
A	7,8	700	8,63	758	0,79	0,21	0,82	7,10	1,88	1,26	396	0,94
B	7,8	700	7,53	655	0,62	0,04	3,05	0,91	3,91	0,25	198	2,78
C	7,9	550	6,03	538	0,45	0,08	3,20	3,05	1,61	0,33	313	0,91
D	7,6	570	7,10	743	0,80	1,40	0,40	1,00	8,10	0,20	70	9,68
E	7,3	758	6,74	591	0,42	0,35	3,40	1,89	1,91	0,34	265	1,17

Tabla 2 Participación porcentual de cationes y aniones de aguas de Tabla 1

	%HCO3	%CL	%SO4	%Ca	%Mg	%NaK
A	89,6	8,2	2,2	7,4	64,2	28,4
B	91,9	7,6	0,5	37,6	11,2	51,2
C	91,9	6,9	1,2	39,1	37,2	23,7
D	76,3	8,6	15,1	4,1	10,3	85,6
E	89,7	5,6	4,7	45,1	25,1	29,8

## Procedimientos para interpretar la calidad de agua

Uno de los criterios de interpretación más difundido en muchos laboratorios del país es el de Manual 60 (U.S.Sal.Lab.Staff, 1954) que actualmente está en desuso en el mundo porque califica al agua en forma inversa a lo que sucede en el suelo. Así, los efectos dispersivos que favorece un alto RAS pueden ser controlados con una mayor salinidad al posibilitar cierta floculación (Porta et al., 1994). Esto es considerado en el criterio FAO (Ayres y Wescott, 1987) donde se analiza el efecto combinado de la RAS y CE, así como el efecto de iones específicos. Sin embargo, una mayor precisión en el cálculo de los aportes o pérdidas de sales disueltas o precipitadas en el suelo y en la composición del agua de drenaje, lo presentó Pla Sentis (2015) en el Modelo SALSODIMAR. Este modelo estima los procesos de salinización y sodificación de suelos basándose en los procesos hidrológicos asociados.

El modelo calcula el balance de las sales e interacciones que resultan entre los iones presentes en el agua de riego, agua freáticas y en la solución del suelo. Considera también la EVT, las propiedades hidrológicas del suelo, y prevé las necesidades de riego y de lavado, así como los excesos que agudizan las degradaciones, para un clima y cultivo particular. Es un programa sencillo y de rápido cálculo (Programa Excel), y que aun cuando no se disponga de todas las variables edáficas que solicita, estimándolas se obtienen mejores aproximaciones que con otros procedimientos de interpretación (Alconada y Zembo, 2000).

Las consideraciones que deben ser incorporadas al interpretar una calidad de agua, así como las prácticas se expone en algunos ejemplos. En todos los casos, las aguas presentadas en Tabla 1 producen un paulatino incremento de  $\text{Na}^+$  edáfico, y del pH, que se modifica conforme al manejo. En la Figura 2 se presentan bulbos húmedos del riego por goteo en el Hapludert típico regado con el agua D (Tablas 1) con diferente manejo. En Figura 3, se compara dicho suelo en su condición natural sin degradar y degradado.



Figura 2 Bulbos húmedos del riego: a) mal manejo con halo salino (izq); b) con sales, compactación y encharcamiento (centro); y c) manejo ajustado a las condiciones del medio, sin sales (derecha)



Figura 3 Perfil de suelo Hapludert típico en su condición natural a campo, con estructura granular, (derecha) respecto a igual suelo bajo invernáculo, con agrietamiento en superficie (izquierda)

En la Figura 4 se compara el suelo Argiudol vértico en invernáculos contiguos con dos manejos: tradicional vs buenas prácticas (rotación, abonos verdes, cincel). Las aguas se corresponden con las de tipo A, B o C (Tabla 1). Las degradaciones producidas resultan del manejo implementado y no surgen sólo de considerar la calidad del agua. En la presentación de Marisol Cuellas, en el marco del presente Congreso, se darán aspectos del manejo de la salinidad en sistemas intensivos.



Figura 4 Suelo Argiudol vértico con dos manejos: pulverización del suelo conforme se realiza en la región (izquierda) vs laboreo y prácticas de recuperación (abonos verdes, rotaciones, etc) (derecha)

#### CONCLUSIONES:

La salinización y alcalinización, con pérdida de estructura y permeabilidad, se produce por prácticas de manejo inadecuadas para las condiciones naturales del suelo y agua.

El criterio de evaluación de aguas de U.S.Salinity Lab.Staff (1954) no resulta adecuado. Deben utilizarse procedimientos que consideren el balance de sales que resulta de los procesos hidrológicos involucrados, en función del suelo, cultivo, clima, y manejo.

Sin embargo, las prácticas de manejo productivas y del agua, determinan la magnitud de las degradaciones observadas, siendo posible obtener producciones sustentables con menores costos si esto es considerado. El control depende principalmente del manejo.

#### BIBLIOGRAFIA:

Alconada Magliano MM,SB Martínez & M Garbi (Ed). Producción intensiva florihortícola sustentable en el Gran La Plata. En prensa: 60p.

Alconada M & J Zembo. 2000. Influencia cualitativa del riego con aguas subterráneas en suelos con producciones intensivas a campo y en invernáculo. 1er Joint World Congress on Groundwater. Brasil.

Ayers RS & DW. Westcot (1987).Calidad del agua en la agricultura.FAO.174p.

Auge MP. 2005. Hidrogeología de La Plata, Argentina. En RE de Barrio, RO Etcheverry, MF Caballe & E Llambias (Ed.) Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Bs As. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata: Pp293-312.

Hurtado M, J Giménez & M Cabral. 2006. Análisis Ambiental del partido de La Plata. Aportes al Ordenamiento territorial. Ed. 1ra. Buenos Aires: CFI.134p.

Magra G y A Ausilio. 2004. Yeso agrícola: algunas características de diferentes productos existentes en el mercado. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR.

Pla Sentis I. 2014. Advances in the prognosis of soil sodicity under dryland and irrigated conditions. Int.Soil and Water Conservation Research, 2(4):50-63. WASWAC. China

Porta JG; M López-Acevedo C Roquero, 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed.Mundi Prensa. 807p.

U.S. Salinity Lab.Staff.1954.Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils.166p.[https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/20360500/hb60\\_pdf/hb60complete.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/20360500/hb60_pdf/hb60complete.pdf)



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **TOLERANCIA A SALINIDAD EN CULTIVOS ORNAMENTALES**

**Di Filippo, M.**

Instituto de Floricultura, CIRN, INTA, Nicolás Repetto y de los Reseros s/n, (1686) Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. [difilippo.marina@inta.gob.ar](mailto:difilippo.marina@inta.gob.ar)

La floricultura abarca dos grandes actividades productivas de tipo intensivo, por un lado, la producción de flores para corte y por otro la producción de plantas ornamentales en maceta o a raíz desnuda (Villanova y Morisigue, 2016). En Argentina, la producción se destina casi en un 100% al mercado interno y representa unos US\$220 millones anuales. En la actualidad existen alrededor de 1000 productores que se encuentran atomizados principalmente en el área metropolitana de Buenos Aires, que poseen una hectárea cada uno en promedio (La Nación, 2018).

Los cultivos ornamentales tienen un elevado consumo de agua, se estima que para producir 1 kg de materia seca se necesitan 100 - 350 kg de agua (Fornes et al., 2007). Además, los mismos se riegan usualmente con agua de buena calidad debido a su alto valor comercial (García-Caparrós y Lao, 2018). Hoy en día existe una gran competencia por el uso del agua, en cuanto a cantidad y calidad, entre la industria, el consumo humano y la agricultura (FAO, 2017). Los cultivos florícolas, al ser no comestibles, se encuentran en desventaja frente a otros cultivos. El alto consumo de agua asociado a su producción, junto a un panorama de disminución de la disponibilidad hídrica nos lleva a reflexionar sobre el posible uso de agua de baja calidad para su riego (por ej. agua salina).

Las plantas sometidas a salinidad sufren disminución del crecimiento, modificaciones de los procesos fisiológicos y metabólicos y desbalance de iones (Munns y Tester 2008). Las plantas ornamentales, además, sufren una disminución en su valor estético al presentar síntomas visuales de daño como amarillamiento y necrosis de sus hojas (Cassaniti et al., 2012), lo cual conlleva una disminución en su valor comercial.

Frente a lo expuesto previamente, surge la necesidad de conocer la tolerancia de los cultivos ornamentales ante situaciones de estrés salino. El estudio sobre esta temática en general es escaso, pero en los últimos años fue tomando relevancia a través de trabajos de investigación (Niu y Rodriguez 2006; Niu, et al. 2007; Villarino y Matson 2011; García-Caparrós et al. 2016) y de revisión (Niu y Cabrera 2010; Cassaniti et al. 2013; García-Caparrós y Lao 2018) debido a la importancia del tema. En base a los trabajos de investigación mencionados, se conoce que existen diferencias de comportamiento frente a situaciones de estrés salino tanto entre distintas especies como entre variedades dentro de una misma especie.

Cuando las plantas son sometidas a condiciones de salinidad, además de la tolerancia de las distintas especies, es importante considerar la composición y características del sustrato ya que pueden influir en la magnitud del daño. Además, todo esto se debe acompañar con prácticas de manejo acordes, como el tipo y frecuencia de riego y fertilización, para mitigar el daño.

En el Instituto de Floricultura de INTA se desarrolla un programa de mejoramiento de especies nativas de Argentina con fines ornamentales (Bologna, 2018). En los últimos años se comenzó a estudiar la tolerancia de variedades INTA de *Glandularia* (Género *Glandularia*, Familia Verbenaceae) ante condiciones salinas. Para ello, se realizan ensayos en maceta, regadas con distintas concentraciones de NaCl posibles de ser encontrados en zonas productivas. Una vez obtenidos los resultados se pretende utilizar los genotipos más tolerantes a salinidad para futuros programas de mejoramiento.

## CONCLUSIÓN

El estudio de la tolerancia a salinidad de cultivos ornamentales permitirá, además de sentar las bases para futuros planes de mejoramiento, ampliar las zonas de producción, y dar recomendaciones a productores y consumidores sobre especies y variedades tolerantes a situaciones de riego salino.

## BIBLIOGRAFÍA:

- Bologna, P. 2018. Nuevos cultivares de *Glandularia* obtenidos en Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 44: 136–139.
- Cassaniti C, D Romano & TJ Flowers. 2012. The Response of Ornamental Plants to Saline Irrigation Water. *Irrigation - Water Management, Pollution and Alternative Strategies*. <https://doi.org/10.5772/31787>.
- Cassaniti, C, D. Romano, MECM Hop & TJ Flowers. 2013. Growing Floricultural Crops with Brackish Water. *Environmental and Experimental Botany* 92: 165–75. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.08.006>.
- FAO. 2017. *Water for Sustainable Food and Agriculture: A Report Produced for the G20 Presidency of Germany*.
- Fornes F, RM Belda, C Carrión, V Noguera, P García-Agustín & M Abad. 2007. Preconditioning ornamental plants to drought by means of saline water irrigation as related to salinity tolerance. *Sci. Hort.* (Amsterdam) 113: 52-59
- García-Caparrós P, A Llanderal, M Pestana, PJ Correia, & MT Lao. 2016. Tolerance Mechanisms of Three Potted Ornamental Plants Grown under Moderate Salinity. *Scientia Horticulturae* 201: 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.031>.
- García-Caparrós P & MT Lao. 2018. The Effects of Salt Stress on Ornamental Plants and Integrative Cultivation Practices. *Scientia Horticulturae* 240 (June): 430–39. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.022>.
- La Nacion. 2018. La floricultura argentina quiere seducir al mundo. 29 de julio de 2018 <https://www.lanacion.com.ar/economia/la-floricultura-argentina-quiere-seducir-al-mundo-nid2157130>
- Munns, R & M Tester. 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59: 651–681.
- Niu G & DS Rodriguez. 2006. Relative Salt Tolerance of Selected Herbaceous Perennials and Groundcovers. *Scientia Horticulturae* 110: 352–58. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.07.020>.
- Niu G, DS Rodríguez & L Aguiniga. 2007. Growth and Landscape Performance of Ten Herbaceous Species in Response to Saline Water Irrigation. *J Environ Hort.* 25: 204–10.
- Niu G & RI Cabrera. 2010. Growth and Physiological Responses of Landscape Plants to Saline Water Irrigation: A Review. *HortScience* 45: 1605–9.
- Villanova I & D Morisigue. 2016. Relevamiento de la producción de flores y plantas ornamentales en el Área Metropolitana de Buenos Aires y el partido de San Pedro, Provincia de Buenos Aires. *Asociación Argentina de Floricultores y Viveristas*, 160 p.
- Villarino GH & NS Matson. 2011. Assessing Tolerance to Sodium Chloride Salinity in Fourteen Floriculture Species. *HortTechnology* 21: 539–45.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**SALINIZACIÓN SECUNDARIA EN CULTIVOS BAJO CUBIERTA PLÁSTICA EN SANTA FE.  
SITUACIÓN ACTUAL Y PROSPECTIVA.**

**Marano R. P.**

Departamento Ciencias del Ambiente. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805, Esperanza, Santa Fe. rymarano@gmail.com

**RESUMEN:** En la provincia de Santa Fe los cultivos intensivos se concentran en los cinturones que rodean a las ciudades de Rosario y Santa Fe, más un conjunto de regiones que desarrollan cultivos específicos (i. e. frutilla en Coronda, horticultura en el albardón costero del departamento Garay). Su ubicación geográfica se sitúa en el este provincial, fundamentalmente por tres razones: a) principales mercados donde se demandan estos productos, b) fuentes de agua de calidad y cantidad adecuadas y c) ambiente donde se presentan las principales precipitaciones (promedio de 1000 a 1200 mm anuales). Una proporción menor de superficie se utiliza con cubierta plástica (invernaderos, macro y microtúneles) en cultivos de alta rentabilidad con la finalidad de obtener primicia (frutilla, tomate y pimiento) o cultivos de alta rentabilidad (plantines, flores de corte, ornamentales). En las regiones donde se utilizan cultivos bajo cubierta plástica y fuente de agua subterránea (cinturones hortícolas de Rosario y Santa Fe), debido a las características bicarbonatadas-sódicas de las mismas y al tipo de suelo (franco-arcilloso) se produce una progresiva alcalinización, salinización y sodificación de los suelos. En tanto en las regiones donde se utiliza fuente de agua superficial y el suelo es de textura arenosa no se manifiestan problemas de este tipo. En el sur de Santa Fe se realizaron algunas experiencias de manejo para control de la salinidad, tales como enmiendas con agregado de yeso y azufre para disminuir el PSI, no así la salinidad. Hubo una drástica disminución de la superficie con cubierta plástica en Santa Fe, especialmente en las regiones con fuente de agua subterránea. No existe un Plan de Desarrollo o políticas públicas para incentivar esta tecnología, por lo que tampoco existe demanda para investigar nuevas técnicas de manejo y control de la salinización originada por el riego.

**PALABRAS CLAVE:** fuentes de agua, regiones hortícolas, superficie cultivada

**INTRODUCCIÓN:**

En la provincia de Santa Fe los cultivos intensivos se concentran en los cinturones que rodean a las ciudades de Rosario y Santa Fe, más un conjunto de regiones que desarrollan cultivos específicos (i. e. frutilla en Coronda, horticultura en el albardón costero del departamento Garay). Su ubicación geográfica se sitúa en el este provincial, fundamentalmente por tres razones: a) principales mercados donde se demandan estos productos, b) fuentes de agua de calidad y cantidad adecuadas y c) ambiente donde se presentan las principales precipitaciones (promedio de 1000 a 1200 mm anuales). Se caracterizan, entre otros aspectos, por contar con infraestructura para riego en toda su superficie, además de utilizarse distintos métodos

(gravedad, localizado y aspersion). Una proporción menor de superficie se utiliza con cubierta plástica (invernaderos, macro y microtúneles) en cultivos de alta rentabilidad con la finalidad de obtener primicia (frutilla, tomate y pimiento) y calidad (flores de corte). Con cubierta plástica también existen viveros para la siembra de plantines de diferentes especies con valor comercial. La producción de cultivos intensivos en Santa Fe está en retroceso. En el sur provincial hubo una caída de 18,8 % entre 2008 y 2012 y lo mismo ocurrió en el cinturón hortícola santafesino en dicho período. El Censo Agropecuario 2018 aún está en procesamiento pero se estima que sigue la tendencia declinante.

Tabla 1: superficie destinada a cultivos intensivos y bajo cubierta plástica en las distintas regiones productivas de la provincia de Santa Fe.

Departamentos de Santa Fe	Aire libre + media sombra (ha)	Invernadero (ha)
Rosario+Constitución <sup>1</sup>	2436	49
La Capital <sup>2</sup>	1500	15 <sup>3</sup>
San Jerónimo <sup>4</sup>	300	0
Garay <sup>4</sup>	1800	10 <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fuente: Grasso et al., 2012; <sup>2</sup> Ing. Agr. Mariano Gatti, Agencia de Extensión INTA Santa Fe; <sup>3</sup>. Cultivos ornamentales y plantines; <sup>4</sup> Ing. Agr. Cristian Pernuzzi, comunicación personal; <sup>4</sup>. Ing. Agr. Marcelo Soressi, Delegación Santa Rosa, Agencia de Extensión INTA Santa Fe.

A continuación, se describirán las principales condiciones de tecnología, suelo y ambiente, métodos de riego, fuentes de agua y problemas de salinización en la que se desarrollan los cultivos intensivos para las cuatro regiones mencionadas, para comprender los problemas asociados a la salinización secundaria.

### TECNOLOGÍA:

Se distinguen los siguientes tipos de estructuras para cultivos protegidos en Santa Fe (Carluccio et al., 2000): I. Túneles bajos o microtúneles, para la protección temporaria o total de cultivos de bajo porte, especialmente frutilla. II. Túneles altos -de más de 1 m de altura central- también llamados macrotúneles, para la producción de cultivos de bajo y mediano porte, como apio, lechuga, berro, albahaca, pepino, pimiento, berenjena. III. Abrigos altos o invernaderos, para producción de especies de bajo, mediano y alto porte, como las mencionadas anteriormente a las cuales se agregan tomate y poroto chaucha. IV. Umbráculos, cubiertos con media sombra de malla plástica, para proteger de la alta radiación solar en los meses más cálidos a diversos cultivos. Es posible encontrar modificaciones y combinaciones de sistemas adaptados tanto para la producción de plantines como para la producción comercial. Los modelos más comunes son capilla simétrica y parabólico, simples o en baterías, con o sin ventilación cenital. Las capillas simétricas por unidad pueden tener anchos de 6,50 - 7,20 - 8 m; largos de 45 - 50 m; altura central entre 2,40 a 3,60 m; 1,80 a 2,60 m en los laterales. Las estructuras parabólicas varían el ancho en 6,50 - 7,20 - 10 - 12 m, en largos y alturas similares a las capillas simétricas.

### SUELO Y AMBIENTE:

**Coronda (Departamento San Jerónimo):** La producción hortícola de Coronda abarca una franja de aproximadamente 35 km a lo largo del Río Coronda, con un ancho de 1 a 4 km; corresponde a la parte este de los distritos de Coronda, Arocena y Desvío Arijón. Los suelos son de textura liviana a muy ligera, con pH ácido a ligeramente ácido (5,5 a 6,5). El horizonte arenoso puede llegar a sobrepasar los 2 m de profundidad, por tanto son suelos con baja capacidad de retención de humedad. El contenido de materia orgánica mediano a bajo sumado a una leve erosión eólica

contribuye a su muy baja fertilidad. Son suelos excesivamente permeables, de muy baja retención hídrica y su fertilidad química natural es muy pobre. El espesor del manto arenoso es variable y oscila desde varios metros en el Este a unos pocos centímetros en el Oeste, donde yace sobre materiales sódicos no aptos para la frutilla. La serie de suelo Coronda (CDA, Hapludalf psaméntico franco, grueso) es la más difundida y representativa del albardón costero. La producción principal es frutilla al aire libre o con túneles que se ventilan a diario. Años atrás se cultivaba bajo invernadero pero actualmente (2019) se abandonaron.

La incidencia de viento en esta zona produce también problemas en los cultivos por abrasión de los diferentes órganos de la planta. El agua del subsuelo no es apta para riego por su elevada salinidad.

**Cinturón Hortícola de Santa Fe (Departamento La Capital):** Se localiza al norte de la ciudad, entre la laguna Setúbal y una franja al oeste de la Ruta Nacional N° 11, comprendiendo los distritos de Monte Vera, Recreo, Norte de Santa Fe y parte de Arroyo Aguiar. Según datos actualizados (2019 Mariano Gatti, Profesional Agencia de Extensión Santa Fe INTA, comunicación personal) se cultivan aproximadamente 1.500 ha, predominando cultivos de hoja y muy poca superficie con invernaderos para flores de corte y ornamentales (Tabla 1). Los suelos en general son ácidos, franco-limosos, con presencia a 30-40 cm de profundidad de un horizonte B textural importante. Hacia la costa el problema del B textural disminuye, modificándose la textura de franco-limosa a franco-arenosa. El período de heladas es extenso, con peligro de ocurrencia de heladas tardías hasta fines de Septiembre.

**Albardón costero (Departamento Garay):** Es una zona productora que ocupa una franja variable de 1 a 4 km de ancho en los distritos Santa Rosa, Cayastá y Helvecia (Departamento Garay). Los suelos son de textura gruesa, del orden de los Entisoles, muy profundos y con escaso contenido de materia orgánica. Para la mayoría de los cultivos, la producción sólo es eficiente mediante el uso de fertilizantes y el empleo de riego. En Santa Rosa los suelos son arenosos, y en Cayastá y Helvecia son arenosos y franco-arenosos. Los principales cultivos son zanahoria y maíz dulce (1300 ha) con otras 500 ha para zapallito, berenjena y verduras de hoja (Marcelo Soressi, comunicación personal). Hay una pequeña superficie con invernadero destinado a la producción de plantines de diversas especies y ornamentales. Sobre la zona de La Costa, la masa de agua del río reduce la amplitud térmica tanto diaria como estacional; los inviernos son suaves y las posibilidades de heladas se reducen al mínimo desde Junio a Agosto (promedio 320 días libres de heladas).

**Cinturón Hortícola Rosario (Departamentos Rosario y Constitución):** Esta región productiva está ubicada en el SE de la provincia de Santa Fe, sobre el Río Paraná. Comprende los distritos de Fighiera, Arroyo Seco, Villa Gobernador Gálvez, Soldini, Pérez y Granadero Baigorria. Es una planicie con suaves ondulaciones, con suelo constituido por sedimentos loésicos que presentan un horizonte A de hasta 30 cm de profundidad, con 2 a 5 % de contenido de materia orgánica, de textura franco-limosa; permeable, con moderado drenaje. El clima templado se caracteriza por diferenciar dos períodos, uno frío desde fines de Mayo hasta Septiembre, y otro cálido desde Noviembre hasta Marzo. La gran masa de agua del Río Paraná ejerce un efecto moderador principalmente de las bajas temperaturas (media anual 17,9 °C). Las heladas se producen normalmente desde Mayo a Septiembre (245 días libres de heladas).

## **MÉTODOS DE RIEGO, FUENTES DE AGUA Y PROBLEMAS DE SALINIZACIÓN**

En Coronda las perforaciones realizadas en la zona alcanzan el acuífero Puelche, con profundidades de explotación entre los 6 y 50 m, dependiendo de la superficie freática. El contenido salino oscila entre los 0,7 y 4 dS/m (Tabla 2) y son de tipo bicarbonatadas sódicas (Marano y Pilatti, 1999). Superando los 20 m aumenta considerablemente, para convertirse en altamente salina después de los 30 m. No existe un manto confinante entre ambos tipos de aguas, por lo que se produce una zona de mezcla de espesor variable.

Hasta la década de los 90' del siglo pasado se usaba aspersión como principal método de riego y fuente de agua subterránea. Nuevas prácticas de manejo (mulching plástico y uso de biocidas gaseosos) fueron decisivas para incorporar riego por goteo. El fertirriego y la menor lámina aplicada dificultaron el uso de agua subterránea, especialmente para la frutilla que es un cultivo muy sensible a excesos de sales. Por esta razón, paulatinamente se fue utilizando agua superficial desde el río Coronda. Éste nace en el lecho de inundación del río Paraná, de la confluencia de los ríos Salado y Santa Fe, al sur del lugar denominado las Cuatro Bocas. Su recorrido es de Norte a Sur y el "thalweg" es sinuoso, acercándose y alejándose de la costa. En los lugares en donde el río se aleja, se vincula con la franja costera por medio de bañados y lagunas. Estos bañados fluctúan en calidad y cantidad de agua en función del régimen del río (crecida o estiaje). Actualmente toda la superficie cultivada con frutilla es regada con aguas del Coronda, utilizando tomas y estaciones de bombeo individuales y sus aguas son de muy buena calidad química (Tabla 2).

En el cinturón verde de Santa Fe se extrae agua del acuífero Puelche, con profundidades entre 6 y 20 m, dado que a mayor profundidad se encuentra un acuífero fuertemente salinizado. La conductividad eléctrica oscila entre 1 a 1,5 dS/m y predominan los iones sodio y bicarbonato (Tabla 2). En los años 90' del siglo pasado se construyeron invernaderos con techos plásticos para cultivos de tomate y pimiento, utilizando riego por goteo con agua subterránea. Luego de varios años, se observaron problemas de salinización y alcalinización, producto de la mayor lámina aplicada y la falta de lavado de las sales acumuladas. Si bien tanto el tomate como el pimiento son cultivos moderadamente tolerantes, los principales problemas se manifestaban durante el transplante. Mediciones realizadas en invernaderos ubicados en Esperanza y con calidad de agua semejante a la de Monte Vera, indicaron incrementos de pH y CE de la solución del suelo (0-20 cm) entre 7,8 a 8,4 y entre 1,8 a 2,1 dS/m (Marano y Favaro, 2005). Si bien este problema no fue la causa del abandono progresivo de los invernaderos en el cinturón hortícola santafesino, los productores necesitaban incluir técnicas para control de la salinidad del suelo. En esta zona no se utiliza agua superficial debido a que la principal fuente de este origen (Laguna Setúbal) se encuentra a 5 km en promedio.

En el Albardón Costero se utiliza tanto fuente de agua subterránea como superficial y en ambos casos la calidad es muy buena (Tabla 2). Dado el tipo de suelo (arenoso) y el método de riego, no existen problemas de salinización ni alcalinización de los suelos.

La región sureste extrae agua del acuífero Pampeano y predominan iones bicarbonato y sodio (Tabla 2). Alguno de estos suelos son Argiudoles vérticos con 50 años de horticultura continua al aire libre y presentan valores de pH de suelo ácidos (entre 5,5 a 5,9) y de baja salinidad (conductividad eléctrica entre 0,4 a 0,6 dS m<sup>-1</sup>). En tanto que apenas con tres años de cobertura plástica el pH fue superior a 9 (debido principalmente al alto contenido de sodio), la conductividad aumentó entre 2 a 4 dS m<sup>-1</sup> y el PSI se elevó hasta 44% (Longo, et al., 2005).

Si bien en la zona existe una serie de cursos de agua (arroyos) se descarta su uso por el alto contenido en sales y/o por un caudal escaso y discontinuo. El río Paraná representa una fuente importante de agua dulce, pero su acceso está restringido por los costos de instalación y mantenimiento de equipos que eleven el agua desde una altura mínima de la barranca de 14 m.

### **CONSIDERACIONES FINALES:**

En las regiones donde se utilizan cultivos bajo cubierta plástica y fuente de agua subterránea (cinturones hortícolas de Rosario y Santa Fe), debido a las características bicarbonatadas-sódicas de las mismas y al tipo de suelo (francoarcilloso) se produce una progresiva alcalinización, salinización y sodificación de los suelos. Cuando similar calidad de agua es utilizada para riego de cultivos al aire libre, el efecto es mucho más atenuado debido fundamentalmente a la menor cantidad de dosis aplicada y al lavado de las sales por las lluvias (Marano y Pilatti, 2017). En tanto en las regiones donde se utiliza fuente de agua superficial y el suelo es de textura arenosa no se manifiestan ese tipo de problemas.

Tabla 2: Conductividad eléctrica (CE), Relación de Adsorción de Sodio (RAS), Carbonato de Sodio Residual (CSR) y pH de las aguas subterráneas utilizadas para riego en cultivo bajo cubierta plástica en Santa Fe.

Departamentos de Santa Fe	Fuente	CE (dS/m)	RAS	CSR mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Rosario+Constitución <sup>1</sup>	subterránea	1,2	9,5	8,7
San Jerónimo <sup>2</sup>		1,74	13,3	4,8
La Capital <sup>3</sup>		1,2	5	1
Garay <sup>3</sup>		0,7	4	-2
San Jerónimo <sup>4</sup>	Superficial	0,42	3,6	-1,7

<sup>1</sup> Longo et al. 2005; <sup>2</sup> promedio de 85 muestras, Marano y Pilatti (1999); <sup>3</sup>; valores medios de procesados por el MAGIC Castiglioni, 2000; <sup>4</sup> promedio de 13 muestras, Marano y Pilatti (1999)

En el sur de Santa Fe se realizaron algunas experiencias de manejo para control de la salinidad, tales como enmiendas con agregado de yeso y azufre (Longo et al., 2005) para disminuir el PSI, no así la salinidad. Para reducir la CE del suelo se puede aumentar la dosis aplicada en cada riego como requerimiento de lixiviación (Muguiro et al., 2017) o utilizar goteo enterrado y tuberías de drenaje (Genova et al., 2015).

Hubo una drástica disminución de la superficie con cubierta plástica en Santa Fe, especialmente en las regiones con fuente de agua subterránea. No existe un Plan de Desarrollo o políticas públicas para incentivar esta tecnología, por lo que tampoco existe demanda para investigar nuevas técnicas de manejo y control de la salinización originada por el riego.

#### BIBLIOGRAFÍA:

Carluccio C, MP Lenscak, M Panelo, M.H C, S Cáceres, N Molina, E Scaglia & C Pernuzzi. 2002. Desarrollo Actual de los Cultivos Protegidos en la República Argentina. <https://docplayer.es/19682532-Desarrollo-actual-de-los-cultivos-protegidos-en-la-republica-argentina.html>

Castiglioni M. 2000 Caudal y calidad de los acuíferos explotados para riego en la provincia de Santa Fe. MAGIC 23 pp.

Grasso R, MC Mondino M Ortiz Mackinson, E Vita Larrieu, A Longo & JA Ferratto. 2013. CENSO 2012 DEL CINTURON HORTICOLA DE ROSARIO. Publicación Miscelánea N° 50 - Estación Experimental Agropecuaria INTA Oliveros - Centro Regional Santa Fe. 31 pp.

Longo, A., JA Ferratto, M Mondino & R Grasso. 2005. Incorporación de Azufre y Yeso en Suelo Salino-Sódico: su Efecto sobre el Rendimiento y Calidad de Lechuga bajo Invernadero. *FAVE Sección Ciencias Agrarias*, 4(1/2), 31-36. <https://doi.org/10.14409/fa.v4i1/2.1311>

Génova L, R Andreau, P Etchevers & M Etcheverry. 2015. Impacto del riego por goteo superficial y subterráneo y del drenaje en la distribución de la humedad y salinidad edáficas y en el rendimiento del tomate cultivado bajo cubierta. CUADERNOS del CURIHAM, Vol. 21, Año 2015. 9 pp

Marano RP & JC Favaro. 2005. Demanda de agua de pimiento bajo invernadero en la región central de Santa Fe. XII Congreso Latinoamericano y el XXVIII Congreso Argentino de Horticultura. Río Negro, septiembre 2005.1: 274

Marano, RP & MA Pilatti. 1999 "Riego suplementario con aguas superficiales en Santa Fe. Posibilidades de uso en el distrito Coronda". Revista FAVE 13 (2): 41-60.

Marano RP & MA Pilatti. 2017. Riego suplementario en Santa Fe en Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina. Recursos y aprovechamiento productivo, ed Taleisnik y Lavado, Universidad Católica de Córdoba. ISBN 978-987-1922-23-9. pp 183-193.

Muguiro A, C Álvarez, F Babinec & R P Marano. 2017. Rehabilitación de Suelos con Impedimentos Físicos en Cultivos Hortícolas: Impacto de Prácticas Agronómicas. Revista FAVE - Ciencias Agrarias 16 (2) 2017. DOI: [https://doi.org/ 10.14409/fa.v16i2.7020](https://doi.org/10.14409/fa.v16i2.7020)



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**PRODUCCIÓN DE PAPA BAJO RIEGO EN EL PARTIDO DE BALCARCE.  
ENTORNO Y LIMITACIONES**

Puricelli, M., C. Bedogni

INTA Estación Experimental Agropecuaria Balcarce.

**RESUMEN:** La producción de papa bajo riego es una actividad agropecuaria característica en el partido de Balcarce, destacándose de los demás cultivos fundamentalmente por su impacto sobre el suelo y por el uso del agua de riego.

El riego complementario está aumentando en la región pampeana, desde la última década favoreciendo el incremento de la productividad de los cultivos. Numerosos autores han indicado que, en la región del sudeste bonaerense (SE) de la provincia de Buenos Aires, el agua subterránea utilizada en el riego presenta limitaciones en su calidad y la actual legislación indica la restricción para su explotación. De la misma forma los suelos de la región presentan descensos en su fertilidad.

Los resultados expuestos indican que no se detectó la existencia de algún tipo de relación entre el rendimiento y la calidad del agua de riego bajo un cultivo de papa con manejo tradicional cuando es el único bajo riego en una rotación de 4 años con cultivos extensivos. Estos valores pueden considerarse como una línea de base que sirva de referencia al analizar diferentes sistemas productivos y agropecuarios y sus rotaciones.

Al mismo tiempo, estos resultados podrían indicar la realización del cultivo de papa con un uso más conservador del recurso hídrico haciendo más sustentable la producción.

**PALABRAS CLAVE:** cultivo de papa, riego, calidad de agua, limitaciones.

## **INTRODUCCION**

El riego complementario está aumentando en la región pampeana, desde la última década favoreciendo el incremento de la productividad de los cultivos (Pilatti et al.; 2006). Numerosos autores han indicado que, en la región del sudeste bonaerense (SE) de la provincia de Buenos Aires, el agua subterránea utilizada en el riego se caracteriza por la prevalencia de bicarbonatos y sodio, (Suero et al.; 2002, FAO, 2015, entre otros.). Diversos autores, como Pilatti et al (2006) han expuesto evidencias del impacto de estas aguas en los suelos pampeanos. Genova (2011), así como Costa y Aparicio (2015), además de mencionar evidencias al respecto, agregan que es necesario desarrollar una metodología específica para la interpretación y clasificación de la aptitud agrícola del agua para ser usada en el riego de la región húmeda pampeana.

La obtención y utilización de información objetiva, precisa y actualizada sobre la aplicación de riego sigue siendo un desafío que requiere de múltiples fuentes y disciplinas a fin de prevenir tanto la sobreexplotación de acuíferos, como la salinización y/o sodificación del suelo, potencialmente asociados al riego en la región. Para el cultivo de papa no existe gran cantidad de información disponible respecto a las limitantes de rendimiento del cultivo en relación con el agua de riego ni de las condiciones del suelo asociadas al mismo en la región. Es por esto que, ante la creciente demanda del uso de sistemas de riego complementarios en papa y a partir de la información disponible, es necesario evaluar el impacto del agua de riego sobre el rendimiento de papa.

Los objetivos de este trabajo son i) caracterizar los recursos naturales (agua, suelo, clima), ii) describir la situación actual del cultivo de papa en el partido de Balcarce y iii) presentar información que contribuya a la construcción de una línea de base para evaluar el impacto

de la calidad y cantidad del agua de riego sobre el rendimiento del cultivo válido para la región.

### 1) UBICACIÓN:

La región del sudeste de la provincia de Buenos Aires es climáticamente subhúmeda-húmeda, con deficiencias estacionales de agua, dentro de la cual se distingue una región ecológica homogénea denominada mixta papera, que comprende los partidos de Tandil, Balcarce, Lobería, Gral. Alvarado y Gral. Pueyrredón (Suero *et al.*, 2002).

### 2) CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

#### 2.1) Régimen hídrico regional

En Balcarce los registros hídricos actualizados indican que las precipitaciones se distribuyen con máximos en el verano, donde se localizan los máximos mensuales. Mientras tanto, los valores mínimos se observan durante el invierno. En el caso de la evapotranspiración de referencia, en Balcarce la distribución temporal muestra máximos durante el verano, alcanzando los 150 mm de demanda atmosférica de agua y mínimos en el invierno, con valores alrededor de los 25 mm (Allen, *et al.*, 2006). (Figura 1)

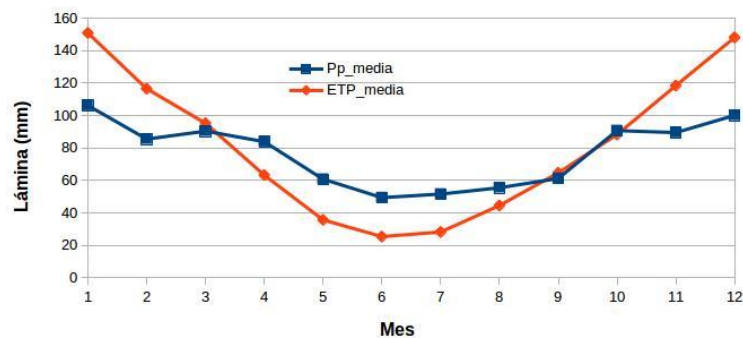


Figura 1: Distribución temporal de la precipitación y la Evapotranspiración de referencia media mensual.

La Figura 2 muestra los resultados de la estimación del balance hídrico de un suelo de 150 mm de capacidad de almacenamiento en la localidad de Balcarce, reflejando la evolución del estado de humedad promedio del suelo a lo largo del año. Los déficits hídricos en el suelo son mayores durante el período estival, recuperándose el almacenamiento de suelo durante el otoño, alcanzando su máximo durante el invierno, para posteriormente comenzar su agotamiento. El período de recarga de humedad edáfica (otoño - invierno) coincide con la de recarga del acuífero freático, favoreciendo en conjunto al desarrollo de períodos prolongados de situaciones de acumulación de agua en el perfil de suelo y anegamiento en superficie (Godz, *et al.*, 1983).

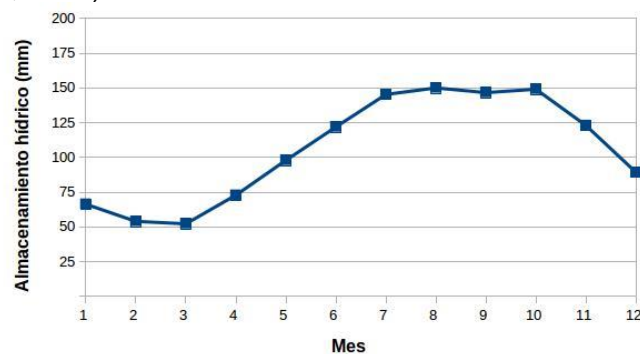


Figura 2: Evolución mensual la evapotranspiración real estimada mediante el balance hídrico de Thornthwaite y Mather (1957).



## 2.2 Recurso hídrico.

Tradicionalmente, la fuente de agua para riego en esta región, es principalmente subterránea ya que la mayoría de los cursos de aguas superficiales no ofrecen garantía de volumen ni de continuidad temporal para soportar el riego.

El partido de Balcarce se localiza mayoritariamente sobre el área de recarga de las cuencas vertientes a la albúfera de Mar Chiquita (Glock Galli, *et al.*, 2014) y regionalmente se relaciona con los dominios hidrogeológicos serrano e interserrano-pedemontano (Genova, 2011).

A partir de la información de sensores remotos, y la evaluación de expertos, los caudales de extracción promedios varían entre los 110 y los 140 m<sup>3</sup>/h, los cuales se desarrollan de forma casi exclusivamente dentro del área de recarga del acuífero freático del partido.

Actualmente, la disponibilidad hídrica subterránea en el partido de Balcarce se considera como "condicionada", según la resolución 796/17 de la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires. Según esta resolución, las aguas superficiales y subterráneas "presentan un uso actual por encima del caudal máximo sustentable y para su aprovechamiento local se requieren de estudios particulares.

Según Suero *et al.*, (2008) el catión dominante es Na solo o seguido de Ca o Mg, siendo las aguas bicarbonatadas sódicas las más frecuentes, con valores de conductividad eléctrica máxima de 1.2 dS/m y el promedio de 0.9 dS/m, la cual está altamente relacionada con el contenido de Na y de HCO<sub>3</sub>. La Tabla 1 señala los resultados publicados por Suero (2008) en relación a la calidad de aguas subterráneas en captaciones dentro de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. La muestra 1 está asociada a sectores de recarga local, en laderas con afloramientos cercanos a superficie, mientras que la muestra 3 corresponde a sectores de descarga local, en terrenos llanos sin roca cercana a la superficie. La muestra 2 se localiza en una posición intermedia entre 1 y 3.

Muestra	pH	CE <sup>2</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>1</sup>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na	K	RAS
1	8.2	0.6	0	6.4	1.1	-	1.7	1.9	4	0.2	2.5
2	7.9	0.9	0	7.5	1	-	2	0	7.1	0.1	5.0
3	7.6	0.7	0	5.3	0.7	-	1.4	0.8	4.5	0.2	3.4

Tabla 1: Resultado analíticos de aguas subterráneas de la EEA Balcarce.

<sup>1</sup>: Concentración de aniones y cationes (me/l) <sup>2</sup>: Conductividad eléctrica (dS/m).

## 2.3) Suelos

Según Tomas *et al.*, (2005), basándose en información provista por el INTA el en Partido de Balcarce, los suelos bien drenados ocupan el 46.2% de la superficie del Partido, 7% corresponden a los suelos someros y 39.2% a los moderadamente profundos y profundos. Un 1.95% de la superficie del Partido presenta afloramientos rocosos, un 0.51% son lagunas y el 0.33% a áreas misceláneas (sectores urbanos). Los suelos que presentan algún grado de exceso de humedad y/o sodicidad ocupan el 51% de la superficie del Partido. De este porcentaje, 28.5% corresponden a suelos alcalinos e hidromórficos, 13.70% a suelos con leve o moderado grado de alcalinidad y exceso de humedad y sólo 8.8% a suelos con algún grado de hidromorfismo pero sin sodicidad ni salinidad. A partir de esa información se deduce que el 53% de la superficie del Partido se considera apto para el riego, siendo éstos los suelos que se localizan preferentemente en el sur y centro del partido, a excepción del sector serrano y de lagunas, coincidiendo con el área de recarga del acuífero local, mencionado en el apartado 2.2.

## 3) CULTIVO DE PAPA

### 3.1) Características generales

El ciclo del cultivo de papa en la región del partido de Balcarce abarca el período de Octubre a Marzo aproximadamente con lo que su producción es semitardía concentrándose la plantación en el mes de Octubre, Mosciaro, 2011).

Según la FENAPP (2016) la superficie cultivada en Balcarce osciló históricamente entre 5000 y 7000 has, alcanzando picos cercanos a las 8000 has (Figura 3). En la última campaña agrícola 2018-2019 en el sudeste bonaerense se implantaron unas 31671 has, siendo Balcarce el principal distrito con 7451 has. En el SE bonaerense se utiliza el riego suplementario, ya que períodos cortos de estrés puede reducir notablemente el rendimiento y la calidad de la papa (Huarte y Capezio, 2003). El sistema de riego empleado en la región es por aspersión. Este se puede desarrollar mediante cañerías de traslado manual, cañón viajero, rollo con ala regadora y pivote central. Éste último en claro aumento desde el inicio del presente siglo.

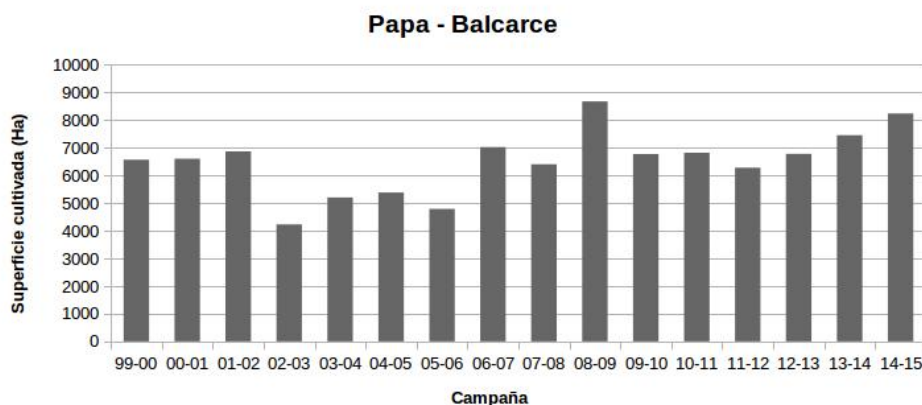


Figura 3: Evolución de la superficie en producción de papa en el partido de Balcarce

### 3.2) Evolución de rendimientos en ensayos controlados

A partir del año 2011 se realizaron un conjunto de ensayos de cultivo en papa dentro de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, con el fin de analizar el comportamiento de diferentes variedades de papa, bajo un esquema de riego determinado. Dicho esquema no se basó en la aplicación diaria o periódica de una dosis de riego uniforme a lo largo de todo el período de cultivo, tal como se desarrolla tradicionalmente en la región, sino en la optimización de la oportunidad de riego basada en una apreciación del estado de humedad del suelo.

Si bien el área en el cual se desarrolló el cultivo a partir del 2011 fue siempre la misma, ésta fue dividida en 4 sectores abarcando distintos lotes dentro de la EEA INTA Balcarce. El cultivo, se implantó en cada uno de ellos cada 4 años, siguiendo una rotación con cultivos de secano (trigo - soja).

El suelo del área de trabajo pertenece a la Serie Balcarce, el cual presenta un perfil muy oscuro, moderadamente profundo y de aptitud agrícola, se encuentra en un paisaje de relieve suave a ondulado en posición de lomas y pendientes de la Subregión Sierras y Pedemonte del Sistema de Tandilia, bien drenado, formado en sedimentos loésicos franco fino, no alcalino, no salino, con pendientes de 1 a 3 %. Cabe destacar que, en el perfil modal de esta serie se detecta un horizonte argílico a partir de los 30 cm y presencia de tosca a partir de los 70 cm.

Para la estimación de las necesidades hídricas del cultivo en el partido de Balcarce, se utilizaron los valores de coeficiente de cultivo (kc, Allen, et al., 2006) propuestos por Della Maggiora (1996). La información meteorológica utilizada para la toma de decisiones sobre el riego provino de la estación meteorológica que funciona en la misma Estación Experimental. El manejo del cultivo fue representativo del que tradicionalmente se desarrolla en la región. La preparación del suelo consistió en tres pasadas de rastras de disco (en los meses de junio, julio y agosto), una pasada de cincel a 25 cm en los meses de agosto y septiembre. A principios de octubre se aplicó 4 l/ha de metalocloro (Dual) que se incorporó con rastra de discos. Previo a la plantación se pasó un conformador de camellones.

Cada año se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. Cada parcela consistió de 4 surcos de 5 metros de largo, separados a 85 cm entre sí. Se utilizó "papa semilla" de dos variedades ampliamente utilizadas en la región y en el país,

Spunta (variedad con destino a consumo fresco) e Innovator (variedad con destino para industria), categoría Prefundación y se plantaron 5 cortes de 50 gr aproximadamente, por metro lineal. La plantación se realizó mecánicamente en el mes de octubre. Se aplicaron 200 kg/ha de fosfato diamónico a la plantación (de acuerdo al análisis de suelo hecho cada año previo a la plantación).

Para el control de malezas se aplicaron 1,5 l/ha de Sencorex en pre-emergencia. Para el control de *P. infestans*: se realizaron 11 aplicaciones con Poliram (2,5 kg/ha). Se aplicó el insecticida Lambda 25 (0,2 l/ha) junto con el fungicida para el control de insectos.

En los meses de marzo o abril (dependiendo de las condiciones climáticas) se cosecharon los dos surcos centrales de cada parcela con cosechadora. La producción de cada surco se pesó y se estimó el rendimiento en t/ha.

Campaña	Variedad	Rendimiento (T/Ha)	Riego (mm)	Pp (mm)	ETR(mm)
2014/2015	Innovator	36.2	300	324.6	461.3
2015/2016	Innovator	35.3	300	274.1	454.9
2016/2017	Innovator	35.5	428	225.2	500.2
2017/2018	Innovator	44.0	285	361.5	438.6
2014/2015	Spunta	36.3	300	324.6	461.3
2015/2016	Spunta	44.0	300	274.1	454.9
2016/2017	Spunta	26.8	428	225.2	500.2
2017/2018	Spunta	40.8	285	361.5	438.6

Tabla 2: Evolución del rendimiento de papa, valores de riego precipitación y evapotranspiración del cultivo durante el período de riego, según variedades

Los resultados muestran que ambas variedades tuvieron similar rendimiento promedio, con una alta variabilidad interanual (entre las 35 y 44 T/ha) debido a las condiciones climáticas y sanitarias de cada temporada. Las láminas de riego aplicadas variaron entre 285 y 428 mm, mientras que las precipitaciones registradas en el mismo período variaron entre 438 y 500 mm. No se pudo comprobar la existencia de tendencias entre la relación rendimiento vs Riego ni con las demás variables climáticas registradas (Pp, ETP, Pp-ETP), considerando la uniformidad interanual de la calidad del agua, la cual provino siempre de la misma perforación (Muestra número 2, en Tabla 1).

#### 4) DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El recurso hídrico del SE bonaerense presenta limitaciones por su calidad y restricciones para su explotación.

Si bien, originalmente los suelos se caracterizaban por un elevado contenido de materia orgánica, ésta ha mostrado descensos en los últimos décadas (Sainz Roza et al, 1999), señalando su paulatina reducción en la fertilidad y calidad de los mismos.

Por otra parte, recientes trabajos indican que el uso continuado y sin límite del agua de riego en cultivos extensivos provoca la alcalinización de los suelos (Costa y Aparicio, 2015), siendo necesario la reducción de las láminas de riego complementario.

Los resultados expuestos indican que no se detectó la existencia de algún tipo de relación entre el rendimiento y la calidad del agua de riego bajo un cultivo de papa con manejo tradicional cuando es el único bajo riego en una rotación de 4 años con cultivos extensivos, Estos valores pueden considerarse como una línea de base que sirva de referencia al analizar diferentes sistemas productivos y agropecuarios y sus rotaciones.

Al mismo tiempo, los resultados podrían indicar la realización del cultivo de papa en el sudeste bonaerense con un uso más conservador del recurso hídrico haciendo más sustentable la producción, evidenciando una alternativa para ampliar la frontera agrícola, disminuyendo los costos de producción y el impacto ambiental que provoca el uso excesivo del riego complementario.

## 5) BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R G; Pereira, L S; Raes, D & Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO, Estudio de Riego y Drenaje 56; 301 pp.
- Costa, J L & Aparicio, V C 2015. Quality assessment of irrigation water under a combination of rain and irrigation. *Agricultural Water Management* 159: 299–306.
- Della Maggiora, A I 1996. Estimación de la evapotranspiración. Aplicación para la programación de riego en el cultivo de papa. *Magister Scientiae en Producción Vegetal*. Universidad Nacional de mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias. 1996.
- Genova, L J 2011. Calidad del agua subterránea para riego complementario en la Pampa Húmeda argentina *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* (2011) Vol 110 (2): 63-81.
- Godz, P, Costa, J L, González Belo, R, Vidal, N A. & Lazovich, M. 1983. La Pampa Deprimida de la Pcia de Buenos Aires. *Hidrología de Grandes Llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría*, 2, 940-968.
- Glok Galli, M; Martínez, D E; Kruse, E E; Grondona, S I & Lima, M L. 2014. Hydrochemical and isotopic characterization of the hydrological budget of a MAB Reserve: Mar Chiquita lagoon, province of Buenos Aires, Argentina. *Environ Earth Sci.*, 72:2821–2835
- FAO. 2015. Estudio del Potencial de Ampliación del Riego en Argentina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. Buenos Aires.
- FRENAPP. 2016. Relevamiento de área sembrada con papa en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Disponible en: <http://www.fenapp.org.ar/la-papa/informes-tecnicos>. Última visita: 30/04/2019.
- Huarte, M. Capezio, S. 2003. Cultivo de papa. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_huarte\\_capezio\\_papa2013.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_huarte_capezio_papa2013.pdf). Última visita: 30/04/2018.
- MOSCIARO, M 2011. Caracterización de la Producción y Comercialización de Papa en Argentina. Área de Economía y Sociología INTA Balcarce, Argentina. 15 p.
- Pilatti, M. A.; Imhoff, S; Ghiberto, O & Marano, R. P. 2006. Changes in some physical properties of Mollisols induced by supplemental irrigation. *Geoderma* 133: 431 – 443.
- Sainz Rozas, H; Echeverría, H E; Angelini, H. 2011. Niveles de Materia Orgánica y pH en suelos agrícolas de la Región Pampeana y Extapampeana argentina. *IPNI, Informaciones Agronómicas* N°2: 6-12.
- Suero, E E; Santa Cruz, J N; Silva Busso, A; Della Maggiora, A I; Yrigoyen, A ., Costa, J L & Gardiol, J M 2002. "Caracterización de los recursos naturales en sistemas bajo riego del Sudeste Bonaerense". *Rev. Inv. Agrop.* 30: 71-90.
- Suero, E E; Santa Cruz, J N & Silva Busso, A. 2008. Sustentabilidad del riego suplementario en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Hoja Hidrogeológica N°14 Río Quequén. PROYECTO BID 1201 OC/AR PICT 08-4675 INFORME FINAL - Parte I. INA – INTA.
- Thornthwaite, C W & Matter, J R. 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology. *Climatology*, 10:185-311.
- Tomás, M; Farenga, M; Bernasconi, M V; Martinez, G; Massone, H; Cabria, F; Calandroni, M; Dillon, G; Mazzanti, D; Pastoriza, E; Pilcic, T; Espinosa, A; Lanari, M E; López, M T; López, J & Salgado, P. 2005. Atlas Digital del Partido de Balcarce Provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Revista Cartográfica* 80-81: 91 - 106.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ACTIVIDAD PGP EN EL CRECIMIENTO TEMPRANO DE CHÍA EN SUELO AGRICOLA SALINIZADO**

**Locatelli M.<sup>1,4</sup>, MF Yañez Yazlle<sup>1</sup>, M. Acreche<sup>2</sup>, VB Rajal<sup>1,3</sup>, V Irazusta<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>INIQUI- CONICET. Universidad Nacional de Salta (UNSa). Av. Bolivia 5150.

<sup>2</sup>INTA, EEA Salta-CONICET

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería, UNSa

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Naturales, UNSa- Becario EVC \*E mail: michelangelo.locatelli@gmail.com

**RESUMEN:** Entre las distintas estrategias utilizadas para mejorar la tolerancia a la salinidad de las plantas una alternativa sustentable consiste en la utilización de bacterias halotolerantes con propiedades promotoras de crecimiento vegetal (PGP). Nuestro objetivo fue evaluar el efecto de la inoculación de las bacterias *Micrococcus luteus* (SA211) y *Bacillus atrophaeus* (HX11) en la germinación y el crecimiento temprano de plántulas de chía bajo estrés salino. Se realizó un ensayo en macetas con 100 g de suelo estéril salinizado con NaCl a 1, 3, 5 y 7 dS/m y con 3 niveles de inóculo: sin bacteria, SA211 y HX11. Cada tratamiento se realizó por triplicado. Se registró peso seco, longitud de planta y raíz a los 9 días de la siembra así como el porcentaje de germinación acumulado. Los datos fueron relacionados entre sí por un Índice de Crecimiento Relativo (ICR). En el control sin bacteria la germinación disminuyó y se retrasó con el aumento de la salinidad, mientras que con SA211 se retrasó pero no sufrió una disminución significativa con el aumento de sal. A 7 dS/m el peso seco para los tratamientos inoculados con SA211 fue significativamente mayor. Respecto al ICR, con 1 dS/m el control obtuvo mayores valores mientras que con 7 dS/m fue 2.9 veces mayor con la inoculación con SA211. Los resultados posicionan a *Micrococcus luteus* (SA211) como un posible candidato a ser utilizado como inoculante para chía en suelos salinos.

**PALABRAS CLAVE:** bacterias halotolerantes, PGP, salinidad, chía.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ALTERNATIVAS DE MANEJO AGROECOLÓGICO Y SU IMPACTO EN LA FERTILIDAD  
DE UN SUELO SALINO DEL NORTE DE CHILE**

**Cairo P.I.<sup>1</sup>, B. A. Díaz <sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Atacama, Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable de Atacama (CRIDESAT). Copayapu 485, Copiapó, Chile. Correo electrónico: pedro.cairo@uda.cl; bladimir.diaz@uda.cl

**RESUMEN:** La salinización del suelo conduce a pérdidas de productividad y desertificación. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto manejo agroecológico en suelos salinos sometidos a la producción de cultivos orgánicos. El área elegida fue un agroecosistema extremadamente degradado (Aridisoles). La finca en estudio es un territorio de 5 ha dividido en 12 campos e involucra un área de cultivo de alfalfa de 3 años. Se seleccionaron y evaluaron tres zonas de estudio a 0-20, 20-40 y 40-60 cm de profundidad. Se realizaron dos experimentos bajo condiciones semicontroladas. En el experimento 1, se asignaron bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones: zeolita sola y combinada con compost y humus de lombriz. El experimento 2 consistió en un estudio niveles de zeolita, con un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones: 1 control, 2- 4 t ha<sup>-1</sup> zeolita, 3-8 t ha<sup>-1</sup> zeolita, 4-12 t ha<sup>-1</sup> zeolita. Los análisis realizados incluyeron: pH, conductividad eléctrica (CE), humedad natural y humedad higroscópica. El manejo del suelo produjo una disminución en el pH (de ligeramente alcalino a neutro) y CE (de ligeramente salina a no salina) después de 8 años. Nuestros estudios muestran que la interacción de la alfalfa, el fertilizante orgánico y la zeolita pueden beneficiar la recuperación de estos suelos.

**PALABRAS CLAVE:** manejo del suelo, fertilizantes orgánicos, zeolita, salinidad, desertificación



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ANALIZANDO EL ESTRÉS SALINO Y LAS RESPUESTAS ECOFISIOLÓGICAS DE ALGARROBOS NATIVOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE RESTAURACIÓN**

**Meglioli P.A.<sup>1,2</sup>, P.E. Villagra<sup>1,2</sup>, J.A Alvarez<sup>1,2</sup>, M.A. Cony<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Investigador, Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales - CCT, CONICET, Mendoza. Av. Ruiz Leal S/N, Parque Gral. San Martín. CP 5500.

<sup>2</sup> Docente, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Almt. Brown 52, Luján de Cuyo, Mendoza. CP 5505.

<sup>3</sup> Profesional Principal, Instituto Argentino de Investigaciones en Zonas Áridas - CCT, CONICET, Mendoza. Av. Ruiz Leal S/N, Parque Gral. San Martín. CP 5500.

**RESUMEN:** Los algarrobos (*Prosopis* spp) son leguminosas ampliamente extendidas en la Argentina gracias a su habilidad por tolerar condiciones de estrés ambiental. En el oasis cuyano, algunas especies resultan atractivas para la restauración de suelos salinizados. Sin embargo, uno de los limitantes de la eficiencia de restauración es que los conocimientos de las especies-procedencias a utilizar y sus respuestas fisiológicas ante el estrés salino resultan aún escasos. El objetivo fue analizar los efectos de la salinidad sobre la ecofisiología de 5 procedencias de *Prosopis flexuosa* (Fiambalá, Chilecito, Mogna, Pipanaco y Talampaya) y 4 procedencias de *P. chilensis* (Fiambalá, Chilecito, Mogna y Andalgalá) en el invernáculo. En un diseño de parcelas divididas, 810 plantines se distribuyeron en 18 bloques conformados por 5 individuos por especie-procedencia. En cada bloque se aplicó riego (solución NaCl) considerando tres tratamientos: T1=0,0 M; T2=0,10 M ó T3=0,25 M (6 repeticiones). Nuestros resultados muestran que todas las especies-procedencias sobreviven luego de 2 meses de iniciado los tratamientos de riego; no obstante, los plantines disminuyen sus parámetros de crecimiento, los potenciales hídricos y las conductancias estomáticas foliares conforme aumenta el nivel de estrés salino. Indicadores de tolerancia a la salinidad, en términos de crecimiento, sugieren que la biomasa área de plantines se reduce entre 41 y 48% para T2 y entre 55 y 65% para T3 en relación al T1. Los plantines de *P. flexuosa* logran mayor altura y número de hojas, aunque menor área foliar, biomasa foliar y caulinar comparados con *P. chilensis* en el riego control. Las diferencias en los parámetros fisiológicos entre ambas especies se mantienen ante situaciones de estrés. Se concluye que la evaluación e integración de múltiples respuestas ecofisiológicas de *Prosopis* spp en condiciones controladas de estrés por salinidad aportan conocimientos esenciales para identificar especies tolerantes de ambientes salinos.

**PALABRAS CLAVE:** Estrés salino, Ecofisiología vegetal, Restauración, Invernáculo.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y RIESGO DE SALINIDAD DE AGUAS PROVENIENTES DE ESTACIONES DE DESALINIZACIÓN POR OSMOSIS INVERSA EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL BRASIL**

**Sousa Júnior F.S<sup>1</sup>, A.M. Oliveira<sup>1</sup>, N.S. Dias<sup>1</sup>, C.S. Fernandes<sup>2</sup>, A.C.M. Souza<sup>2</sup>, J.E.A Araújo<sup>3</sup>, R. Chipana - Rivera<sup>4</sup>, A.C.S. Matos Junior<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Profesor, Universidad Federal Rural del Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900, franciscosouto@ufersa.edu.br

<sup>2</sup> Estudiante, Universidad Federal Rural del Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900

<sup>3</sup> Profesor, Centro de Educación de Jóvenes y Adultos Profesor Alfredo Simonetti, Mossoró, Brasil

<sup>4</sup> Profesor, Universidad Mayor de San Andrés, Calle Héroes del Acre, 1850, La Paz, Bolivia

**RESUMEN:** Debido a la escasez de recursos hídricos en la región semiárida del Brasil, el aprovechamiento de las aguas subterráneas es una alternativa para la seguridad hídrica de las familias rurales de comunidades dispersas. Sin embargo, la mayoría de las aguas provenientes de pozos son salinas y necesitan ser tratadas para su potabilización. En tal sentido, se instalaron varias estaciones de tratamiento con el objetivo de purificar las aguas salinas de los pozos subterráneos, para el abastecimiento de comunidades distantes de los centros urbanos. En ese contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad físico-química y clasificar las aguas provenientes de diferentes plantas de desalinización por ósmosis inversa, instaladas en comunidades rurales del Oeste Potiguar Brasileño. Se colectaron, durante un ciclo hidrológico, muestras de las fuentes de suministro de agua al sistema (pozos salinos), de la salmuera de rechazo y del agua purificada en el proceso de ósmosis inversa, para evaluar los parámetros físico-químicos y su clasificación respecto a los riesgos potenciales en caso de ser usados en el riego. Los resultados muestran que la desalinización por ósmosis inversa produce aguas con baja concentración salina, siendo que el 68% de las muestras se clasifican en la clase C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>; 25% en la clase C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> y; sólo el 7% en la clase C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>. Con respecto a la salmuera de rechazo, el 93% de las muestras se clasificaron como C<sub>3</sub> o C<sub>4</sub> en los cuatro períodos de recolección, es decir, representa riesgos altos y/o extremadamente altos de salinización de suelos.

**PALABRAS-CLAVE:** Salinidad, ósmosis inversa, agua residual.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**CAMBIOS FOTOSINTÉTICOS Y COMPARTIMENTALIZACIÓN DE RESERVAS INFLUENCIADAS POR CLONES DE INJERTOS Y PORTO-INJERTOS ASOCIADAS A LA RESTRICIÓN HÍDRICA**

**Lima J.S.<sup>1</sup>, J.M. Maia<sup>2</sup>, A.F. Silva<sup>3</sup>, P.O.C. Costa<sup>4</sup>, R.M.N. Mendonça<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Estudiante de maestría del Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Rua Domitila Cabral de Castro S/N, Sala: 310, Campina Grande, PB, Brasil

<sup>2</sup> Profesor de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Rua Domitila Cabral de Castro S/N, Sala: 310, Campina Grande, PB, Brasil – [jmouram@uepb.edu.br](mailto:jmouram@uepb.edu.br)

<sup>3</sup> Doutorado del Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rodovia PB 079 - Km 12 - Areia, PB, Brasil

<sup>4</sup> Laboratório de Tecnologias da Produção Vegetal, UEPB, Sítio Cajueiro, S/N, Zona Rural, Catolé do Rocha, PB, Brasil

<sup>5</sup> Profesora del Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rodovia PB 079 - Km 12 - Areia, PB, Brasil

**RESUMEN:** *Anacardium occidentale* es una especie importante para Brasil, con gran relevancia en la región noreste. Uno de los factores limitantes para el desarrollo de ese cultivo en la región semiárida de Brasil es la irregularidad de las lluvias. De esta manera, es necesario la búsqueda de alternativas que puedan mejorar el desempeño de esa especie en condiciones de déficit hídrico. Una de las posibilidades es a través del uso de plantas injertadas, pues es posible la utilización de clones con alta capacidad adaptativa. Así en el presente estudio se caracterizó la mejor combinación entre diferentes clones del *A. occidentale*, a través de la evaluación del estatus hídrico, actividad fotosintética y compartimentación de reservas bajo diferentes regímenes hídricos. El trabajo fue realizado en condiciones de campo en el Sector Experimental de la Universidad Estadual da Paraíba (UEPB), ubicado en el municipio de Catolé do Rocha. Se evaluó las siguientes combinaciones de injerto / porta-injerto: CCP 76/CCP 76 (autoinjerto del clon CCP 76), CCP 76/BRS 226, BRS 226/BRS 226 (autoinjerto del clon BRS 226) y BRS 226 (CCP 76, sometidas a diferentes regímenes hídricos (25%, 50%, 75% y 100% de la evapotranspiración del cultivo), con 3 bloques, totalizando 48 unidades experimentales, habiendo 16 plantas como bordaduras, totalizando 64 plantas en total. Se verificó que las plantas injertadas con el clon BRS 226 tienen una mejor adaptación al déficit hídrico. En la mayoría de las variables relacionadas con la fotosíntesis y también una mayor cantidad de azúcares en las hojas, entre las combinaciones estudiadas, se destaca la combinación BRS 226/CCP 76, que presentó los mejores resultados para la mayoría de las variables relacionadas con fotosíntesis y también una mayor cantidad de azúcar en la hoja.

**PALABRAS CLAVE:** marañón; fotosíntesis; azúcares.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**COMPORTAMIENTO DE *Sporobolus phleoides* Hack EN SUELOS SALINOS**

**Díaz C. C.<sup>1</sup>, J. I. Tuda <sup>1</sup>, H. P. Apezteguía<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Cátedra Manejo de Suelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Avenida Valparaíso s/n. Córdoba Capital. - caroladiaz@agro.unc.edu.ar

**RESUMEN:** En la provincia de Córdoba los suelos halomórficos representan más de 2 millones de hectáreas. Parte de estos corresponden al sector NE, cercano a la laguna Mar Chiquita. En una pastura de *Chloris gayana* Kunt, implantada 5 años atrás, existen manchones de suelo desnudo con eflorescencias salinas, parcialmente colonizados por *Sporobolus phleoides* Hack, gramínea nativa, endémica, de ciclo perenne. Se consideró promisorio su capacidad como recuperadora de suelos y se planteó el siguiente objetivo: Evaluar el comportamiento de *Sporobolus phleoides* en condiciones fuertemente salinas en comparación con *Chloris gayana*. Se midió la conductividad eléctrica y el pH en suelo cubierto con *Chloris gayana* (CG), suelo desnudo (SDes) y suelo cubierto con *Sporobolus phleoides* (SP). Se realizó un muestreo dirigido de 3 repeticiones para cada situación de cobertura, en 4 profundidades 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60cm, 60-80cm y 80-100cm. La Ce resultó CG 6 dS/m, SP 12,85 dS/m y SDes 14,53 dS/m en los primeros 20 cm; CG es significativamente menor que las otras dos condiciones, las que no se diferencian entre ellas. De 20 a 40 cm se repitió la tendencia con valores ligeramente superiores y a partir de 40 a 60 cm no hubo diferencias significativas entre los tres. Los valores de pH siguieron igual tendencia siendo en CG 7,57; en SP 7,96 y en SDes 8,13 en la primera y segunda profundidad con iguales diferencias significativas No diferenciándose a partir de los 60 cm con valores superiores a 8 alcanzando 8,33 en algunas muestras. Se explica los menores valores de CE y pH en CG por la actividad biológica durante más tiempo, (SP colonizó posteriormente). Queda demostrada la capacidad de SP de vegetar en condiciones de fuerte salinidad. Son necesarias mayores investigaciones pero estos resultados preliminares son auspiciosos.

**PALABRAS CLAVE:** Fitorremediación, *Chloris gayana* Kunt, Conductividad eléctrica.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**DESALINIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS SALOBRES EN EL SEMIÁRIDO  
BRASILEÑO: ALTERNATIVA PARA CONSUMO Y PRODUCCIÓN AGRÍCOLA FAMILIAR**

**Dias N.S.<sup>1</sup>, A.C.M. Souza<sup>2</sup>, C.S. Fernandes<sup>2</sup>, E.J.V. Santos<sup>2</sup>, A.C.S. Matos Júnior<sup>3</sup>, J.E.A.  
Araújo<sup>3</sup>, M.A. Moreno-Pizani<sup>4</sup>, A.J. Farias-Ramirez<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900, nildo@ufersa.edu.br.

<sup>2</sup> Estudante, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Brasil, 59625-900.

<sup>3</sup> Professor, Centro de Educação de Jovens e Adultos Professor Alfredo Simonetti, Mossoró, Brasil.

<sup>4</sup> Instituto de Pesquisas e Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas (IPECEGE), Piracicaba, São Paulo, Brasil, 13418-445.

**RESUMEN:** Las fuentes hídricas subterráneas son opciones viables para garantizar el acceso al agua de la población rural en regiones semiáridas, sin embargo, debido a la alta salinidad, la mayoría de estos recursos hídricos presentan restricciones de uso para el desecho humano o para la agricultura. Como medida gubernamental, se instalaron varias estaciones de tratamiento de agua por ósmosis inversa, a fin de obtener agua potable. Sin embargo, en la desalinización se genera, además del agua potable, un desecho salino que, generalmente, no recibe ningún tratamiento o destino adecuado. Considerando el volumen de desecho salino producido en las estaciones de tratamiento instaladas y la limitación de la producción agrícola debido a la escasez de agua en la región, se hacen necesarios estudios que cuantifiquen el potencial de utilización agrícola de los desechos salinos. Así, una investigación-acción para la producción agrícola familiar utilizando desecho de la desalinización como soporte hídrico fue desarrollada en el Asentamiento rural Santa Elza, localizado en el municipio de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. La investigación constituida por subsistemas integrados, en los que, inicialmente, el agua del pozo salino es bombeada a la estación de tratamiento para producir agua potable; el desecho salino es destinado a dos viveros de creación de tilapias; el efluente de la piscicultura, enriquecido con materia orgánica, es utilizado como fuente hídrica y nutricional para el cultivo de hortalizas. Los resultados del estudio muestran beneficios socioambientales y económicos del sistema integrado de producción utilizando el desecho salino. El proyecto contribuye a las políticas de combate a la desertificación en el Nordeste brasileño y para el manejo sustentable de los recursos hídricos.

**PALABRAS CLAVE:** Seguridad alimentaria, piscicultura, reutilización.

**INTRODUCCIÓN:**

En el semiárido brasileño, un gran desafío es promover el abastecimiento de agua a las familias residentes en las áreas rurales y, además, proporcionar de capacidades productivas a esas comunidades (Souza *et al.*, 2015). Las aguas subterráneas son señaladas como una alternativa viable para garantizar el acceso de estas comunidades al agua, a partir de inversiones públicas en la perforación de pozos tubulares, pero la mayoría de las veces,



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



debido a problemas de salinidad (Knapp, Baerenklau, 2006), estas aguas tienen severas restricciones de uso para fines de consumo humano y de riego (Antia, 2015).

Para solucionar este problema, a través del "Programa Agua Buena", el Gobierno Federal Brasileño instaló en varias comunidades y asentamientos rurales del semiárido estaciones de desalinización por ósmosis inversa, a fin de obtener agua potable para los agricultores familiares por medio de la desalinización de aguas salinas y salobre de pozos. El empleo de esta tecnología aminora las precarias condiciones de abastecimiento hídrico en las localidades nordestinas contempladas por los programas gubernamentales en este ámbito.

Sin embargo, en el proceso de desalinización se genera, además del agua potable, una salmuera que puede contaminar los suelos y los cuerpos hídricos (Mohamed *et al.*, 2005). Considerando el número estimado de desalinizadores instalados en el Noreste Brasileño está alrededor de 2000 estaciones, y en la mayoría de los casos un gran volumen de la salmuera proveniente de la osmosis inversa no recibe ningún tratamiento y/o aprovechamiento (Soares *et al.*, 2006) y aun así, son depositados en la superficie del suelo provocando problemas de salinización secundaria (Oliveira *et al.*, 2017).

En consecuencia, para un uso sustentable de las estaciones desalinizadoras para la purificación de las aguas de los pozos en la región rural del semiárido brasileño, se requiere el control y la disposición adecuada del desecho salino generado para minimizar los efectos colaterales en la contaminación de los suelos receptores.

De esta forma, el objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de uso agrícola del desecho salino en un sistema de producción integrada en un área rural del semiárido de potiguar, en Brasil.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

### **- Ubicación y descripción del experimento**

La investigación-acción fue desarrollada en el Asentamiento rural Santa Elza (5 ° 06'50.29 "S, 37 ° 31'9.86" O), municipio de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil y, se constituyó de subsistemas integrados y sostenibles visando el uso agrícola del desecho de los desalinizadores, que son: inicialmente, el agua salina del pozo que es bombeada hasta la estación de tratamiento, beneficiando a las familias con agua potable para su consumo diario; el desecho salino generado en el proceso de desalinización se destina a 2 viveros de piscicultura con área de 180 m<sup>2</sup> (volumen de 115.000 L y 1,50 m de profundidad) para la creación de tilapias (especie tolerante al agua salada), suministrando alimento rico en agua, proteínas para las familias; el efluente de la piscicultura, enriquecido en materia orgánica, es almacenado en tanques de irrigación construidos que, posteriormente es utilizado como soporte hídrico y nutricional en el cultivo de hortalizas orgánicas.

### **- Cría de tilapias con desecho salino**

En este subsistema, el desecho salino fue drenado a los viveros y, después de su completo llenado, éstos fueron poblados con 500 alevines de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) con longitud y el peso medio de 17 cm y 90 g, respectivamente. El crecimiento y la ganancia de biomasa de las tilapias fueron monitoreados semanalmente por medios de la biometría, siendo ésta realizada por muestreo en el 20% de la población desde la fase de alevines hasta la de los peces, cuando alcanzaban peso medio comercial de 600 g.

Los peces eran alimentados con raciones extrusadas, con contenidos de proteína bruta (PB) variando en las fases crecimiento (35% PB) y engorde (con 32% PB). La frecuencia de arraigo de los peces se dio diariamente en cuatro horarios distintos: 8:00, 10:00, 13:00 y



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



15:00 h. El reajuste de la ración ocurría semanalmente, de acuerdo con la biometría y las recomendaciones del fabricante.

El primer ciclo de cultivo de tilapias con desecho salino fue contemplado en cuatro meses después de la reproducción en los viveros. Los peces fueron capturados, pesados y medidos para obtener los datos de crecimiento y el índice de conversión de alimentos. El índice de conversión alimenticia se calculó dividiendo la cantidad total de alimento suministrada por la ganancia de peso de los peces; ya la ganancia de peso se calculó restando la producción obtenida en el vivero y el total de pescado en el almacenamiento.

#### **- Huerta orgánica fertirrigada con efluente de la piscicultura**

En este subsistema, las hortalizas fueron fertirrigadas con desecho salino después de la utilización en los viveros de cría de tilapias, es decir, el efluente de la piscicultura, enriquecido con materia orgánica oriunda de la ración y de los desechos de los peces, el cual era descartado en un tanque receptor.

Las hortalizas fueron cultivadas en ambiente protegido con malla negra 50% construido de madera con 6,00 m anchura x 10,00 m longitud. Se utilizaron los principios sistemáticos de la sostenibilidad agrícola en bases ecológicas, destacándose la reutilización del agua. La metodología desarrollada fue la planificación participativa, en que todas las actividades del proyecto fueron pensadas y realizadas colectivamente con los agricultores.

Las hortalizas (lechuga, cebolla, cilantro, rúcula, pimentón, remolacha, zanahoria, tomate, etc.) se cultivaron utilizando un sistema de riego localizado y crecido en “canteros inteligentes”, los cuales fueron construidos con 0,80 m de ancho x 5 m de largo, con una superficie impermeabilizada con lona plástica y, a continuación, rellena con material de suelo + estiércol de bovinos + sustratos vegetales (fibra de coco, restos vegetales, polvo de sierra, etc.), componiendo un sistema alternativo de distribución de agua y sales en el suelo que promueve el uso económico del agua y el control de la salinidad en la zona radicular. Además, el efluente rico en materia orgánica asociado a la irrigación localizada y al uso del cantero inteligente mejora la absorción de agua por las plantas debido a la reducción del potencial matricial del suelo y disminuye los efectos perjudiciales de la salinidad del efluente sobre las plantas, aumentando su tolerancia a las sales.

Durante los 6 meses de implantación de la huerta se evaluó la producción (peso medio, número de frutos y rendimiento por área) y la calidad nutricional (pH, SST, Acidez, proteína, vitamina C y fibra alimentaria) de los productos cosechados. A partir de metodologías participativas se caracterizaron las especies vegetales espontáneas y animales (abejas, hormigas, mariposas, cucarachas y otros insectos), así como se registrarán en cartillas las principales prácticas de manejo adoptado por los asociados, valorizando sus experiencias y saber empírico.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **- Producción de tilapias en viveros utilizando agua de desecho salino**

La tasa de conversión alimenticia obtenida fue de 1,5: 1. Conforme a Lovshin (1997), esa tasa es considerada alta y es de fundamental importancia para que el sistema intensivo de creación de tilapias sea económicamente viable. En este contexto, considerando la conversión alimenticia encontrada, el costo con alimentación fue de R \$ 1,20 kg<sup>-1</sup> (USD 0,67 kg<sup>-1</sup>) de pescado. Sin embargo, esta tasa puede variar de acuerdo con el sistema de cría, la



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



forma y la frecuencia de la alimentación, distribución del alimento, ambiente de cría, tamaño, sexo de los peces, densidad de almacenamiento, calidad y temperatura agua.

Se comercializaron cerca de 400 kg de tilapias, con peso medio de 620 g por tilapias, siendo comercializado por R\$ 12,00 kg<sup>-1</sup> (ingreso bruto de R\$ 7.440,00) (USD 4.133,33). Estos resultados indican que la creación de tilapias es una de las alternativas para disponer el desecho de la desalinización del agua salobre, ya que la especie es bastante productiva en agua con alta salinidad, debido a que en el presente trabajo se verificaron conductividades eléctricas (CE) entre 2,47 e 3,9 dS m<sup>-1</sup>.

En el presente estudio se analizaron los resultados obtenidos en el estudio de la producción de tilapias con agua salina en Caatinga Grande, São José do Seridó-RN, donde se registró después de 1 año de implantación, una producción de 70 kg de pescado con generación de renta de R\$ 2.560,00 (USD 1.422,22).

#### **- Huerta orgánica utilizando efluente de la piscicultura como soporte hídrico**

Las hortalizas producidas fueron cuantificadas basándose en su comercialización realizada semanalmente en la feria de la Asociación de Productores Orgánicos de Mossoró, Brasil (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimientos promedio semanal de las hortalizas cultivadas bajo riego con efluente de la piscicultura.

Hortalizas	Rendimiento medio semanal
Lechuga crespa ( <i>Lactuca sativa</i> ).	50 Unidades
Cilantro ( <i>Coriandrum sativum</i> )	45 Manojos
Cebollin ( <i>Allium schoenoprasum</i> ).	26 Manojos
Col ( <i>Brassica oleracea</i> ).	40 Manojos
Rúcula ( <i>Eruca sativa</i> ).	30 Manojos
Tomate cereza <i>Solanum lycopersicum</i> )	10,0 kg
Pimentón ( <i>Capsicum annuum</i> )	12,0 kg
Zanahoria ( <i>Daucus carota</i> )	7,0 kg
Remolacha ( <i>Beta vulgaris esculenta</i> ).	6,0 kg

Es importante resaltar que hay que considerar los efectos de la salinidad del efluente utilizado en la fertirrigación sobre la reducción de la producción de hortalizas. En el presente trabajo, la producción de hortalizas se mostró resultados satisfactorios de CE próximos a los 3,9 dS m<sup>-1</sup>. De acuerdo con Silva *et al.* (2014) el máximo rendimiento para variables de crecimiento de la cebolla fue obtenido con CE del agua de 2,0 dS m<sup>-1</sup>. Santos *et al.* (2012) concluyeron que hay una reducción relativa del 10% en la producción de la rúcula cuando se regula con CE entre 3,5 y 5,5 dS m<sup>-1</sup>. En cuanto a la lechuga y la remolacha, la salinidad límite de tolerancia es de 1,3 y 4,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, siendo estas clasificadas como sensibilidad y tolerancia, respectivamente.

Sin embargo, los óptimos rendimientos de las hortalizas cuando fueron fertirrigados con efluente de la piscicultura observados en el presente estudio fue debido, probablemente, al hecho de la presencia de nutrientes en el efluente - enriquecido por la excreción de los peces y de las raciones suministrada en los viveros, por haber estimulado el crecimiento vegetativo de las plantas debido a la mejora de la fertilidad del suelo, especialmente la incorporación de materia orgánica (Andrade Filho *et al.*, 2013).



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



Además, los resultados sugieren que el cultivo de hortalizas con efluente salino produce rendimientos socioeconómicos aceptables, debido al aprovechamiento del potencial hídrico del desecho salino y, también a los impactos resultantes cuando este residuo descartado en el suelo ante la escasez hídrica en el semiárido.

La implantación de la huerta en la comunidad tuvo gran éxito, especialmente porque desmitificó la cultura de los habitantes de que el desecho de la desalinización del agua era inadecuado para cualquier fin y, con ello, despertó la curiosidad de cultivarlos. Actualmente, el proyecto es desarrollado por los agricultores de las localidades, teniendo poca intervención de la Universidad, dada la experiencia adquirida por el grupo. La producción excedente se vende en la comunidad y en una feria de agricultura familiar. Los recursos procedentes de las ventas del excedente son para cubrir los costes de los gastos de producción.

La producción de hortalizas enriquece la dieta alimentaria y la calidad nutricional de la alimentación de las familias y, aún incrementa los ingresos con la venta del excedente. Se observa en la Tabla 2 los valores nutricionales de las hortalizas cultivadas y cosechadas en la huerta.

**Tabla 2.** Valores nutricionales de hortalizas fertilizadas con efluentes de piscicultura.

Hortaliza	Proteínas	Vitamina C	Fibra alimentaria
	(g 100 g <sup>-1</sup> )	(mg 100 g <sup>-1</sup> )	(g 100 g <sup>-1</sup> )
	Santa Elza	Santa Elza	Santa Elza
Lechuga	0,79	19,13	2,18
Cilantro	17,20	10,12	35,50
Cebollin	3,60	55,12	2,60
Col	3,20	95,26	3,61
Rúcula	1,60	38,70	1,50
Tomate	0,83	28,10	1,16
Pimentón	0,80	190,20	2,03
Zanahoria	1,41	5,83	4,23
Remolacha	1,36	4,70	1,98

Se puede inferir que la calidad nutricional de los alimentos producidos en las huertas orgánicas de Santa Elza es similar a los encontrados en la literatura para hortalizas orgánica o convencional (UNICAMP, 2014). Sin embargo, se resalta que la composición química de alimentos de origen vegetal no depende sólo de un factor de producción aislado, sino de un conjunto de factores y sus interacciones como fertilización, tipo de suelo, presencia de plagas y enfermedades, clima, cosecha, y características genéticas de la planta.

## CONCLUSIONES

La salinidad del desecho de la desalinización, utilizados como soporte hídrico de los viveros de piscicultura, no interfirió en el peso medio y en la tasa de conversión alimenticia de las tilapias;

El uso de la fertirrigación con efluente de la piscicultura mejoró la fertilidad de los suelos e inhibió los efectos perjudiciales de la alta salinidad del desecho bajo el crecimiento, rendimiento y calidad nutricional de las hortalizas.

Las acciones de la investigación demuestran viabilidad técnica, económica y socioambiental del uso "noble" del desecho salino en la producción agrícola familiar, con miras a la



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



generación de ingresos en Comunidades y Asentamientos rurales que enfrentan problemas hídricos.

La tecnología social implementada es una alternativa de garantía de la seguridad alimentaria y nutricional de los agricultores familiares del semiárido, pudiendo ser replicada a otras localidades.

## REFERÊNCIAS

- Andrade Filho J, ON Sousa Neto, NS Dias, IB Nascimento, JF Medeiros & CR Cosme. 2013. Atributos químicos de solo fertirrigado com água residuária no semiárido brasileiro. *Irriga* 18: 661-674, 2013.
- Knapp KC & KA Baerenklau. 2006. Ground water quantity and quality management: Agricultural production and aquifer salinization over long time scales. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 31: 616-64.
- Lovshin LL. Worldwide tilapia culture. 1997. In *Workshop International de Aquicultura*, São Paulo, Brazil.
- Lucas D. 2012. O programa água doce/Sede zero [on line]. Disponível em: <<http://www.mineiropt.com.br/fotosnoticia/arq46e94fc797bed.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.
- Mohamed AMO, M Maraqa & J Al Handhalyb. 2005. Impact of land disposal of reject brine from desalination plants on soil and groundwater. *Desalination* 182: 411-433.
- Oliveira AM, NS Dias, JJR Freitas, DFF Martins & LN Rabelo. 2017. Avaliação físico-química das águas do processo de dessalinização de poços salobros e salinos em comunidades rurais do oeste potiguar. *Águas Subterrâneas* 31: 58-73, 2017.
- Patel KP, RR Pandaya, GL Maliwal, KC Patel, VP Ramani & V George. 2004. Heavy metal content of different effluents and their relative availability in soils irrigated with effluent waters around major industrial cities of Gujarat. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 52: 89-94.
- Santos RSS, NS Dias, SN Duarte & CJGS Lima. 2012. Uso de águas salobras na produção de rúcula cultivada em substrato de fibra de coco. *Revista Caatinga* 25: 113-118.
- Silva PF, VS Cavalcante, JCC Santos, ES Costa, & JTV Barbosa. 2014. Análise quantitativa da cebolinha irrigada com água salina. *Comunicata Scientiae* 5: 241-251.
- Soares TM, IJO Silva, SN Duarte & EFF Silva. 2006. Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10: 730-737.
- Souza FI, NS Dias, ON Sousa Neto, JC Portela, ACM Souza, VCN Porto & FS Sousa Junior. 2015. Agricultural potential of reject brine from water desalination. *African Journal of Agricultural Research* 10: 4713-4717.
- Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. 2011. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). 4 ed. Campinas, Brasil. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco>>. Acesso em: 4 set. 2018.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**DIVERSIDAD DE LAS ALGAS EDÁFICAS DE SALINAS DE BEBEDERO, SAN LUIS, ARGENTINA**

**Daruich G.J.<sup>1,2</sup>, B.C. De Giuseppe<sup>2</sup>, L.R. Sosa<sup>1,2</sup>, J.H. Ulacco<sup>2</sup>, F.A. Icazatti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Área de Ecología, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, j.jorgelina@gmail.com

<sup>2</sup> Integrantes PROICO 2-3918, Universidad Nacional de San Luis.

**RESUMEN:** El estudio describe la diversidad algal presente en suelos salinos. En esta primera etapa, la identificación de las especies fue morfológica y cualitativa. El muestreo se realizó en diferentes puntos de la Cuenca de Salinas del Bebedero, abarcando desde el norte al sur, siguiendo un patrón longitudinal. Las muestras del suelo fueron tomadas hasta un metro de profundidad, además se midieron parámetros físicos químicos: pH, conductividad, temperatura, K, Na, Mg y Ca; carbonatos, sulfatos, cloruros, materia orgánica, humedad higroscópica y textura. En laboratorio, las muestras fueron preservadas con formaldehído al 4% y luego se hicieron las diluciones correspondientes para la observación al microscopio óptico. Se analizó un total de diez muestras en las cuales se identificaron 33 taxas, 3 corresponden a *Cyanophyceae* y el resto estuvo comprendido por *Bacillariophyceae*. Los géneros mejor representados lo constituyeron las diatomeas *Epithemia* y *Campylodiscus*. La diversidad algal estuvo condicionada por los factores físicos y químicos del suelo. Se evidenció una sustitución de especies entre los distintos niveles en las muestras analizadas. El aumento de carbonatos en la zona cercana al Arroyo se correlacionó con la heterogeneidad algal. Profundizar sobre este tipo de estudios nos permitirá ampliar los conocimientos de estas especies adaptadas a ambientes extremos.

**PALABRAS CLAVE:** diversidad algal, suelos salinos, sustitución de especies, diatomeas.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **EFFECTO PGP DE BACTERIAS HALOTOLERANTES EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE QUINOA BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD**

**Yañez Yazlle M.F.<sup>1</sup>, N. Romano Armada<sup>1,3</sup>, M. Acreche<sup>2</sup>, VB Rajal<sup>1,3</sup>, V Irazusta<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>INIQUI- CONICET. Universidad Nacional de Salta (UNSa). Av. Bolivia 5150. \*E mail: Florenciayanez93@gmail.com

<sup>2</sup>INTA, EEA Salta-CONICET

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería, UNSa

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Naturales, UNSa

**RESUMEN:** Los microorganismos halófilos con propiedades promotoras de crecimiento vegetal (PGP) constituyen una alternativa para la re-utilización de los suelos salinos. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto de la inoculación de los microorganismos: *Micrococcus luteus* (SA211), *Bacillus atrophaeus* (HX11) y *Halomonas* sp. (SFsal) en la germinación y el crecimiento de plántulas de quinoa en estrés salino. Se realizaron dos ensayos: i) en agar agua con 15, 200, 300 y 400 mM de NaCl y con 6 niveles de inóculo: Sin bacteria, SA211, HX11, SFsal, y dos consorcios: C1 (SFsal con SA211) y C2 (HX11 con SA211) y ii) en medio MS/2 sin sal y con 200 y 400 mM de NaCl utilizando 4 niveles de inóculo: Sin bacteria, SA211, HX11, y C2. Se registró porcentaje de germinación, peso seco y longitud de planta y raíz relacionados por un índice de Crecimiento Relativo (ICR). Los resultados indican que a mayor salinidad la germinación disminuye y se retrasa. En agar agua en 400 mM de NaCl, sólo los tratamientos inoculados con HX11 y C2 mostraron una germinación superior al 80%, el doble que en los otros tratamientos. En el medio MS/2 se observó la misma tendencia, con valores más elevados de germinación en los tratamientos inoculados. Respecto al ICR, en ambos medios HX11 presenta los mejores valores en las condiciones de mayor salinidad. En conclusión, la bacteria *Bacillus atrophaeus* (HX11) resulta prometedora para continuar su evaluación en suelos salinos.

**PALABRAS CLAVE:** bacterias halófilas, PGP, salinidad.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> DE UN HUMEDAL DE SAN LUIS**

**Barbosa O.A.<sup>1</sup>, M.N. Jaeschke<sup>2</sup>, D.A. Policino<sup>2</sup>, J.L. Mores<sup>2</sup>, R.A. Cerda<sup>2</sup>, D.A. Riscosa<sup>2</sup>,  
D.N. Belgrano Rawson<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Profesor Titular, Dpto Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ingeniería y Cs Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis, Avenida 25 de mayo 384, 5730 Villa Mercedes (SL). baldibarbosa@yahoo.com.ar.

<sup>2</sup> Integrantes PROICO 14-0116, FICA, Universidad Nacional de San Luis.

**RESUMEN:** El objetivo del trabajo fue estimar la emisión de CO<sub>2</sub> de los tipos fisonómicos del humedal “Bajo La Salada” en invierno y verano. El área comprende 81,4 hectáreas a 5 km al norte de Villa Mercedes con una altura de 505 msnm. Se localizaron parcelas en cada tipo fisonómico y se determinó el CO<sub>2</sub> liberado en trampa alcalina (invierno y verano). Los resultados del ANOVA del CO<sub>2</sub> y del CO<sub>2</sub> acumulado en ambas estaciones indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para todos los tipos fisonómicos y días de medición, con una fuerte interacción entre ellos. Se determinó una correlación entre el CO<sub>2</sub> acumulado de cada uno de los tipos fisonómicos y los días de observación, ajustando a modelos lineales. Fue determinado un modelo de ajuste lineal ( $p < 0,05$ ) para describir la relación entre el CO<sub>2</sub> acumulado y las variables independientes: días, porcentaje de humedad y carbono orgánico en invierno y verano ( $R^2 = 82,2$  y  $90,4$  respectivamente). El CO<sub>2</sub> acumulado del testigo abierto correlaciona positivamente con las sumatoria de los tipos fisonómicos ( $R^2=0,98$  y  $R^2=0,99$ ). Se concluye que: a) Existió una buena eficiencia para medir el CO<sub>2</sub> con la metodología utilizada. b) Los resultados de CO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> acumulados muestran diferencias significativas en las emisiones invernales y estivales, para todos los días y tipos fisonómicos con una fuerte interacción entre ellos. c) Se encontró un modelo de ajuste lineal para describir la relación entre el CO<sub>2</sub> acumulado y las variables independientes: días, porcentaje de humedad y carbono orgánico; tanto para invierno como verano. d) Existe una buena correlación entre el CO<sub>2</sub> acumulado de los tipos fisonómicos y los días de observación, ajustando a modelos lineales. e) El CO<sub>2</sub> acumulado del testigo abierto mostró una alta correlación tanto en invierno como en verano con la sumatoria de CO<sub>2</sub> acumulada de todos los tipos fisonómicos.

**PALABRAS CLAVE:** Emisión de CO<sub>2</sub>, humedal, Invierno, Verano, San Luis.

**INTRODUCCION:**

Debido al incremento en la concentración CO<sub>2</sub> atmosférico, existe actualmente una creciente preocupación de la comunidad científica sobre el potencial de captura de carbono de varios ecosistemas. Sin embargo, la mayoría de los estudios están relacionados con sistemas agrícolas y forestales y se le ha dado poca atención a los humedales (Moreno-May *et al.*, 2010).

Los humedales constituyen el 6% del área terrestre global (Mitsch & Gosselink, 2013), pero es uno de los ecosistemas más productivos del planeta y juegan un papel fundamental en el ciclo de carbono (Pant *et al.*, 2003) por sus bajas tasas de descomposición de materia orgánica relacionadas con condiciones de saturación de agua que crean ambientes anaeróbicos.

Este aspecto funcional que los humedales pueden desempeñar ha cobrado importancia en los últimos años, entendiéndose que la capacidad para secuestrar carbono se debe a las reducidas tasas de mineralización de la materia orgánica y a la elevada cobertura de la

vegetación, que contribuyen de esta manera a reducir los incrementos de dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera (Goodfriend *et al.*, 1998; González-Alcaraz *et al.*, 2012; Mitsch *et al.*, 2012) como así también otros gases de efecto invernadero (Marín-Muñiz *et al.*, 2015; Richards & Craft, 2015).

La concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero ha aumentado a partir de la revolución industrial y particularmente en los últimos 50 años debido a las diversas actividades humanas, sobre todo la utilización de combustibles fósiles y los cambios en el uso de los diferentes tipos de suelos. Lo anterior, ha contribuido a cambios en el clima del planeta (IPCC, 2001).

Debido a los escasos antecedentes, este trabajo pretende generar nuevos conocimientos especialmente en lo que respecta a la emisión de CO<sub>2</sub> de estos ambientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS:

El área de estudio se localiza por autopista 55 a 5 km al norte de la ciudad de Villa Mercedes en la depresión que se denomina “Bajo la salada”. Dicho sector se localiza a los 33° 37’ de latitud sur y 65° 25’ longitud oeste, con una elevación sobre nivel del mar de 505 m, comprendiendo unas 81,4 ha.

En trabajos anteriores, Pacheco *et al.* (2010) determinaron seis tipos fisonómicos y Barbosa *et al.* (2014, 2017) caracterizaron y clasificaron los suelos del área que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos fisonómicos, especies dominantes y clasificación taxonómica de suelos.

Subpaisaje	Símbolo	Tipo fisonómico	Especie dominante	Suelo
Sector llano	<b>A</b>	Monte halófilo (Mth)	<i>Prosopis caldenia</i> y <i>Geoffroea decorticans</i>	Haplustol típico
Sector alto	<b>B</b>	Matorral halófilo (Mh)	<i>Atriplex spp</i> (zampa)	Ustortente típico
Sector bajo con salinidad en superficie	<b>C</b>	Parches de arbustal halófilo rastrero (Pahr)	<i>Sarcocornia neei</i> (jume)	Epiacuyente típico
	<b>D</b>	Pradera halófila abierta (Pha)	<i>Distichlis spicata</i> (pasto salado)	Epiacuyente típico
	<b>E</b>	Pradera halófila densa (Phd)		Epiacuyente típico
Cauce y lagunas temporarias	<b>F</b>	Playa salina (Ps)	Suelo desnudo	Epiacuyente típico

Se determinó en cada tipo fisonómico el CO<sub>2</sub> liberado por el suelo en trampa de solución alcalina (Zibilske, 1994), mediante la colocación de tres repeticiones en cada una de ellas durante 10 días (1, 2, 3, 5, 7 y 10 días). Un testigo no cerrado fue colocado en la pradera halófila abierta (en la mitad del humedal). En las determinaciones de verano adicionalmente se colocó una protección a los fines de que el sol no eleve en forma excesiva la temperatura de los frascos produciendo su pasteurización.

La evolución del CO<sub>2</sub> se llevó a cabo acumulando los valores liberados y graficándose las curvas de CO<sub>2</sub> versus días de duración del ensayo de manera de ajustar diferentes curvas de regresión.

Estacionalmente fueron tomadas muestras de los primeros 3 cm de suelo para calcular el porcentaje de humedad y el contenido de carbono del suelo.

Fueron obtenidos los datos de temperatura a 5 cm de profundidad cada quince minutos de la estación meteorológica automática del INTA situada aproximadamente a 5 km al sudsudeste del ensayo.

Los datos se analizaron mediante Análisis de Varianza (ANOVA) y diferencia límite significativa (método de Tukey) previa homogeneidad de varianza, realizándose regresiones múltiples. Ambos procesos estadísticos se determinaron con el software STAGRAPHICS Centurion XVI®.

## RESULTADOS Y DISCUSION:

Los resultados del ANOVA del CO<sub>2</sub> liberado en invierno (tabla 2) y en verano (tabla 3) indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para todos los tipos fisonómicos en todos los días de medición.

En el caso de las emisiones invernales se puede observar como disminuyó la producción de CO<sub>2</sub> los días 7 y 10 cuando la pradera halófila abierta se inundó debido al desborde del canal de riego norte de Villa Mercedes. Se debe recordar que la emisión de CO<sub>2</sub> de los días 5, 7 y 10 es de dos y tres días respectivamente.

En forma general, en los dos ensayos se observa que el testigo tuvo los valores más altos, mientras la Ps los más bajos, y entre ellos se ubican los diferentes tipos fisonómicos.

Tabla 2. Promedios de emisión de CO<sub>2</sub> (mg 100 cm<sup>-2</sup>) en invierno de los diferentes tipos fisonómicos (letras diferentes en la columna indican diferencias significativas con  $p < 0,05$ ).

Tipo fisonómico	Días					
	1	2	3	5	7	10
Ps	11,44 a	4,41 a	1,71 a	10,72 a	12,52 b	11,62 a
Pha	22,70 b	13,42 c	3,51 a	13,42 a	3,51 a	17,92 ab
Phd	29,36 c	11,62 bc	3,51 a	10,72 a	27,83 d	34,13 cd
Pahr	12,07 a	6,21 a	2,61 a	11,62 a	19,72 c	26,03 bc
Mh	14,05 a	10,72 b	8,02 b	17,92 a	30,53 d	35,60 d
Mth	14,95 a	17,92 d	10,72 c	37,73 b	44,04 e	49,44 e
Testigo	69,52 d	84,56 e	55,75 d	105,51 c	215,15 f	200,74 f

Tabla 3. Promedios de emisión de CO<sub>2</sub> (mg 100 cm<sup>-2</sup>) en verano de los diferentes tipos fisonómicos (letras diferentes en la columna indican diferencias significativas con  $p < 0,05$ ).

Tipo fisonómico	Días					
	1	2	3	5	7	10
Ps	15,88 a	58,75 c	22,16 a	28,18 a	82,41 ab	44,63 a
Pha	35,15 b	39,73 ab	55,36 b	114,11 cd	132,31 c	184,03 c
Phd	47,64 cd	69,67 cd	54,92 b	130,74 d	121,64 c	172,42 c
Pahr	54,80 d	28,43 a	47,18 b	80,72 b	84,74 ab	122,65 b
Mh	37,35 bc	30,38 ab	27,68 a	76,95 b	76,58 a	117,94 b
Mth	35,09 b	44,13 b	47,39 b	109,03 c	96,03 b	131,25 b
Testigo	75,38 e	83,79 d	82,73 c	164,14 e	153,59 d	204,68 d

Los resultados de los valores de CO<sub>2</sub> acumulados también muestran diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las emisiones invernales y estivales, para todos los días y tipos fisonómicos con una fuerte interacción entre ellos

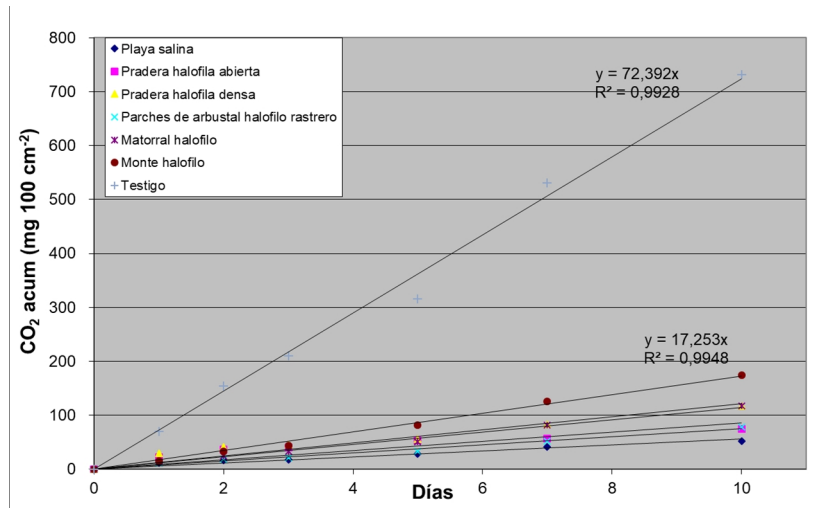
En invierno los valores acumulados de CO<sub>2</sub> (mg 100 cm<sup>-2</sup>) para el décimo día muestran que la Ps posee el estimado más bajo (52,4) que se corresponde por no poseer vegetación, seguido de la Pha y Pahr (74,5 y 78,3) tipos fisonómicos con bastante superficie de suelo desnudo, luego el Mh, la Phd y el Mth (116,8, 117,2 y 174,8 respectivamente) con mayor cobertura de los suelos, teniendo el testigo el mayor valor (731,2).

En verano los valores de CO<sub>2</sub> acumulado (mg 100 cm<sup>-2</sup>) para el décimo día muestran la Ps con el estimado más bajo (252), seguidos por el Mh y los Pahr (366,9 y 418,6), luego el Mth (462,9), posteriormente las Pha y Phd (560,7 y 597), siendo el testigo nuevamente el valor más alto (764,3).

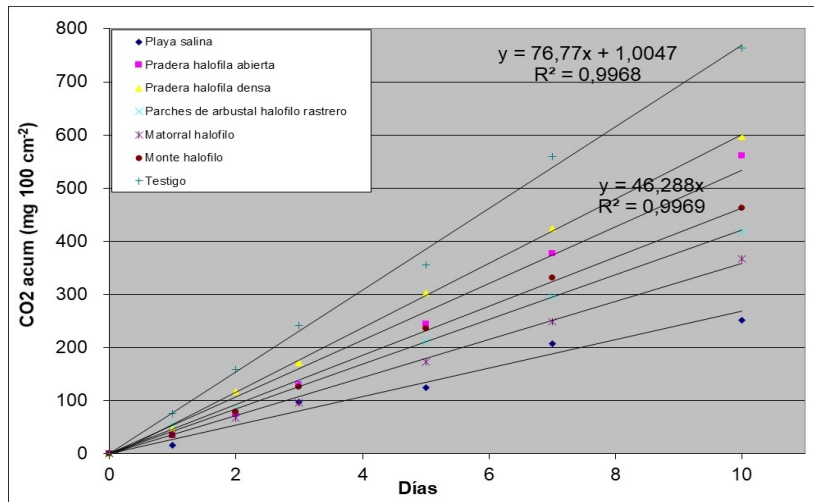
Fue observada una buena correlación entre el CO<sub>2</sub> acumulado de cada uno de los tipos fisonómicos y los días de observación, ajustando a modelos lineales (figura 1).

En invierno (figura 1) tienen un  $R^2 > 0,99$  el Mth, Mh y T; con  $R^2 > 0,98$  el Pahr;  $R^2 > 0,96$  la Ps;  $R^2 > 0,92$  la Phd y con  $R^2 > 0,72$  la Pha. Cabe recordar que este tipo fisonómico fue el que sufrió la inundación desde el día 5.

En verano (figura 2) todas poseen un buen ajuste con  $R^2 > 0,99$ ; exceptuando la Pha ( $R^2 > 0,98$ ) y la Ps ( $R^2 > 0,97$ ).



**Figura 1.** Curvas de regresión lineal de los tipos fisonómicos en invierno. Ecuación de ajuste lineal del testigo y del monte halófilo.



**Figura 2.** Curvas de regresión lineal de los tipos fisonómicos en verano. Ecuación de ajuste lineal del testigo y del monte halófilo.

De acuerdo a la regresión múltiple realizada a los datos invernales se encontró un modelo de ajuste lineal ( $p < 0,05$ ) para describir la relación entre el  $\text{CO}_2$  acumulado y las variables independientes: días, porcentaje de humedad y carbono orgánico (CO). La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{CO}_2 \text{ acum}_{\text{inv}} = -6,50179 + 9,40212 * \text{Día} - 0,644998 * \% \text{ Hum} + 19,244 * \% \text{ CO}$$

El estadístico  $R^2$  indica que el modelo así ajustado explica 82,2% de la variabilidad del  $\text{CO}_2$  acumulado de invierno.

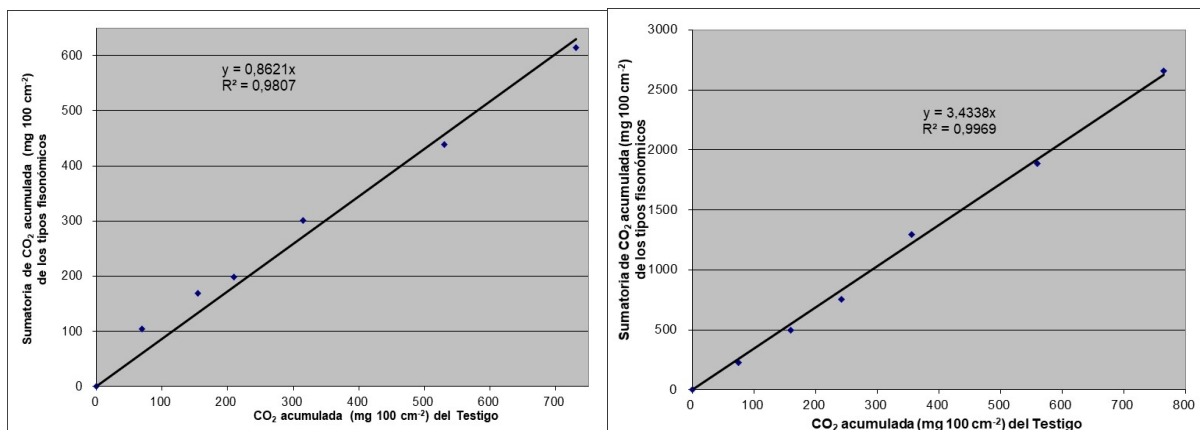
La regresión múltiple realizada con los datos estivales también muestra un ajuste lineal ( $p < 0,05$ ) que describe la relación entre el  $\text{CO}_2$  y las variables independientes días, porcentaje de humedad y carbono orgánico (CO).

$$\text{CO}_2 \text{ acum}_{\text{vera}} = -85,4019 + 45,3455 * \text{Día} + 0,995834 * \% \text{ Hum} + 26,8637 * \% \text{ CO}$$

Este modelo ajusta mejor que el de invierno al explicar el 90,4 % de la variabilidad del  $\text{CO}_2$  acumulado en verano.

En ambos casos el ajuste fue mejor sin considerar la temperatura.

Por otro lado se observó que en invierno como en verano el testigo no cerrado correlaciona positivamente con las sumas de todos los valores obtenidos en los distintos tipos fisonómicos ( $R^2 = 0,98$  y  $R^2 = 0,99$ , figura 3). La diferencia se encuentra que en invierno la sumatoria de los tipos fisonómicos alcanza el 84 %, mientras en verano esos valores son del 348 % del testigo.



**Figura 3.** Curva de regresión de la sumatoria del CO<sub>2</sub> acumulada de los tipos fisonómicos (mg 100 cm<sup>-2</sup>) vs CO<sub>2</sub> acumulado del Testigo (mg 100 cm<sup>-2</sup>) en invierno (a) y en verano (b).

### CONCLUSIONES:

Se concluye que:

- Existió una buena eficiencia para medir la producción de CO<sub>2</sub> con la metodología utilizada.
- Los resultados de los valores de CO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> acumulados muestran diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las emisiones invernales y estivales, para todos los días y tipos fisonómicos con una fuerte interacción entre ellos.
- Se encontró un modelo de ajuste lineal ( $p < 0,05$ ) para describir la relación entre el CO<sub>2</sub> acumulado y las variables independientes: días, porcentaje de humedad y COi; tanto para los datos de invierno como de verano ( $R^2 = 82,2$  y  $90,4$  respectivamente).
- Existe una buena correlación entre el CO<sub>2</sub> acumulado de cada uno de los tipos fisonómicos y los días de observación, ajustando a modelos lineales.
- El CO<sub>2</sub> acumulado del testigo abierto mostró una alta correlación tanto en invierno como en primavera con las sumas de la emisión de CO<sub>2</sub> acumulada de todos los tipos fisonómicos.

### BIBLIOGRAFIA:

- Barbosa OA, J Álvarez Rogel, MC Pacheco Insausti, JL Mores, RA Cerda, DN Belgrano Rawson, PJ Casale, VV Scally & DA Riscosa. 2014. Morphology of soils the saline wetlands of San Luis center. En XXXII Reunión Científica Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo. Estancia Grande (San Luis, Argentina).
- Barbosa O.A., J.L. Mores, D.A. Riscosa, R.A. Cerda, V.V. Scally & N. Belgrano Rawson. 2017. Influencia de la dinámica y salinidad del agua en los suelos de humedales del centro de San Luis. XX Congreso Geológico Argentino. San Miguel de Tucumán, Argentina. 7 al 11 de agosto de 2017. Disponible en página Web: <https://drive.google.com/file/d/0B1cfoLBGwTDTYmJMzk9RR2NxRW8/view>.
- González-Alcaraz M.N.; C. Egea, F.J. Jiménez-Cárceles, I. Párraga, A. María-Cervantes, M.J. Delgado & J. Álvarez-Rogel. 2012. Storage of organic carbon, nitrogen and phosphorus in the soil-plant system of Phragmites australis stands from a eutrophicated Mediterranean salt marsh. *Geoderma* 185-186: 61-72.
- Goodfriend W.L., M.W. Olsen & R.J. Frye. 1998. Decomposition of seawater-irrigated halophytes: implications for potential carbon storage. *Plant and Soil*, 202:241-250.
- Marín-Muñiz J.L., M.E. Hernández & P. Moreno-Casasola. 2015. Greenhouse gas emissions from coastal freshwater wetlands in Veracruz Mexico: Effect of plant community and seasonal dynamics. *Atmospheric Environment* 107:107-117.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. The third assessment report, climate change 2001. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Mitsch W.J., B. Bernal, A.M. Nahlik, U.I. Mander, L. Zhang, C.J. Anderson, S.E. Jørgensen & H. Brix. 2012. Wetlands, carbon, and climate change. *Landscape Ecol.* DOI 10.1007/s10980-

012-9758-8.

Mitsch W.J. & J.G. Gosselink. 2013. Wetlands (5<sup>th</sup> Edition). John Wiley & Sons, Inc. 747 p.

Moreno-May G.J., J.G. Cerón-Bretón, R.M. Cerón-Bretón, J.J. Guerra-Santos, L.E. Amador del Ángel & E. Endañú-Huerta. 2010. Estimación del potencial de captura de carbono en suelos de manglar de isla del Carmen. U. Tecnociencia, 4 (1):23-39.

Pacheco M.C., O.A. Barbosa, J.L. Mores & J. Alvarez-Rogel. 2010. Physiognomy of the central sector of the "Bajo la Salada" (San Luis, Argentina). XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo. Mendoza. 6 al 8 de octubre de 2010. Biocell 35 (1):A24.

Pant H., J. Rechcigl & M. Adjei. 2003. Carbon sequestration in wetlands: concept and estimation. Journal of Food Agriculture & Environment 1(2):308-313.

Richards B. & C.B. Craft. 2015. Greenhouse Gas Fluxes from Restored Agricultural Wetlands and Natural Wetlands, Northwestern Indiana. In: The Role of Natural and Constructed Wetlands in Nutrient Cycling and Retention on the Landscape, DOI 10.1007/978-3-319-08177-9\_2.

Zibilske L.M. 1994. Methods of Soil Analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical Properties. SSSA Book Series No 5. SSSA-ASA. Madison, Wisconsin, USA. 836-837.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**FITOEXTRACCIÓN DE SALES DE *Atriplex nummularia* CULTIVADA EN  
SUELO IRRIGADO CON DESECHO SALINO EN EL SEMIÁRIDO BRASILEÑO**

**Sousa Junior F. S.<sup>1</sup>, E.S.R. Moura<sup>2</sup>, C.R. Cosme<sup>1</sup>, N. S. Dias<sup>1</sup>, C.S. Fernandes<sup>3</sup>,  
M.A. Moreno-Pizani<sup>4</sup>, A.J. Farias-Ramirez<sup>4</sup>, A.C.S. Matos Júnior<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900, franciscosouto@ufersa.edu.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, Brasil, 59625-900.

<sup>3</sup> Estudante, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900

<sup>4</sup> Instituto de Pesquisas e Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas (IPECEGE), Piracicaba, São Paulo, Brasil, 13418-445.

**RESUMEN:** En el semiárido brasileño, la tecnología de la desalinización del agua de pozos salinos de poca capacidad, ha sido una alternativa para atender a las demandas actuales de recursos hídricos, especialmente en la zona rural. En este caso, las familias rurales dependen de recursos hídricos no convencionales, como el agua potable producida por la ósmosis inversa del agua de pozos salinos. La tecnología de desalinización está limitada por las dificultades de eliminar el desecho salino producido, y por su impacto negativo en el ambiente. En regiones costeras, la eliminación del rechazo salino se puede hacer en el océano, pero en localidades rurales dispersas ese destino no es factible debido a la distancia. En este caso, el rechazo se dispone en la superficie del suelo pudiendo causar su salinización. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de fitoextracción de la *Atriplex nummularia* en un suelo regado con agua proveniente de desecho salino de estaciones de desalinización por ósmosis reversa. El experimento fue conducido con un diseño experimental de parcela subdivididas con estructura en bloques al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos en las parcelas fueron riego con desecho salino ( $CE = 9,30 \text{ dSm}^{-1}$ ) con cuatro niveles de humedad del suelo basados en la capacidad de campo (100, 85, 70 y 50% de la CC) y, en las subparcelas dos niveles de fertilización orgánica (sin fertilización y 1,5 L planta<sup>-1</sup> de estiércol de caprinos). Los resultados señalan que la mayor extracción de sales del suelo ocurrió cuando el riego se mantuvo con un nivel de humedad del 100% de la CC. La fitoextracción total de las sales por las plantas de *Atriplex nummularia* se mostró viable para fines de fitorremediación de suelo salinizados y para la eliminación del desecho salino.

**PALABRAS CLAVE:** *Atriplex* spp., reutilización del agua, salinidad.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**FORMA DE CRECIMIENTO Y ANATOMÍA DE PARTE AÉREA DE *Sarcocornia neei* (Lag.) M.A. Alonso y M.B. Crespo EN PLÁNTULAS Y EJEMPLARES ADULTOS DE SALINAS DEL BEBEDERO SAN LUIS ARGENTINA**

**Videla A.<sup>1</sup>, M. Alonso Valdez<sup>2</sup>, G. Molina<sup>1</sup>, B. Strasser<sup>1</sup>, L. Sosa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> PROICO 02 3918 FQBYF, Universidad Nacional de San Luis. andreadelasl@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Austral de Chile. Instituto Producción Animal. Campus Isla Teja. Valdivia Chile

**RESUMEN:** El estudio de formas de crecimiento comprende características morfológicas que determinan el hábito de una planta, implicando integración espacial y temporal en su ambiente natural. *Sarcocornia neei* es una especie halófila que crece en suelos salinos de la provincia de San Luis. El objetivo del trabajo fue estudiar la forma de crecimiento y anatomía de parte aérea en plántulas y ejemplares adultos en relación a características restrictivas que presenta un ambiente salino. Se recolectaron ejemplares adultos, obteniéndose plántulas en laboratorio a partir de siembra en cajas de Petri. Se acondicionaron para el análisis exomorfológico y anatómico. Se utilizaron elementos de medición empleándose técnicas histológicas habituales. La forma de crecimiento de esta especie es arbustiva con tallo leñoso en la base, en la parte aérea presenta tallos suculentos erectos y procumbentes. Hojas reducidas que envuelven completamente al tallo fotosintético dando aspecto articulado. En el estado de plántula se observó presencia de un hipocótilo rojizo de longitud considerable y cotiledones fotosintéticos. En nudos proximales aparecen metafílos escamosos indicando las articulaciones del tallo. Los cortes histológicos muestran una epidermis externa uniestratificada, cutícula y estomas levemente hundidos. Mesófilo constituido por parénquima en empalizada dispuesto en forma radial con hidrénquima formado por células grandes, de paredes delgadas. Paquetes vasculares pequeños ubicados anularmente. Análizando resultados se encuentra que la combinación de caracteres morfo anatómicos observados se relacionan con adaptaciones a ambientes salinos.

**PALABRAS CLAVE:** *Sarcocornia neei* – anatomía –exomorfolología -adaptacion ambientes salinos



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**GENETIC VARIABILITY IN *Panicum coloratum* POPULATION**

**VARIABILIDAD GENÉTICA EN POBLACIÓN DE *PANICUM COLORATUM***

**Pittaro G.<sup>1</sup>, D. Bustos<sup>1</sup>, E. Taleisnik<sup>1, 3</sup>, A. Tomas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> IFRGV, CIAP, INTA.

<sup>2</sup> EA INTA Rafaela.

<sup>3</sup> CONICET.

**RESUMEN:** *P. coloratum* cultivars are highly heterozygous, with internal genotypic variability and possibility of selecting individuals with improved performance in specific traits. In a previous study we detected intracultivar variability for salt tolerance within *Panicum coloratum* cv Klein and suggested those plants could be valuable for breeding programs for saline areas. Under field condition, we observed the existence of three flowering groups, different structure and variability in biomass accumulation among plants. In saline conditions, the progeny derived from flowering synchronic plants showed more: tiller number, tillering rate and soluble sugar accumulation with respect Klein grass. In this condition, the family variance among half-sib families was less than within-family variance for all growth parameters, and narrow-heritability was low for most characters. However, the predicted advances in half-sib family were higher than for Klein grass, for all growth parameters. For breeding purposes, it is essential to have high genetic variability; however our predictions in all characters suggests this germoplasm should be considered in breeding programs for saline areas.

**PALABRAS CLAVE:** Klein, salinity tolerance, heredability.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**O SILÍCIO MELHORA A QUALIDADE PÓS-COLHEITA DA ALFACE SOB ESTRESSE SALINO?**

**Lemos Neto H.S.<sup>1</sup>, M. A. Guimarães<sup>2</sup>, N.S. Dias<sup>1</sup>, M. Ferreira Neto<sup>1</sup>, J.D.A. Sarmento<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Departamento Ciências Agrônômicas e Forestal, Mossoró, RN, Brasil. Correo-e: hozanoneto@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará (UFC), CCA, Departamento de Fitotecnia, Fortaleza, Ceará, Brasil.

**RESUMO:** O estresse salino altera o metabolismo normal das plantas, causando redução no crescimento e podendo também alterar a qualidade pós-colheita. O silício é um elemento benéfico para as plantas, podendo inclusive, conferir tolerância em condições de estresse abiótico por salinidade. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar se o silício melhora a qualidade pós-colheita da alface sob estresse salino. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Federal do Ceará, em solução nutritiva. O delineamento utilizado foi o inteiramente aleatorizado com quatro repetições, composto por três níveis de salinidade (1,65; 3,65 e 7,65 dS m<sup>-1</sup>), com presença e ausência de silício (0 e 2 mM). Avaliou-se acidez titulável (AT), pH, vitamina C, sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT. A salinidade aumentou a AT, SS e vitamina C. Na maior salinidade, a AT e a vitamina C aumentaram 21 e 39%. A presença do silício aumentou a AT, SS e a vitamina C em 18,8; 22 e 34%, respectivamente, na ausência do estresse salino. O Si proporcionou melhorias nas variáveis relacionadas à pós-colheita da alface. A salinidade tanto na presença como ausência de Si, propiciou melhor qualidade pós-colheita, juntamente com o Si.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lactuca sativa* L., salinidade, solução nutritiva com silício, vitamina C.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**RESPUESTA ADAPTATIVA DE *Ensifer meliloti* A SALINIDAD MEJORA LA SIMBIOSIS CON ALFALFA**

**Gallace M.E.<sup>1</sup>, G.S. Lorda<sup>2</sup>, M.L. Molas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, ruta 35 km 334, 6300, Santa Rosa (LP). gallace@agro.unlpam.edu.ar.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa.

**RESUMEN:** El estrés salino es uno de los factores abióticos más importantes que limitan el crecimiento y productividad de las plantas, especialmente en las regiones áridas y semiáridas. En el caso de la alfalfa, tanto la implantación como la producción y la fijación de nitrógeno se ven severamente afectadas en situaciones de salinidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la tolerancia de dos cultivares de alfalfa contrastante en su respuesta a salinidad (cv. Salina PV y cv. WL 903, tolerante y sensible respectivamente) inoculadas con la cepa *Ensifer meliloti* B399 adaptada a condiciones de salinidad. Para ello se determinó el comportamiento de esta cepa frente a diferentes niveles de salinidad, para luego evaluar la infectividad, efectividad y parámetros fisiológicos de la asociación planta-microorganismo en condiciones de invernáculo durante 6 semanas. Los resultados indicaron que hasta 400 mM de NaCl, la cepa puede seguir creciendo. Cuando se comparó la interacción rizobio-alfalfa, se encontró que el cultivar WL 903 tuvo un aumento significativo de producción de biomasa, área foliar, contenido de nitrógeno, contenido de clorofila y número de nódulos cuando se la cultivó en condiciones de salinidad (120 mM NaCl) inoculada con la cepa con respuesta adaptativa a sal, no así, cuando se utilizó el cultivar tolerante Salina PV. Se concluye que la combinación de un material genético de alfalfa sensible a salinidad inoculado con una cepa con respuesta adaptativa a estrés puede mejorar la performance del cultivo en regiones afectadas por estas condiciones.

**PALABRAS CLAVE:** Rizobios, *Medicago sativa*, estrés salino.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**TASA DE RECUPERACIÓN DEL SISTEMA DE DESALINIZACIÓN POR OSMOSIS  
INVERSA INSTALADA EN ÁREAS RURALES DEL SEMIARIO BRASILEÑO**

**Souza Maia I.<sup>1</sup>, N.S. Dias<sup>1</sup>, F.P.S. Antas<sup>2</sup>, M.A. Moreno-Pizani<sup>3</sup>, Y.C.S. Souza<sup>4</sup>, E.J.V. Santos<sup>4</sup>, C.S. Fernandes<sup>4</sup>, A.J. Farias-Ramirez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900, ivanilson.maia@ufersa.edu.br

<sup>2</sup> Professor, Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte, RN-288, s/n, Caicó, Brasil, 59300-000.

<sup>3</sup>Instituto de Pesquisas e Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas (IPECEGE), Piracicaba, São Paulo, Brasil, 13418-445.

<sup>4</sup> Estudante, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900.

**RESUMEN:** En el semiárido brasileño, las aguas subterráneas son ampliamente utilizadas para el abastecimiento de comunidades rurales y, en la mayoría de las veces, debido a la alta salinidad, necesitan tratamiento específico para el consumo humano. En este contexto, la ósmosis inversa es considerada como el principal y más eficiente método de desalinización, por esta razón, para garantizar la seguridad hídrica de la población, varias estaciones de desalinización por ósmosis inversa fueron instaladas en el interior del semiárido brasileño. El sistema de ósmosis inversa produce agua potable y agua salina de rechazo, siendo la eficiencia del sistema dependiente de la calidad físico-química del agua de alimentación, en especial de la eficiencia de las membranas de ósmosis inversa. De este modo, el objetivo de este trabajo fue evaluar la tasa de recuperación de los sistemas de tratamiento de agua por ósmosis inversa en siete estaciones de desalinización instaladas en la zona rural del Oeste Potiguar, Semiárido de Brasil. Las muestras de agua de los pozos salinos (alimentación del sistema), agua purificada y rechazo salino fueron colectas 4 veces durante un ciclo hidrológico. Con base a la caracterización físico-química de las fuentes hídricas usadas en el proceso de ósmosis inversa se estimó la tasa de recuperación del sistema de las estaciones desaladoras. El estudio indicó una buena capacidad media de los desalinizadores. La tasa de recuperación del volumen del sistema varió de 32,11 a 52,42% durante los períodos de evaluación en las siete localidades y, en promedio, se produjo un 50% de desecho salino. La desalinización está limitada por los costos de eliminación del desecho salino producido y por el impacto adverso al medio ambiente debido a la alta salinidad de la salmuera.

**PALABRAS CLAVE:** Agua salina, eficiencia de desalinizadores, agua tratada.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **VARIACIÓN DEL NIVEL, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y PH DE NAPA FREÁTICA EN DOS AMBIENTES PRÓXIMOS EN EL DEPARTAMENTO LEALES, TUCUMÁN**

**Sosa F.A.<sup>1</sup>, R. Correa<sup>2</sup>, M. Flores<sup>3</sup>, J. Danovis<sup>3</sup>, J. Navarro<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Investigador. Sección Suelos y Nutrición Vegetal. EEAOC. W. Cross 3150, Las Talitas, Tucumán. [fasosa@eeaoc.org.ar](mailto:fasosa@eeaoc.org.ar)

<sup>2</sup> Técnico. Sección Suelos y Nutrición Vegetal. EEAOC.

<sup>3</sup> Pasante estudiantil. Sección Suelos y Nutrición Vegetal. EEAOC.

**RESUMEN:** La llanura deprimida de Tucumán se caracteriza por la presencia de una napa freática próxima a la superficie con un contenido salino variable que en general aumenta de oeste a este; en este mismo sentido las precipitaciones y vías de drenaje natural van disminuyendo. Los suelos son de origen aluvial con una gran heterogeneidad espacial y en profundidad, distribuidos dentro de micro-relieves (altos y bajos) característicos de la zona. Esta combinación de factores genera diversos ambientes para el crecimiento de la caña de azúcar, a su vez estas situaciones son variables en el tiempo según el comportamiento estacional de las precipitaciones. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el nivel (Naf), salinidad (CEaf) y pH (pHaf) de la napa freática en dos puntos ubicados en un lote representativo del área cañera de la subregión llanura deprimida salina de Tucumán. En cada punto se instalaron freatómetros donde se monitoreó quincenalmente el nivel de la napa y mensualmente su salinidad y pH entre marzo de 2016 y abril de 2019. Naf presentó mayor variabilidad en respuesta a la recarga y descarga generada principalmente por precipitaciones y evapotranspiración respectivamente. CEaf presentó mayor variabilidad que pHaf. En uno de los puntos se observó una disminución puntual de la CEaf en el periodo de máximas precipitaciones en dos de las tres campañas evaluadas. Este trabajo permitió conocer la dinámica de las variables Naf, CEaf y pHaf en un lote representativo del área cañera de la llanura deprimida salina de Tucumán.

**PALABRAS CLAVE:** llanura deprimida, nivel freático, salinidad.

### **INTRODUCCIÓN:**

La profundidad de la napa freática es una variable de interés que puede afectar la humedad y temperatura del suelo explorable por las raíces, su salinidad y sodicidad (Jobbágy y Nosoletto, 2009). La llanura deprimida de la provincia de Tucumán ocupa una superficie aproximada de 400.000 ha. De ellas aproximadamente 155.000 ha están destinadas a la producción de caña de azúcar lo que representa aproximadamente el 50 % de área cultivada con caña (Zuccardi y Fadda, 1985; Fandos *et al.*, 2016). Se trata de una llanura con ondulaciones muy suaves y caracterizadas por una fuerte heterogeneidad textural como consecuencia del material aluvial sobre el que desarrollan sus suelos. Esta región se caracteriza por la presencia de una capa freática de profundidad variable entre 30 y 100 cm en la época de mayor ascenso y entre 60 y 200 cm en el pico de descarga. El nivel de la napa freática fluctúa durante el año con una diferencia promedio entre niveles máximos y mínimos de 1-1,8 m. Las entradas de agua al sistema (recarga del acuífero) se producen principalmente a través de las precipitaciones, y en menor medida por desbordes de cauces fluviales, escurrimientos superficiales, hipodérmicos y subterráneos desde puntos más

elevados. Las descargas están dadas por evapotranspiración, evaporación y escurrimientos. Se determinó que el acuífero freático se recarga en general entre diciembre y abril y la descarga ocurre durante el periodo de escasas precipitaciones, es decir, de mayo a noviembre. Si bien las recargas se producen en forma sincrónica en toda la región, los valores absolutos pueden ser muy variables en relación a la cantidad y distribución de las precipitaciones en el punto considerado. Sin embargo, la descarga de la freática se produce más uniformemente en respuesta a la demanda evapotranspiratoria estacional y en menos medida a escurrimientos sub-superficiales (Zuccardi y Fadda, 1985; Figueroa *et al.*, 1986; Puchulu, 2011).

Además del balance entre recarga y descargas, la topografía del terreno tiene un claro efecto sobre la dinámica freática. En zonas bajas o cóncavas la freática se encuentra más cercana a la superficie, llegando incluso a aflorar, mientras que en terrenos un poco más altos se encuentra a mayor profundidad y es menos influenciada por las variaciones locales de las precipitaciones. Otro factor que influye en los descensos y ascensos de la napa es la gran variedad de sedimentos en la llanura, determinando que la recarga por lluvia no sea uniforme. Es decir que estas fluctuaciones están condicionadas por los ascensos capilares e infiltraciones que dependen entre otras variables de la textura del suelo. En los suelos de texturas gruesas, la altura de ascenso capilar es baja. Lo contrario ocurre en suelos de texturas medias y finas, en los cuales el ascenso capilar es mayor y la freática se encuentra más próxima a la superficie (Figueroa *et al.*, 1986; Jobbágy y Noretto, 2009; Puchulu, 2011). La salinidad del agua freática permite diferenciar dos sub-regiones: "Llanura deprimida no salina" con contenido de sales inferior a  $300 \text{ mgL}^{-1}$  ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ); y "Llanura deprimida salina" con contenidos en sales superiores a los  $350 \text{ mgL}^{-1}$  ( $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ ) y alcanzando valores de hasta  $20.000 \text{ mgL}^{-1}$  ( $32 \text{ dS m}^{-1}$ ), en la mayor parte de esta subregión éstos valores se encuentran entre  $2.000$  y  $4.000 \text{ mgL}^{-1}$  ( $3-7 \text{ dS m}^{-1}$ ). Las sales son cloruradas y sulfatadas sódicas, con una elevada relación de adsorción de sodio (Zuccardi y Fadda, 1985).

La dinámica de las sales de la freática no ha sido estudiada localmente. En Italia, Taobaldelli, M *et al.* (2004) encontró una mayor concentración de sales en el agua freática cuando el nivel de la napa desciende. En condiciones de regadío en Mendoza, Argentina, Pereira (2010) encontró los menores valores de CEaf en verano y los mayores en invierno.

Existen numerosos antecedentes de estudios de dinámica de napa freática en Tucumán (Zuccardi, 1971; Figueroa *et al.*, 1986; Puchulu, 2007; Puchulu, 2011) como también hay algunos trabajos que caracterizaron su composición química (Puchulu *et al.*, 2008); sin embargo, no hay estudios que evalúen la dinámica de salinidad y pH del agua freática. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el nivel, salinidad y pH de la napa freática en dos puntos próximos entre sí en una finca cañera ubicada en el departamento Leales, llanura deprimida salina de Tucumán.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

Este trabajo es una continuación de un estudio realizado con anterioridad en el cual se estudió la dinámica del nivel freático (Naf), conductividad eléctrica y pH del agua freática (CEaf y pHaf respectivamente) durante aproximadamente un año y medio en dos fincas destinadas a la producción de caña de azúcar en el departamento Leales, provincia de Tucumán (Sosa, *et al.* 2017). El presente trabajo expone los resultados obtenidos en uno de los sitios mencionados luego de tres años de seguimiento de las variables anteriormente citadas.

El estudio se llevó a cabo en una finca cañera ubicada en el departamento Leales, provincia de Tucumán ( $27^{\circ}13'28''\text{S}$ ,  $65^{\circ}10'57''\text{O}$ ). Se seleccionó un lote representativo donde se apreciaban dos situaciones contrastantes del cultivo a corta distancia. Las situaciones se denominaron como 1) Grama (suelos de textura media a fina, salinos y alcalinos) donde se pierde el cultivo. 2) Caña (suelos de textura gruesa, con baja salinidad y pH en superficie, incrementando ambas variables en profundidad) donde el cultivo se desarrolla normalmente de acuerdo a la zona. Se procuró que las distancias entre situaciones sean cortas para eliminar grandes diferencias topográficas, meteorológicas y de manejo.



En cada situación se colocaron 2 frentímetros de PVC clase 4 de 50 mm de diámetro exterior a una profundidad de 4 m, para la instalación se siguieron los procedimientos mencionados en Figueroa *et al.*(1986). Las lecturas del nivel freático (NF) se realizaron con una frecuencia de 10-15 días, mientras que el muestreo de agua freática se realizó con una frecuencia mensual. Las muestras de agua se tomaron en frascos plásticos previamente lavados con agua destilada, en laboratorio se determinó CEaf y pHaf. Las precipitaciones se registraron diariamente en pluviómetros ubicados en cada finca. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de las medidas de resumen con el programa INFOSTAT (Di Renzo *et al.*, 2016).

## RESULTADOS Y DISCUSION:

En ambos puntos de estudio las precipitaciones constituyeron la principal vía de recarga de la napa, mientras que la evapotranspiración la principal vía de descarga. Los niveles más superficiales se registraron en ambos puntos luego de la estación lluviosa (febrero a abril), mientras que los valores de mayor profundidad se registraron antes del inicio de las precipitaciones (setiembre a noviembre) (Figura 1). Hubo un desfase entre la ocurrencia de las precipitaciones y el ascenso freática, esto estuvo relacionado con la profundidad de la napa, propiedades del suelo y otras vías de recarga. Éstos resultados concuerdan con lo propuesto por varios estudios realizados en Argentina y Tucumán (Raffo, 1954; Zuccardi, 1971; Figueroa *et al.*, 1986; Puchulu, 2011).

La profundidad promedio fue de 1.65 m y 1.83 m para Caña y Grama respectivamente. Esta diferencia se mantuvo durante todo el periodo evaluado (figura 1).

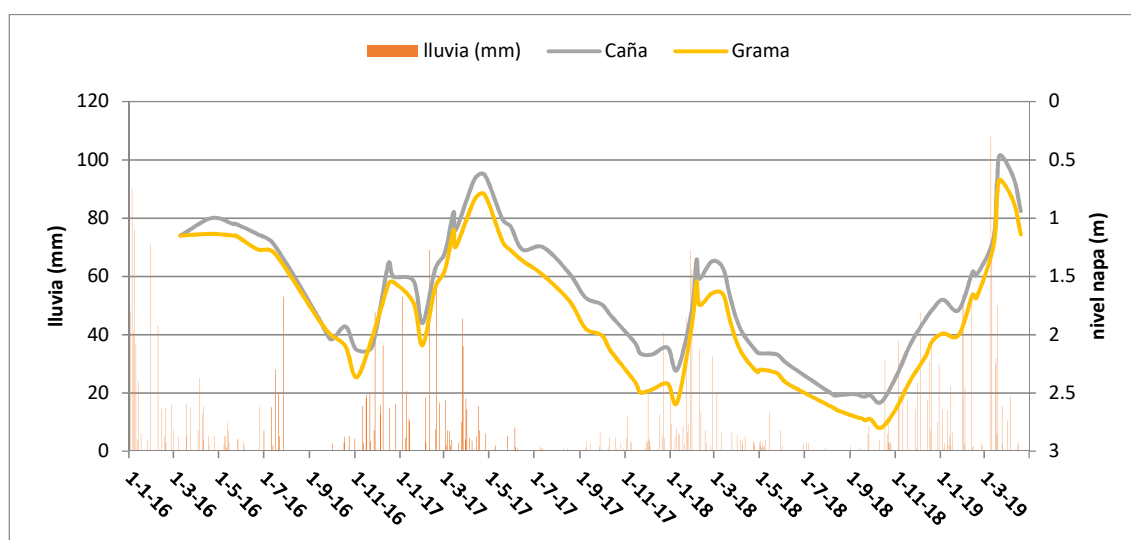


Figura 1. Evolución de las precipitaciones, y nivel de napa freática en dos puntos (Caña y Grama) en finca San Genaro, Leales, Tucumán. Periodo Enero 2016-Marzo 2019.

En ambos puntos Naf presentó mayor variación, seguido por la CEaf; pHaf fue la variable más estable en el periodo de evaluación (tabla 1). CEaf presentó un elevado coeficiente de variación solo en el punto Caña, donde la salinidad del agua mermó considerablemente en los dos últimos periodos húmedos muestreados (figura 2), sin embargo, este pico no se observó en el punto Grama donde la variabilidad de CEaf fue baja (figura 3).

Tabla 1. Medidas de resumen para las variables NF, CEaf y pHaf. Lotes Caña y Grama finca San Genaro. Enero 2016-Marzo 2019.

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
<b>SAN GENARO CAÑA</b>						
Nivel	65	1,65	0,56	33,85	0,46	2,58
pH Caña	29	7,73	0,29	3,8	7,13	8,26
CE Caña	29	10	2,71	27,06	2,04	12,19
<b>SAN GENARO GRAMA</b>						
Nivel	65	1,83	0,58	31,71	0,67	2,8
pH Grama	29	8,27	0,32	3,87	7,64	9,01
CE Grama	29	4,62	0,41	8,89	3,54	5,43

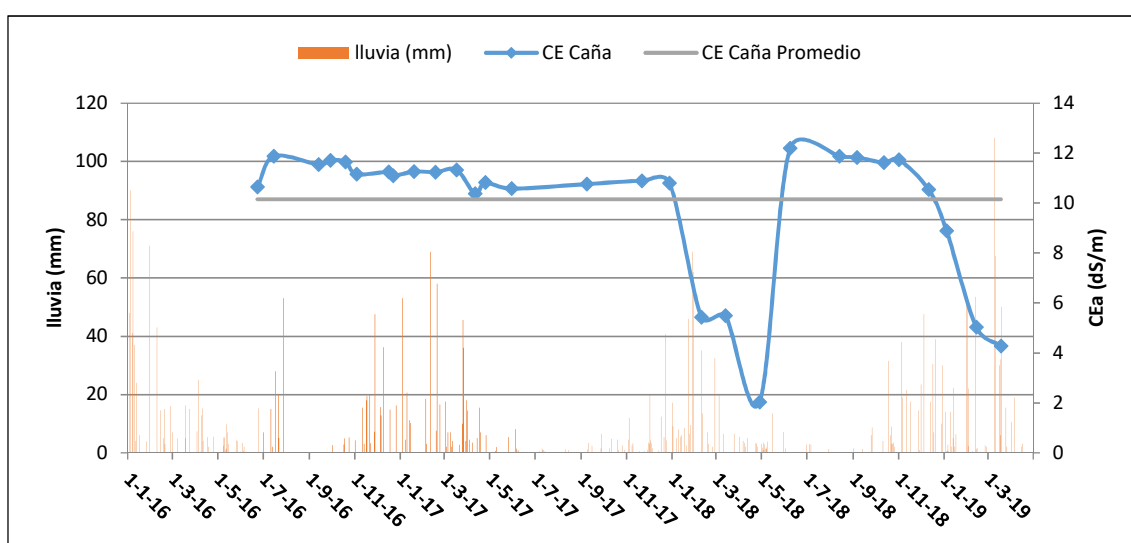


Figura 2. Precipitaciones y evolución de CEaf respecto al promedio en el punto Caña, Leales, Tucumán. Periodo Enero 2016-Marzo 2019.

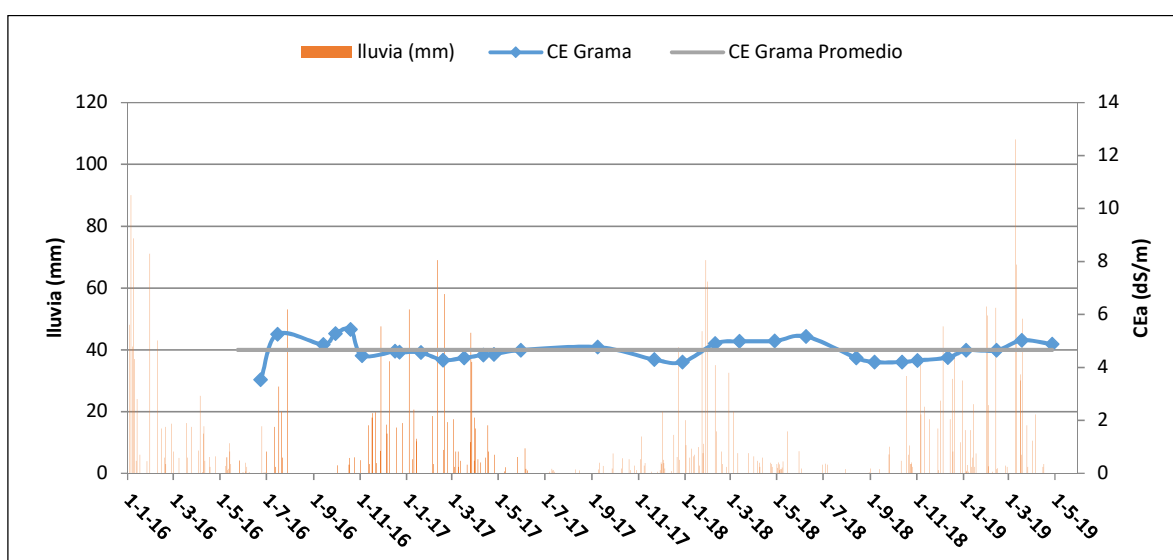


Figura 3. Precipitaciones y evolución de CEaf respecto al promedio en el punto Grama, Leales, Tucumán. Periodo Enero 2016-Marzo 2019.

Estos resultados indicarían que, en un suelo más permeable como el presente en Caña, el agua que recarga la napa generaría una menor conductividad eléctrica del agua freática. Sin

embargo, este efecto es solo temporal, retornando a su situación de equilibrio luego de las lluvias; este efecto solo se observó en dos de las tres campañas evaluadas, indicando la existencia de otra variable que limitó el proceso. Esta merma de CEaf no se evidenció en Grama donde el suelo supone una menor permeabilidad. A pesar de la proximidad entre los puntos (300 m aproximadamente), CEaf en Caña fue más elevada en promedio que en Grama (10 y 4.6 dS m<sup>-1</sup> respectivamente). En Grama pHaf fue en promedio 0,54 unidades mayor que en Caña (Tabla 1).

### **CONCLUSIONES:**

Naf fue la variable de mayor variación en ambos puntos, CEaf presentó un coeficiente de variación inferior a Naf. En el punto CAÑA se observó en dos de tres campañas una merma puntual de CEaf en el periodo de mayores precipitaciones. pHaf fue la variable más estable en el periodo evaluado. Este trabajo permitió estudiar dinámica y comportamiento en el tiempo de las variables Naf, CEaf y pHaf en un lote cañero de la llanura deprimida salina de Tucumán.

### **BIBLIOGRAFÍA:**

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., & Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Fandos, C.; J. Scandaliaris; P. Scandaliaris; J. I. Carreras Baldrés y F. J. Soria. 2016. Relevamiento satelital de cultivos en la provincia de Tucumán. Reporte agroindustrial. Boletín N° 124.
- Figueroa, L. R.; Medina, L.F. Pietroboni, A.M. 1986. Variaciones del nivel freático en la llanura deprimida de Tucumán. Serie Monográfica N°3. INTA,CRTS. Tucumán.
- Jobbágy, E. G.; Nosetto, M. D. 2009. Napas freáticas: pautas para comprender y manejar su impacto en la producción. XXVII Congreso de AAPRESID. Consulta online: julio de 2017 [gea.unsl.edu.ar/pdfs/Jobbagy\\_et\\_al\\_aapresid\\_2009.pdf](http://gea.unsl.edu.ar/pdfs/Jobbagy_et_al_aapresid_2009.pdf)
- Pereira, C. R. 2010. Comportamiento del nivel freático en el área bajo riego del tercio inferior del río Atuel. Cuenca del Río Atuel, Mendoza - Argentina. 2010. FCA-UNCuyo. Tesis de maestría en Riego y Drenaje.
- Puchulu, María Elena 2007 "Variación estacional del nivel freático en un sector de La llanura deprimida (Tucumán- Argentina)" Actas 68º Semana de Geografía y Congreso Internacional de Geografía. Contribuciones GAEA – Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. ISSN 0328-3194 Posadas Misiones (Argentina).Pag. 350 – 354.
- Puchulu, M. E., Moreno, C. & Hidalgo M. 2008. Zonificación espacial de la composición química del agua freática en el sudeste de la provincia de Tucumán. Actas XXVII Congreso Argentino de Química. Formato Digital. "Dr. Pedro José Aymonino". San Miguel de Tucumán (Argentina),
- Puchulu, María Elena 2011. Variación de la profundidad y composición de la capa freática salina en la llanura deprimida de la provincia de Tucumán. 2ª Reunión De La Red Argentina de Salinidad, realizado en Tucumán, organizada por la RAS y la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNT.
- Raffo, J. M. (1954). Variaciones de la napa freática en relación con la precipitación, la presión atmosférica y la temperatura. Meteoros revista de meteorología y geografica, Buenos Aires, 4, 367-380.
- Sosa F, García L, Correa R, D'Angelo M. I y Rojas Quinteros H. 2017 Dinámica del nivel, conductividad eléctrica y pH del agua freática en dos localidades del departamento Leales-Tucumán. V Reunión de la Red Argentina de Salinidad: un desafío para el semiárido. Villa Mercedes, San Luis.
- Teobaldelli, M; Mencuccini, M & Piussi, P 2004. Water table salinity, rainfall and water use by umbrella pine trees (*Pinus pinea* L.). Plantecology. Volume 171, Issue 1–2, pp 23–33.
- Zuccardi, R. 1971. Fluctuaciones de la capa freática en el Departamento Famaillá. Informes a CAFPTA. Años 1971, 1972 y 1973. Inédito.

Zuccardi, R. B. Fadda, G. S. 1985. Bosquejo agroecológico de la provincia de Tucumán. Publ. Misc FAZ-UNT (86).



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ADAPTAÇÕES MORFOLÓGICAS EM MUDAS DE COQUEIRO ANÃO EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA**

**Lima B.L.C<sup>1</sup>, M. Ferreira Neto<sup>2</sup>, C.F. Lacerda<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Engenharia Agrícola, Recife, PE, Brasil. Correo-e: [breno.lclima@ufrpe.br](mailto:breno.lclima@ufrpe.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Departamento Ciências Agrônômicas e Forestal, Mossoró, RN, Brasil. Correo-e: [miguel@ufersa.edu.br](mailto:miguel@ufersa.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Ceará (UFC), CCA, Departamento de Engenharia Agrícola, Fortaleza, Ceará, Brasil. Correo-e: [cfeitosa@ufc.br](mailto:cfeitosa@ufc.br)

**RESUMO:** O uso de águas salinas e o manejo inapropriado da irrigação são fatores que causam a salinização do solo, refletindo negativamente no crescimento das plantas e no estabelecimento destas em pomar definitivo. A realização de estudos que objetivam elucidar os mecanismos de tolerância à salinidade é de grande relevância, especialmente na fase de estabelecimento das culturas perenes em condições de campo, resultando em orientações técnicas para cultivos futuros. Nesse estudo foram determinadas as relações alométricas de plantas jovens de coqueiro anão irrigado com águas salinas, visando avaliar a capacidade de estabelecimento das mudas em condições de campo sob estresse salino. Um experimento em casa de vegetação foi realizado com plantas jovens de coqueiro anão irrigadas com água de diferentes níveis de salinidade: 0.9 (controle), 5.2, 10.1, 15.3 e 19.3 dS m<sup>-1</sup>, durante 120 dias. Os resultados, estimados pelas relações alométricas, indicam que a salinidade afeta os índices quantitativos e a qualidade das plantas, mas sem comprometimento do estabelecimento desta espécie para o cultivo em pomar definitivo quando irrigada com salinidade de até 5.2 dS m<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cocos nucifera* L., estresse salino, alometria, qualidade de mudas.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**BIOMEJORAMIENTO Y BIOESTIMULACIÓN ORGÁNICA SOBRE  
SUELOS SALINOS BAJO CLIMA ÁRIDO**

**Muñoz-Rojas A.P.<sup>1</sup>, C. Céspedes<sup>2</sup>, J. Valdés<sup>3</sup>, E. Urriola<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile. CEO Emprendimiento Nutrisato®, alejandro@nutrisato.com.

<sup>2</sup> Integrante, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago. Chile.

<sup>3</sup> Integrante, Facultad de Agronomía, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

<sup>4</sup> Integrante, Emprendimiento Nutrisato®.

**RESUMEN:** La agricultura es la principal actividad económica de la Región de Arica y Parinacota, ubicada en el norte grande de Chile bajo un clima árido. Es la región con mayor representatividad relativa nacional, presentando rendimientos de cultivo de hortalizas cercano a 12 kg m<sup>-3</sup> temporada<sup>-1</sup>, producción que sustenta la alimentación del resto del país durante los meses invernales. Sin embargo, debido el elevado contenido salino de las aguas de riego se ha producido contaminación edáfica y pérdida anual de al menos 30% de los cultivos. Nuestro objetivo fue determinar el potencial de mejoramiento de suelos de un formulado con alto contenido de materia orgánica, glucanos de cadena corta y efecto biofertilizante. Se determinaron las propiedades fisicoquímicas del nuevo biomejorador y los efectos de la aplicación de éste en maceta y suelos para cultivo. Los resultados indican la presencia de ácidos húmicos en el biomejorador y una serie de micro y macroelementos, observando que tras la aplicación en suelos salinos se incrementa el vigor, crecimiento y producción normales de cultivo sobre suelos que alcanzan 70 dS m<sup>-1</sup> de conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica cercana a cero. Se concluye que la utilización del biomejorador, potencia el desarrollo vegetal normal en suelos salinos y degradados, mostrando recuperación edáfica, disminución de la conductividad eléctrica y un aumento del contenido de materia orgánica, junto a un incremento de la biodisponibilidad elemental.

**PALABRAS CLAVE:** Biomejorador, suelos áridos, suelos salinos.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**DESPLAZAMIENTO DE IONES EN SUELOS SALINOS SOMETIDOS A LA APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DE CLORURO DE CÁLCIO EXPUESTO A UN CAMPO MAGNÉTICO**

**Santos Souza Y.C<sup>1</sup>, A.H. Santos Batista<sup>1</sup>, O.N. Sousa Neto<sup>2</sup>, N.S. Dias<sup>2</sup>, R. Chipana – Rivera<sup>3</sup>**

1 Estudiante, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900

2 Professor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Mossoró, Brasil, 59625-900, franciscosouto@ufersa.edu.br

3 Profesor, Universidad Mayor de San Andrés, Calle Héroes del Acre, 1850, La Paz, Bolivia

**RESUMEN:** Debido a la creciente demanda de recursos agrícolas, las áreas de cultivo se han degradado por diversas causas, de las cuales una de las más graves es la salinización que ocurre por factores naturales o por un mal manejo del suelo. Por lo que existe la necesidad de estudios que permitan prevenir y recuperar estas áreas. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los efectos de la solución de cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), expuesta a un campo magnético, en el desplazamiento iónico en suelos salino-sódicos, en la conductividad eléctrica y en la conductividad hidráulica. Los ensayos se realizaron en columnas de percolación montadas en PVC y llenadas con suelo salino extraído de una capa de 0-20 cm, en el perímetro irrigado Baixo-Açú, Brasil. Las muestras fueron desterronadas, saturadas y lavadas por 24 horas, y luego se añadió una solución de cloruro de calcio con y sin exposición al campo magnético. Las muestras colectadas y enviadas para su análisis mostraron resultados prometedores en el desplazamiento de potasio y magnesio, además de un aumento en la adsorción de calcio en relación a la solución sin exposición al campo magnético.

**PALABRAS CLAVE:** tratamiento magnético; desplazamiento de cationes; columnas de percolación.

**INTRODUCCIÓN:**

El crecimiento continuo de la población mundial y la presión económica sobre el medio ambiente han contribuido notablemente en el incremento de suelos degradados a causa de la salinización, principalmente por el mal uso del riego y falta de gestión de las aguas. Abrol (1988), indica que las regiones áridas y semiáridas, donde el riego es fundamental para elevar la producción agrícola y satisfacer la necesidad de alimentos, se encuentran los problemas más graves de salinidad.

Por otro lado, el agua tratada magnéticamente está siendo estudiada desde hace bastante tiempo y ha suscitado gran atención en los últimos años, puesto que podría utilizarse en la agricultura. Existen reportes de varios estudios con buenos resultados, tales como el aumento de la velocidad de germinación, además de disminuir el uso de agroquímicos. El tratamiento magnético aumentó considerablemente la germinación y calidad de las semillas, al acelerar los procesos metabólicos (González Aguilera, 2016).

El efecto que causa en el agua el campo magnético aún no ha sido totalmente develado, sin embargo, se conoce que ocurre una alteración en la tensión superficial del agua debido a su polaridad, puesto que cuando es sometida a un campo magnético se debilita los enlaces de hidrógeno y sus moléculas forman aglomerados de menor tamaño, disminuyendo la tensión superficial y consecuentemente aumenta su permeabilidad.

De esta manera el presente trabajo tuvo como objetivo analizar las alteraciones que una solución de cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), sometida a un campo magnético, provoca en el desplazamiento de iones en columnas de suelo.

### MATERIALES Y MÉTODOS:

Se colectaron muestras en perfiles de suelos de áreas salinizadas en el Distrito Irrigado Baixo-Açu (DIBA), Brasil. En dicha zona el suelo está clasificado como Cambisol, de acuerdo con EMBRAPA (1997). Se consideró la capa de suelo de 0 - 0,20 m de profundidad, en un área degradada con alto contenido de sales. Posteriormente las muestras fueron expuestas al aire libre y protegidos de la lluvia y radiación solar directa, para que sequen naturalmente. Después de 73 horas, dichas muestras fueron desterronadas y pasadas en tamices con mallas con abertura 2 mm, posteriormente fueron acondicionadas en bolsas plásticas e identificadas, para ser enviadas al Laboratorio de análisis de suelo, agua y planta (LASAP) de la Universidad Federal Rural del Semiárido (UFERSA), Mossoró, Brasil, donde se determinaron las características físico-químicas del suelo (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Resultados del análisis químico de suelos

Capa	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(H+Al)	SB	t	CIC	PSI
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----			-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							%
0-20	3,4	800,8	248,6	9,90	2,9	0,00	0,00	15,9	15,9	15,93	7

Fuente: adaptado del LASAP.

Los datos de las características físicas del suelo, presentadas en la Tabla 02, fueron obtenidos según la metodología descrita por EMBRAPA (1997). Las fracciones granulométricas se determinaron a partir de proporciones de arena gruesa, arena fina, limo y arcilla, por el método de la pipeta y expresadas en  $\text{kg kg}^{-1}$ . La densidad de partículas del suelo ( $D_p$ ) fue determinada por el método del picnómetro y la densidad aparente del suelo ( $D_s$ ) determinada por el método de la probeta para muestras alteradas, ambas expresadas en  $\text{kg dm}^{-3}$ . La porosidad total ( $P_{\text{total}}$ ) se calculó a partir de la relación entre la densidad aparente del suelo y la densidad de partículas, expresada en %.

Tabla 2. Resultados del análisis físico de suelos

Capa	Fracción granulométrica ( $\text{kg kg}^{-1}$ )					Densidad ( $\text{kg dm}^{-3}$ )		Clasific. Textural
	A.Gruesa	A.Fina	Arena Total	Limo	Arcilla	Aparente	Real	
0-20	0,43	0,57	0,84	0,05	0,22	1,62	2,49	Fran. Arc. Arenosa

Fuente: adaptado del LASAP.

Los tratamientos consistieron en la aplicación de una solución de cloruro de calcio, sin y con exposición a un campo magnético, en columnas con suelo salino, dando como resultado dos tratamientos: T1 - aplicación de la solución sin exposición al campo magnético, T2 - aplicación de la solución expuesta al campo magnético.

Se utilizó una solución de cloruro de calcio con una concentración de 15 mmol/L. Esta solución fue elegida de acuerdo a las recomendaciones existentes en literatura, para la recuperación de suelos (MIRANDA et al, 2008). El cloruro de calcio PA (para análisis) fue solubilizado en agua destilada.

El tratamiento magnético de la solución salina se realizó a través de la exposición de la misma a una secuencia de campos magnéticos que poseen en promedio 437,0 mT (miliTesla). Adicionalmente, el sistema tenía un tubo flexible transparente de 4,0 mm de diámetro interno y 1,0 mm de pared, un depósito de 18 L y una bomba centrífuga de rotor de plástico con 12 voltios de potencia. El tratamiento magnético se realizó mediante el bombeo y circulación de la solución salina, partiendo del depósito y pasando por el campo magnético



generado por la asociación de imanes y retornando al depósito (Figura 1). Se consideró que la solución salina estaba tratada cuando el tiempo de circulación (paso de la solución por el campo magnético) era realizado por un período superior a seis horas.

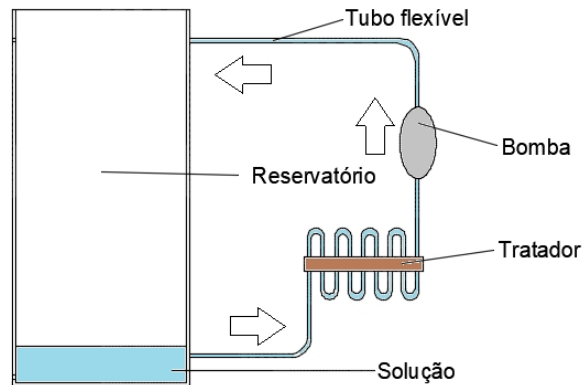


Figura 1: Diagrama esquemático del flujo del tratamiento magnético

El experimento fue desarrollado en columnas de percolación, llenadas con muestras de suelos salinos (Figura 2). Para ello se utilizaron columnas de tubo de PVC de 0,25 m de altura y diámetro interno de 0,075 m, cuyas extremidades inferiores se llenaron con una capa de 2,0 cm de grava n° 1 (1,0-0,5 mm), y por un círculo de tejido TNT, para facilitar el drenaje y evitar la pérdida de suelo. Las columnas fueron fijadas sobre un mesón de laboratorio, y sostenidas por soportes, para favorecer el manipuleo. Dichas columnas se acoplaron a un tubo que conducía la solución salina desde el depósito al tratador de campo magnético, y de ahí a la parte superior de la columna. También se acopló un tubo de drenaje que permitió mantener una lámina constante de 10 mm de altura de solución, sobre la superficie del suelo. Este método es conocido como Permeámetro de Carga Constante (PCC).

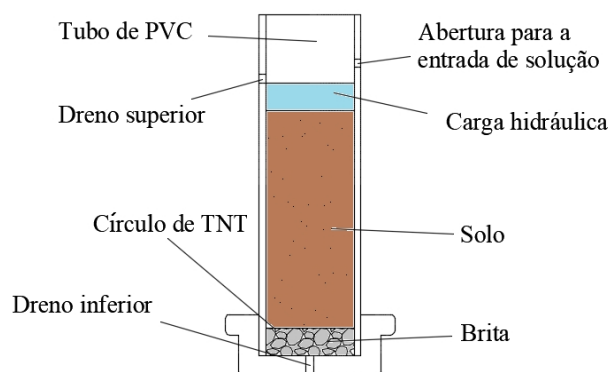


Figura 2: Esquema del montaje de la columna del tubo de PVC.

Inicialmente, las columnas de suelo fueron saturadas de forma ascendente con agua destilada, con el propósito de disminuir al máximo la presencia de aire en los poros. Posteriormente, se colocó en la parte superior de la columna un frasco con agua destilada, el cual se aplicó de manera continua por un período de 24 horas, hasta la obtención de flujo

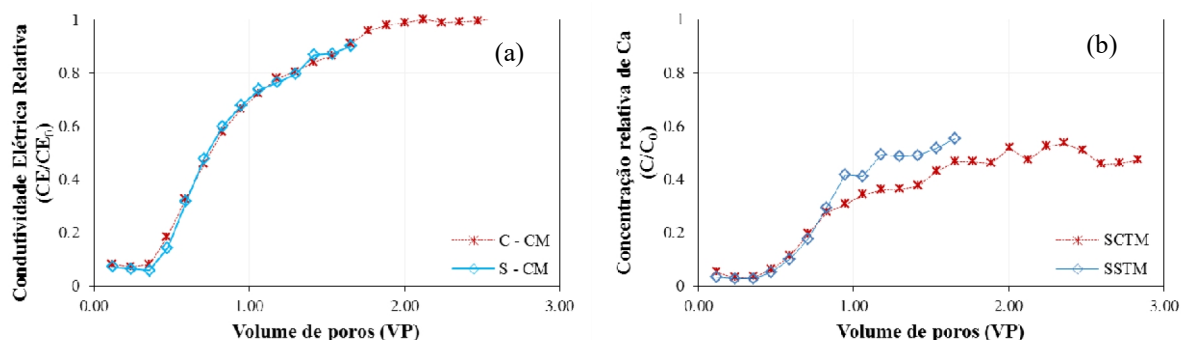
permanente, y para que todos los iones presentes en la solución del suelo fueran removidos por el agua percolada.

Después de la obtención del flujo permanente en las columnas de percolación, se aplicaron tres volúmenes de poros de la solución de cloruro de calcio, con y sin exposición al campo magnético, en dos columnas de suelo (T1, T2). Se colectaron muestras de 38 ml, que fueron acondicionadas en recipientes plásticos, con tapa, enfriadas y enviadas a laboratorio para los respectivos análisis. En el efluente (C), se determinaron las concentraciones Sodio ( $\text{Na}^+$ ), Potasio ( $\text{K}^+$ ), Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y Magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), posteriormente se calculó las concentraciones relativas ( $C/\text{Co}$ ) para cada ion, siendo  $\text{Co}$  la concentración de iones en la solución del respectivo tratamiento.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Después de determinar las concentraciones de potasio, sodio, conductividad eléctrica relativa, pH y conductividad hidráulica saturada ( $K_0$ ), en las muestras de soluciones colectadas de las columnas sometidas a la aplicación de una solución de cloruro de calcio tratado y no tratado magnéticamente, se elaboraron las curvas respectivas.

En la Figura 3(a), se muestra los resultados para la conductividad eléctrica (CE) en las dos soluciones de cloruro de calcio, con y sin tratamiento. No se observaron grandes cambios en la CE de las muestras, refutando algunos estudios que muestran una variación de la CE cuando se aplica un campo magnético en el agua. Sin embargo, la variación citada en la literatura está dada en  $\mu\text{S}$  (microsiemens), es decir, una variación muy pequeña comparada con las muestras analizadas en ese trabajo. Aun cuando el campo magnético tuviera alguna influencia, esta sería tan pequeña que pasaría inadvertida. En la Figura 3(b), se observa que la curva de concentración de la solución de cloruro de calcio con tratamiento magnético (SCTM) mantuvo el mismo comportamiento, en tanto que la curva de la solución de cloruro de calcio sin tratamiento (SSTM) siguió la misma tendencia hasta aproximadamente 0.8 volúmenes de poros (VP) y luego fue desplazada hacia abajo, lo que podría deberse a una mayor adsorción por el suelo, o quizás un intercambio iónico favorecido por el tratamiento. De esta manera la sustitución del calcio por el sodio y/u otros iones puede haber sido más efectiva con la solución de  $\text{CaCl}_2$  sometida al campo magnético. El cambio del calcio por el sodio es muy favorable, puesto que una mayor concentración de calcio en el suelo y una reducción del sodio en el complejo de intercambio, dejan el suelo más permeable (agregación o floculación de las arcillas), aumentando así la penetración del agua, el desplazamiento iónico y consecuentemente disminuye la concentración de sales a niveles aceptables por los cultivos, tal como menciona YAHIA (1975).

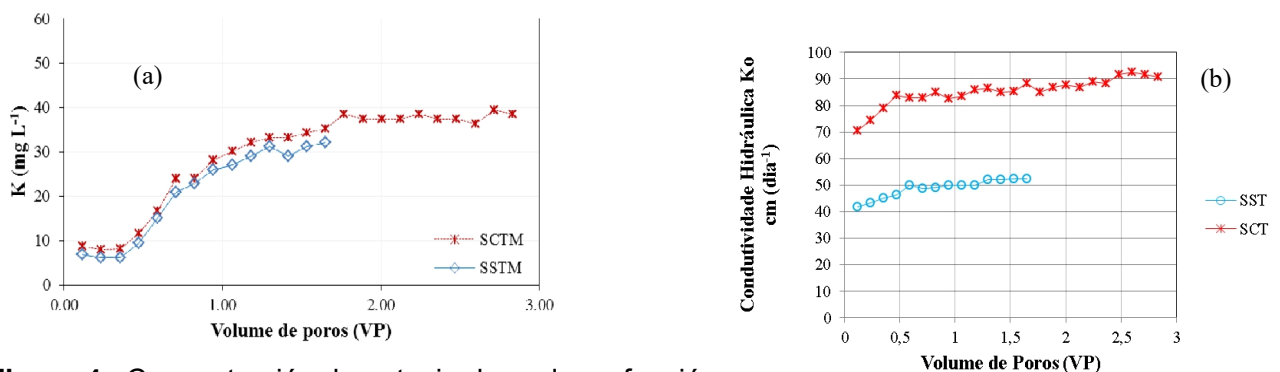


**Figura 3.** Curva de distribución de la conductividad eléctrica (a) y de la concentración de calcio (b) en la columna de suelo.

En la Figura 4(a) se muestra la concentración de potasio en función al volumen de poros. Se observa una diferencia en el desplazamiento del potasio con la aplicación de la solución de

cloruro de calcio tratada (SCTM), en comparación con la solución de cloruro de calcio no tratada (SSTM). Al inicio, la curva de concentración de potasio fue desplazada hacia arriba, es decir, ocurrió un mayor desplazamiento de iones potasio que tuvo lugar con la aplicación de la solución tratada magnéticamente. Ese mayor desplazamiento pudo haber ocurrido debido a la reducción en la tensión superficial que aumentó la penetración de la solución en el suelo, aumentando la carga de lixiviación o algún efecto directo del campo magnético, por lo que es necesario realizar más estudios para corroborar lo anterior.

En la Figura 4(b), se observa la variación de los valores de conductividad hidráulica saturada del suelo, en función del número de volúmenes de poros de la solución de cloruro de calcio aplicada en las columnas. Se puede advertir que hubo una gran diferencia entre la aplicación de la solución con tratamiento magnético y sin tratamiento. Esta variación podría haber ocurrido debido a dos factores: el primero relacionado con una reducción de la tensión superficial, haciendo que la solución se infiltre más fácilmente en el suelo. Al respecto, RANCAI et al (2009), indican que el campo magnético podría alterar algunas características del agua, como la tensión superficial. El segundo factor de influencia podría estar relacionado con la floculación y dispersión de los coloides, y en ese caso la doble capa difusa del suelo tendría una concentración muy grande de iones calcio, que es un catión bivalente, donde las arcillas se aproximan de tal modo que las fuerzas entre las arcillas y los cationes de calcio superan las fuerzas de repulsión de catión – catión de calcio, haciendo que las arcillas formen agregados que aumentan el camino preferencial del agua, haciendo que la conductividad hidráulica varíe.



**Figura 4.** Concentración de potasio drenado en función conductividad hidráulica en función del volumen de poros (b).

### CONCLUSIONES:

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el presente trabajo se constató que el efecto del campo magnético se manifestó en una mayor adsorción de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ ), lo que puede traer beneficios para la agricultura, si el interés fuese la recuperación de suelos utilizando como corrector el calcio. Finalmente, con este estudio se percibió que el tratamiento magnético del agua es un asunto difícil de trabajar, puesto que a pesar de que los efectos del campo magnético son conocidos, todavía no se explican de una forma definida.

### BIBLIOGRAFÍA:

Abrol, I. P. Salt-Affected Soils and their Management. Karnal, India: Fao Soil Resources Management And Conservation Service, 1988.  
 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. MANUAL DE MÉTODOS DE ANÁLISE DE SOLO: Manual de Métodos de Análise de Solo. 2 ed. Rio de Janeiro: Cecília Maria Macdowell, 1997. 212 p.  
 González Aguilera, Jorge & Martín Martín, Roberqui. (2016). ÁGUA TRATADA MAGNETICAMENTE ESTIMULA A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE

Solanum lycopersicum L.. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável. 6. 10.21206/rbas.v6i1.320.

MIRANDA, Márcio Fléquisson Alves et al. CORREÇÃO DE SOLO SALINO-SÓDICO COM SOLUÇÕES DE CLORETO DE CÁLCIO CULTIVADO COM SORGO SUDANENSE. Revista Caatinga, Mossoró. Brasil, v. 21, n. 5, p.18-25, dez. 2008.

RANCAI et al. The effects of magnetic fields on water molecular hydrogen bonds. Journal Of Molecular Structure. Beijing, republic Of China, p. 15-19. dez. 2009.

YAHIA, T. A.; MIYAMOTO,S.; STROEHLEIN, J. L Effect of surface applied sulfuric acid on water penetration into dry calcareous and sodic soils. Proc. Soil Sci. Soc. Am., Madison, 39; 1201-1203,1975.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE LAS VARIABLES DE CRECIMIENTO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y PRODUCCIÓN, EN *Eruca vesicaria* var sativa “RÚCULA” CULTIVADA BAJO CUBIERTA EN CONDICIONES DE SALINIDAD EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA**

**Carassay L.<sup>1,2</sup>, O. Siliquini<sup>1</sup>, P. Ponce<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina.

[lucianocarassay@yahoo.com.ar](mailto:lucianocarassay@yahoo.com.ar)

**RESUMEN:** La rúcula, ocupa el cuarto puesto de la superficie bajo cubierta en La Pampa, la experiencia en los últimos años nos indica que el cultivo es tolerante a la salinidad, resultando de interés abordar si existe una relación con su capacidad antioxidante. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la salinidad sobre las variables de crecimiento, capacidad antioxidante y producción. En 2 invernaderos se sembraron 3 variedades de rúcula “cultivada” y 1 de “hoja ancha”, en líneas con 5 réplicas, 10 Kg·ha<sup>-1</sup>, cada 0,20 cm entre líneas. Tratamientos: control regado con agua de 0,4 dS·m<sup>-1</sup> (C) y tratamiento salino con agua de 2,5 dS m<sup>-1</sup> (S). Se registró: peso fresco (PF) y seco (PS), longitud de planta y radical y rendimiento. Se determinó: actividad de enzimas antioxidantes (catalasa: CAT, ascorbato peroxidasa: APX y superóxido dismutasa: SOD), peroxidación de lípidos (MDA) y permeabilidad de membranas celulares. Existió diferencias en crecimiento respecto a PF en todas las variedades; la variedad “hoja ancha” fue la de mayor rendimiento (3,3 kg·m<sup>-2</sup>) en (C) y 2,65 kg·m<sup>-2</sup> en (S). Los rendimientos en (C) de “cultivada” variaron entre 2,77 kg·m<sup>-2</sup> y 2,33 kg·m<sup>-2</sup> disminuyendo 15-20% en (S). En PS no hubo diferencias sustanciales entre tratamientos y variaron de 200 g·m<sup>-2</sup> (C) a 142 g·m<sup>-2</sup> (S). La variedad de hoja ancha presentó la mayor longitud radical: 26,5 cm en (S) y 20 cm en (C). Se observó mayor nivel de MDA y permeabilidad de membranas en (S) coincidiendo con las variedades de menor rendimiento. La rúcula presentó una alta actividad de enzimas antioxidantes y los tratamientos con mayor actividad en SOD, CAT y APX fueron en (S). La salinidad, estuvo asociada con un incremento en la actividad antioxidante y un menor daño oxidativo, que se vieron reflejado en el rendimiento del cultivo.

**PALABRAS CLAVE:** salinidad, rúcula y antioxidantes.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EL RIEGO CON AGUA DE ALTO CONTENIDO DE SALES MEJORA LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)**

**Siliquini O.<sup>1</sup>, M. Pereyra Cardozo<sup>1</sup>, A. Quiriban<sup>1</sup>, J. Ponce<sup>1</sup>, D. Riestra<sup>1</sup>,  
A. Melis<sup>1,2</sup>, G. Rosane<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía-UNLPam. CC 300 (6300) Santa Rosa, La Pampa

<sup>2</sup> Estación Experimental INTA Anguil. La Pampa

siliquini@agro.unlpam.edu.ar

**RESUMEN:** En respuesta a diversos estreses ambientales se ha observado acumulación de fitoquímicos en plantas. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del riego con agua con alto contenido de sales en la producción y la actividad antioxidante en lechuga (*Lactuca sativa* L.). Los genotipos, Brisa, Bermella y Grand Rapid fueron cultivados en macrotúneles, regados con agua de perforación (AP) (CE de 3,20 mS cm<sup>-1</sup>) o con agua desalinizada por ósmosis inversa (AO) (CE de 0,128 mS cm<sup>-1</sup>) y tres niveles de disponibilidad hídrica en el suelo (40, 60 y 100%). A los 66 días del trasplante se determinó en las plantas el peso fresco (PF) y en las hojas la pérdida de electrolitos (%), concentración de fenoles y actividad antioxidante. El PF fue mayor en las plantas regadas con AP y disminuyó al reducir la disponibilidad de agua, siendo menos afectado, el cultivar Bermella. La presencia de sales y la reducción de la disponibilidad hídrica no provocaron un daño de membranas estimado por la pérdida de electrolitos. La concentración de fenoles bajo riego con AP mostró en los genotipos Grand Rapid y Brisa una tendencia a ser más elevada respecto a las regadas con AO, y en el genotipo Bermella la concentración de fenoles fue superior. En la actividad antioxidante no hubo diferencias entre genotipos bajo riego con AO, sin embargo, las plantas regadas con AP de Bermella manifestaron una actividad mayor respecto de los otros dos genotipos. Estos resultados muestran que el riego con agua con alto contenido de sales aumenta el rendimiento (PF), la calidad del cultivo al mejorar las propiedades antioxidantes y el valor funcional de las hojas de Bermella. El uso de un estrés ambiental controlado provee una oportunidad para promover las propiedades funcionales de la lechuga sin afectar negativamente el rendimiento.

**PALABRAS CLAVE:** capacidad antioxidante, valor funcional.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ESTRÉS SALINO EN ORÉGANO: ABORDAJES PRELIMINARES PARA LA  
EVALUACIÓN DE LOS MECANISMOS FISIOLÓGICOS IMPLICADOS EN SU  
RESPUESTA**

**Pelissero J.P.<sup>1,2</sup>, K. Grunberg<sup>3</sup>, G. Robert<sup>3,4</sup>, J. A. Argüello<sup>2</sup>, V. Davidenco<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Becario doctoral. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Córdoba.

<sup>2</sup> Cátedra Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.

<sup>3</sup> Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales. CIAP - INTA.

<sup>4</sup> Cátedra Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

Contacto: [juanpablopelissero@gmail.com](mailto:juanpablopelissero@gmail.com)

**RESUMEN:** El orégano es uno de los cultivos aromáticos de mayor importancia a nivel nacional por su superficie cultivada. En las regiones productivas de Traslasierras (Córdoba) y el departamento San Carlos (Mendoza), el rendimiento potencial de este cultivo se ve limitado por el uso de aguas subterráneas con severas restricciones por salinización. El objetivo de este trabajo fue optimizar un sistema experimental para discriminar respuestas fisiológicas contrastantes a estrés salino, utilizando dos cultivares seleccionados por su comportamiento diferencial a estrés hídrico en estudios previos del grupo de investigación. El ensayo se realizó en sistema de hidroponía en condiciones de invernadero. Se utilizaron plantines provenientes de estacas de Alpa Sumaj FCA-INTA (AS) y Aguanda FCA-INTA (AG). Los cultivares fueron crecidos bajo dosis crecientes de NaCl: 30, 60, 90 y 120 mM, y se midieron variables de crecimiento, partición de biomasa y balance hídrico. Los resultados mostraron que la concentración de 120 mM resultó elevada para la supervivencia de los plantines. En ambos cultivares el peso seco de las hojas (PSh) obtenido a 60 mM disminuyó en un 60%. Luego del periodo ensayado, la tasa de incremento de altura (Tla) no mostró efecto de salinidad en AG, mientras que en AS se redujo en un 64%. Por otro lado, se observaron reducciones graduales del contenido relativo de agua (CRA), correspondientes a un 9% para AG y 18% para AS bajo dosis de 60 mM, mientras que a 90 mM las reducciones alcanzaron un 16 y 28% para AG y AS, respectivamente. Los resultados sugieren que los cultivares AG y AS expresan diferente grado de sensibilidad a la salinidad, siendo necesario profundizar en el estudio de los mecanismos fisiológicos que estarían implicados.

**PALABRAS CLAVE:** orégano, calidad agua de riego, estrés salino.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN UN SUELO SALINO DEL  
DESIERTO DE ATACAMA, CHILE**

**Díaz Martín B.A.<sup>1</sup>, P.I. Cairo Cairo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable de Atacama (CRIDESAT), Universidad de Atacama, Copayapu 485, Copiapó, Chile. [bladimir.diaz@uda.cl](mailto:bladimir.diaz@uda.cl); [pedro.cairo@uda.cl](mailto:pedro.cairo@uda.cl).

**RESUMEN:** La evaluación de la calidad del suelo juega un papel clave para la productividad agrícola. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad de un suelo Entisol ubicado en la provincia de Huasco en el desierto de Atacama en el norte de Chile. El área se caracteriza por una baja fertilidad natural y alta salinidad/sodicidad. Está constituida fundamentalmente por una extensa planicie aluvial de escasa pendiente, un clima desértico, un promedio de precipitaciones de 30 mm/año y temperaturas promedio de entre 15 y 18°C. Se tomaron un total de 180 muestras de suelo representativas de la capa arable en 18 predios dedicados a la producción a pequeña escala de frutas y verduras bajo riego. Se determinaron treinta indicadores de suelo incluyendo pH, cationes intercambiables, conductividad eléctrica, granulometría, densidad aparente del suelo, porosidad y retención de agua. Nuestros resultados después del análisis de regresión simple y componentes principales indican que el pH, el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y la granulometría se correlacionaron significativamente con la densidad aparente del suelo, la porosidad y la retención de agua del suelo (los coeficientes  $r$  fueron  $> 0,8$ ). Se concluye que el PSI, pH, macroporos, arcilla + limo, capacidad de agua disponible y la relación microporos/macroporos pueden ser considerados indicadores de calidad del suelo para las condiciones del estudio.

**PALABRAS CLAVE:** salinidad, sodicidad, régimen hídrico, espacio poroso, indicadores de calidad del suelo.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**LA VEGETACIÓN COMO INDICADORA DE SALINIZACIÓN EN EL ALTO VALLE DE RÍO NEGRO**

**Troncoso V.U.<sup>1</sup>, J.R. Gandullo<sup>1</sup>, C. Minue<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Docentes investigadores: Botánica Agrícola Sistemática. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue. Ruta 151, km 12,5, 8303 Cinco Saltos, Río Negro, Argentina - vutroncoso@gmail.com

<sup>2</sup> Estudiante de grado de la FACA, UNComahue. Cinco Saltos, RN, Argentina.

**RESUMEN:** El Alto Valle cuenta con producciones frutihortícolas y forrajeras desarrolladas, mayoritariamente bajo riego superficial y en suelos con distintas clases texturales. La baja calidad de drenaje y un manejo del riego deficiente propician condiciones para la salinización de los suelos. Como consecuencia, la productividad de los cultivos es afectada por distintos grados salinidad y la vegetación arvense de estos cultivos es reemplazada gradualmente por especies halófitas. El objetivo del presente trabajo es describir la vegetación presente en los cultivos con diferentes grados de salinidad. La vegetación halófitas se determinó con la metodología de la escuela fitosociológica de Zürich Montpellier en parcelas fisonómica, florísticas y ecológicamente homogéneas. Para cada comunidad se tomaron muestras de suelo y se determinaron parámetros de salinidad (pH y CE). Se caracterizaron un total de siete comunidades halófitas: 1-*Atriplex heterosperma*, 2-*Suaeda altissima*, 3-*Distichlis scoparia*, 4-*Malvella leprosa*, 5-*Parapholis incurva*, 6-*Leptochloa fusca* y 7-*Muhlenbergia asperifolia*. Las mismas se ordenaron de acuerdo al gradiente de salinización en las diferentes clases texturales cultivadas, en barda: 1, media barda: 2, 3, 4 y 5, media costa: 6 y costa: 7. Se relacionaran los parámetros de salinidad con las comunidades vegetales encontradas para establecer el grado de salinidad que indican.

**PALABRAS CLAVE:** halófitas, comunidad, salinidad



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EFICIENCIA FOTOSINTÉTICA DE SORGO BICOLOR Y SUDANENSE EN  
CONDICIONES DE SUELOS AFECTADOS POR ALCALINIDAD**

**Luna D.F.<sup>1\*</sup>, D. Bustos<sup>1</sup>, G. Pittaro<sup>1</sup>, E. Taleisnik<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales - Centro de Investigaciones Agropecuarias (IFRGV-CIAP) INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Camino a 60 Cuadras, Km 5.5, X5020ICA Córdoba, Argentina - \*luna.fernando@inta.gob.ar.

<sup>2</sup> CONICET, Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina, Argentina.

**RESUMEN:** Los suelos halomórficos se encuentran ampliamente extendidos en Argentina, siendo el tercer país a nivel mundial afectado por dicho problema según FAO-Unesco. Los suelos alcalinos han sido identificados como los más perniciosos para el crecimiento de la mayoría de los cultivos. El sorgo es considerado un cultivo sustentable dada su buena adaptación a suelos de baja capacidad productiva. Sin embargo, su tolerancia a suelos con pH alcalino es relativamente pobre. Por otro lado, el sorgo tipo sudanense (Sudangrass) ha sido propuesto como una alternativa a esta problemática, así como su utilización en el mejoramiento genético del sorgo. En el presente trabajo, se evaluaron parámetros de crecimiento, verdor y actividad del PSII en Minú II (sorgo bicolor) y MF Sudan 7 INTA (sorgo tipo sudangrass) en un lote alcalino y uno neutro ubicados en la localidad de La Toma, Río Primero, Córdoba. En suelo alcalino (pH~9), en ambos materiales se redujo drásticamente su peso seco aéreo (PSA), índice de verdor SPAD y funcionamiento de la cadena de electrones del fotosistema II (OJIP test). Sin embargo, el grado de tolerancia al suelo alcalino fue mayor en el sorgo de tipo Sudangrass, el cual mostró una reducción del 50% de su PSA con respecto al suelo neutro, mientras que en Minu II cayó un 97%. La altura de planta mostró una similar tendencia, siendo un 70% menor en Sudangrass frente a un 97% en Minu II con respecto al suelo neutro. Dichos parámetros de crecimiento (PSA y altura) se correlacionaron positivamente con el índice SPAD e índice de performance absoluto ( $PI_{abs}$ ) y negativamente con la disipación energética por calor ( $D_{lo}/RC$ ; parámetros OJIP). Este trabajo confirma a nivel de campo, lo observado en condiciones controladas, en relación al mantenimiento de una alta eficiencia fotosintética de Sudangrass respecto a Minu II en condiciones de alcalinidad.

**PALABRAS CLAVE:** sorgo, suelo alcalino, PS II, OJIP test.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES TÉRMICAS DEL SUELO A PARTIR DE LA  
APLICACIÓN DE CARBÓN DE BAJO RANGO Y BACTERIAS**

**Ortiz O. <sup>1\*</sup>, R. Ramirez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instructor Servicio Nacional de Aprendizaje - \*odlaortiz@sena.edu.co.

<sup>2</sup> Profesor Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

**RESUMEN:** Las propiedades térmicas del suelo desempeñan un papel crucial en el control del almacenamiento y la conducción del calor a través de los perfiles del suelo y afectan diversos procesos del suelo mediante la determinación del microclima de este, y por ende, son determinantes para el crecimiento de la planta. Por otra parte, el carbón de bajo rango ha ganado amplia atención como una enmienda del suelo salino sódico modificando una serie de propiedades fisicoquímicas del suelo. Sin embargo, no hay información disponible sobre los efectos integrados de la aplicación de carbón de bajo rango en las propiedades térmicas del suelo. En este proyecto se trataron en invernadero muestras de suelo salino sódico con proporciones de 0, 2 y 4 ton/Ha y dos tipos de microorganismos y se sembró la variedad de maíz predominante en el Departamento del Cesar. Las propiedades térmicas del suelo se midieron in situ para los diferentes tratamientos. A los 30 días habían sobrevivido la mitad de la población de planta debido a las condiciones del suelo y el clima, el 70% corresponde a las macetas donde no se aplicó carbón lo cual muestra una tendencia; a los 60 días solo sobrevivían el 25% de las plantas iniciales, lo cual parece indicar que las dosis aplicadas de carbón de bajo rango fueron demasiado bajas para marcar una diferencia significativa en las propiedades térmicas del suelo y de este modo contribuir a una adecuada recuperación.

**PALABRAS CLAVE:** Rehabilitación de suelos, lignito, propiedades térmicas del suelo



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO INICIAL DE POBLACIONES DE FESTUCA ALTA (*Festuca arundinacea* Schreb.) EN SUELO SALINO-SÓDICO**

**Martínez E.S.<sup>1\*</sup>, P. Rimieri<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Investigadora, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA INTA Pergamino, Ruta 32 Km 4,5, y docente de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires. - \*martinez.emilce@inta.gob.ar

<sup>2</sup> Profesional asociado AER Bolívar INTA.

**RESUMEN:** La región Pampeana es una zona húmeda-subhúmeda que presenta extensas áreas utilizadas actualmente para la explotación ganadera, con suelos sódicos y sales en superficie. Es importante incrementar la producción y calidad de forraje en esas áreas con limitantes. La festuca es la gramínea perenne más importante, ampliamente difundida y adaptada en la región. La caracterización y evaluación de germoplasma de festuca adaptado a ambientes con salinidad-sodicidad es importante para detectar variabilidad genética e identificar materiales tolerantes en el campo. Con el objetivo de proporcionar germoplasma promisorio a los programas de mejoramiento de la EEA INTA Pergamino, fueron caracterizadas en la etapa de implantación, 50 familias de medios hermanos en un suelo Natracualf típico de Bolívar (Bs.As.), durante los años 2017 y 2018. Se utilizó un DBIA con 2 repeticiones. Para el presente trabajo se consideraron las variables largo de lámina (LL), superficie de lámina (SL), tasa de expansión foliar (TEF) y tasa de expansión del área foliar (TEAF) todas ellas relacionadas con la producción de forraje. Se empleó un modelo lineal mixto considerando las medidas repetidas en el tiempo. En todos los caracteres, la varianza ambiental fue mayor al 70% y la varianza genotípica representó en promedio el 6% de la varianza fenotípica. Los coeficientes de variación genotípica fueron mayores en las variables LL, SL y TEF, mientras que los fenotípicos fueron mayores en TEAF y SL. La variable LL presentó una heredabilidad en sentido estricto de 0,32, mayor que el resto de las variables evaluadas. Se concluye que la alta variabilidad ambiental dificultó la selección en etapas tempranas de crecimiento y se propone utilizar la variable LL como criterio de selección temprano del material de crianza en estudio en condiciones de suelo salino-sódico.

**PALABRAS CLAVE:** caracterización, festuca, suelo salino-sódico.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**CARACTERIZACIÓN DE VARIETADES DE ALGODÓN FRENTE A CONDICIONES DE ESTRÉS SALINO**

**Winkler H.M.<sup>1</sup>, I. Fernandes<sup>2</sup>, R. Senna<sup>2</sup>, L. Mieres<sup>3</sup>, P. Dileo<sup>4</sup>, G. Scarpin<sup>4</sup>, F. Lorenzini<sup>5</sup>, M. Paytas<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Becario INTA-CONICET, EEA Reconquista, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ruta Nacional N° 11 km 773 (3560) Reconquista, Santa Fe – winkler.horacio@inta.gov.ar.

<sup>2</sup> Estudiante agronomía, FCA Unoeste, Presidente Prudente, São Paulo.

<sup>3</sup> EEA Reconquista, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

<sup>4</sup> Becario INTA, EEA Reconquista, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

<sup>5</sup> Becario Cientibeca FDCB, UNL.

**RESUMEN:** Los suelos agrícolas en la cuenca Bajos Submeridionales presentan características halo-hidromórficas. El algodón es un cultivo muy importante en la región ya que tolera la presencia de sales sódicas, en términos relativos, más que otros cultivos, por lo que es promisorio para zonas donde las sales incrementan el riesgo productivo. El objetivo de este trabajo fue caracterizar morfológica y fisiológicamente el comportamiento de cuatro variedades de algodón seleccionadas del banco de germoplasma argentino frente a un período de estrés salino. El experimento se realizó bajo condiciones semicontroladas de invernáculo utilizando macetas con suelo-sustrato inerte relación 3:1 en un diseño completamente al azar con ocho repeticiones. El tratamiento con estrés salino se realizó mediante riegos de 500ml con una solución salina de NaCl de 150mM con una conductividad eléctrica de 15,6 ms/cm cada dos días desde tercera hoja completamente expandida a primera flor. El tratamiento control consistió en riegos similares con agua de buena calidad (conductividad 0,52 ms/cm). Se realizaron las siguientes determinaciones en planta: fenología, altura, número de nudos (NN), porcentaje de retención de frutos (%RF). En hoja se realizó contenido relativo de agua (CRA), fotosíntesis, conductancia estomática (CE). Los resultados indican que las condiciones de estrés salino, para todas las variedades analizadas, afectaron de manera negativa las variables altura 21,8 % y NN 8,32%; respecto a los parámetros fisiológicos, se destaca la reducción de la fotosíntesis (35,5%), el CRA (10,7%), la CE (65%). No hubo diferencias significativas en el desarrollo fenológico y retención de órganos fructíferos. No se registró un comportamiento diferencial entre los genotipos durante el período de estrés salino evaluado.

**PALABRAS CLAVE:** algodón, estrés salino, caracterización morfológica, caracterización fisiológica.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**COMO SE OBTUVO A “LIEBRE” UN CULTIVAR DE AGROPIRO ALARGADO**

**Schrauf G.E., P. Rush, A. Cassella, A. Celani, L. Palmieri, E. Musacchio, F. Alonso  
Nogara, M. Iannicelli, P. Peralta Roa, L. Castro, L. Couso**

Universidad de Buenos Aires (UBA) - Facultad de Agronomía - Cátedra de Genética –  
Criadero FAUBA “Cultivos del Sur”. e-mail: [gschrauf@gro.uba.ar](mailto:gschrauf@gro.uba.ar)

**RESUMEN:** Lograr variedades más tolerantes a salinidad mediante el mejoramiento genético se considera una de las estrategias más sustentables. Un requisito es la presencia de variabilidad y una pregunta clave es cómo se asocia la tolerancia a salinidad a otras características de relevancia agronómica. Se desarrolló un Programa de Mejoramiento Genético de Agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) dentro del Criadero FAUBA “Cultivos del Sur”. Se partió de una amplia colección de materiales genéticos que colonizaban suelos salino-sódicos. Se halló una elevada variabilidad en el comportamiento germinativo y en el crecimiento inicial, ambas bajo condiciones controladas de salinidad. Esta variabilidad se mostró independiente de otros rasgos agronómicos como la calidad forrajera, la tolerancia a heladas, la respuesta a la defoliación. Consecuentemente fue posible aplicar selección combinada de calidad forrajera y capacidad de establecimiento en condiciones de salinidad. La rápida germinación y emergencia estuvieron escasamente asociadas con el crecimiento inicial bajo condiciones de salinidad. Esto último indicaría que ambas características son controladas genéticamente de diferente modo. El material obtenido a través de diferentes ciclos de selección se destacó de otros materiales comerciales. Las pruebas a campo corroboraron los resultados hallados en condiciones experimentales lo que condujo a la inscripción de un nuevo cultivar, denominado LIEBRE, en los registros del INaSe.

**PALABRAS CLAVE:** *Thinopyrum ponticum*, mejoramiento tolerancia a salinidad, calidad forrajera.

**INTRODUCCIÓN:**

Agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum* (Podp) Barkworth et Dewey) es una especie forrajera perenne, introducida y naturalizada en ambientes salinos de la Argentina (Maddaloni y Ferrari 2001; García *et al.*, 2004; Casas 2011). Según Maciel (2019) su principal limitante es un lento crecimiento inicial que limita su valor forrajero, más aún en suelos con restricciones de acumulación de sales. También la calidad forrajera de agropiro alargado es menor respecto de otras gramíneas templadas susceptibles a salinidad, pero se ha comunicado la existencia de variabilidad en esta relevante característica (Borrajo *et al.*, 1997), por otro lado, es escasa la información sobre la asociación entre la variación en tolerancia a salinidad y la variación en calidad forrajera dentro de la especie.

La salinidad restringe el crecimiento y tiene un alto impacto productivo en gramíneas forrajeras donde el rendimiento está determinado primordialmente por el crecimiento de las láminas foliares (Taleisnik, 2006). De Luca *et al.* (2001) comunicaron para *Chloris gayana* que la acumulación de materia seca bajo condiciones de salinidad se asociaba al crecimiento foliar. Por otro lado, se ha demostrado que la salinidad puede inhibir la emergencia de los macollos (Acuña *et al.*, 2014). Andrés *et al.* (2000), hallaron que las plantas más macolladoras presentaron menores niveles de digestibilidad. Balbiani (2005) halló al analizar esta última asociación en agropiro alargado y agropiro intermedio que la calidad aumentaba curvilíneamente con el número de macollos, pero hacía referencia a la calidad primaveral y no otoñal como lo hallado por Andrés *et al.*, (2000).

Desde el punto de vista agronómico es posible definir a la tolerancia a la salinidad como la habilidad de las plantas de sobrevivir y producir rendimientos aceptables en condiciones de estrés (Munns & Tester, 2008). Esta habilidad se expresa generalmente en términos absolutos y relativos al control (Zabala *et al.* 2011). Las características de crecimiento en términos absolutos tienen aplicación directa en la selección mientras que los relativos nos indicarían la tolerancia a las condiciones adversas (González *et al.*, 2002). En el presente trabajo se describen sintéticamente los pasos realizados tendientes a la obtención de un cultivar de Agropiro alargado inscripto con la denominación de LIEBRE que combina tolerancia a salinidad especialmente en su establecimiento y calidad forrajera (INaSe, 2016).

### **MATERIALES Y MÉTODOS:**

Sobre colectas realizadas de poblaciones naturalizadas en ambientes salino-sódicos de la provincia de Buenos Aires, se estimó la variabilidad en el comportamiento germinativo y el crecimiento inicial bajo condiciones simuladas de salinidad, mediante el agregado de NaCl hasta tener 16dS/m de conductividad. Se caracterizaron progenies dentro y entre poblaciones con alta y baja velocidad de germinación, crecimiento inicial y nivel de macollaje inicial. Se realizó una primera selección, tomando un total de 250 plantas. En una segunda instancia, éstas fueron transplantadas a vasos de 250 cm<sup>3</sup>, que se colocaron en bateas a las que se les fue incrementando gradualmente la conductividad eléctrica (25, 28, 31 y 34 dS/m), para poder realizar una segunda selección sobre estas plantas. En esta etapa se seleccionaron las 20 mejores plantas, definidas por criterios como elongación foliar, n° de hojas y macollos, también se eligieron 20 plantas con comportamiento contrastante para estimar el efecto de la selección sobre otras características agronómicas. En ambos grupos de plantas se estimó en condiciones de campo, la tolerancia a heladas, la respuesta a la defoliación y la calidad forrajera (análisis de fibra-Van Soest (1982)-, contenido de N -AOAC (1995)-, simulación de la dinámica de fermentación ruminal -Wawrzkievicz y Danelón (2004)-).

Adicionalmente se construyeron poblaciones sintéticas una con individuos que habían generado progenies destacadas en al menos una característica denominada Selecta 1 y otra con comportamiento promedio, denominada Selecta 2. Ambas poblaciones se compararon (identificando en el caso de la Selecta 1, el rasgo por el cual había sido seleccionado cada individuo) con 3 materiales comerciales, respecto al comportamiento germinativo, crecimiento inicial y macollaje.

Finalmente se generó una población priorizando calidad forrajera y dentro de los genotipos destacables en calidad por velocidad de germinación y crecimiento inicial en condiciones de salinidad. Esta población fue desafiada en siembras en campos de la depresión del salado en suelos salino-sódicos.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

En los materiales bajo análisis se halló una elevada variabilidad en la germinación inicial y total, así como en la velocidad de emergencia (figura 1) en condiciones de salinidad. Una vez emergidas se analizó el crecimiento evaluado a través de la construcción de tasas de elongación foliar en diferentes tiempos (figura 2) y de la dinámica del macollaje inicial. Todas las características de crecimiento mostraron alta variación y una baja asociación con la velocidad de germinación. Mientras que cuando se analizaron parámetros que estiman la calidad forrajera éstos mostraron una alta variabilidad (figura 3) que fue independiente de las características que estimaron la tolerancia a salinidad. En la figura 4, se muestran los valores de Fibra Detergente Neutro (FDN -que estima la digestibilidad inicial-) que permite observar la distribución al azar de los genotipos con menor tolerancia a salinidad.

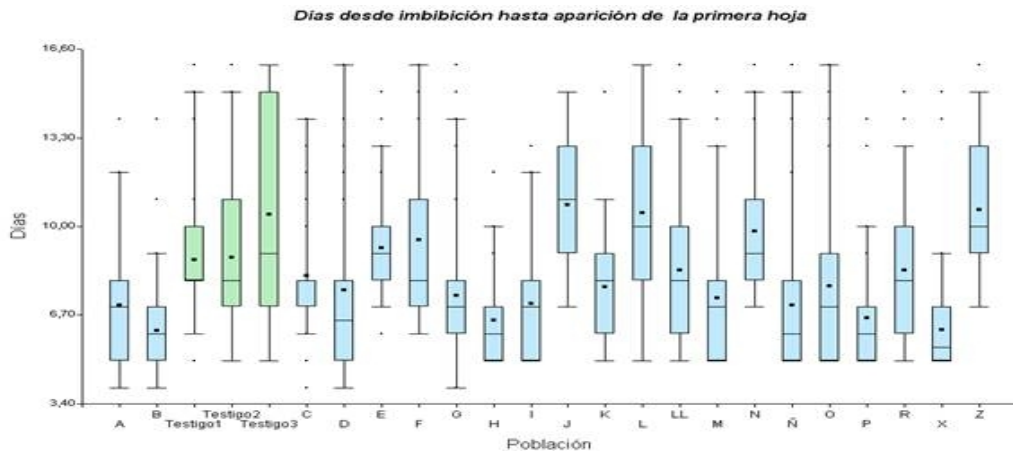


Figura 1: Promedios y desvíos entre procedencias en la Velocidad de emergencia

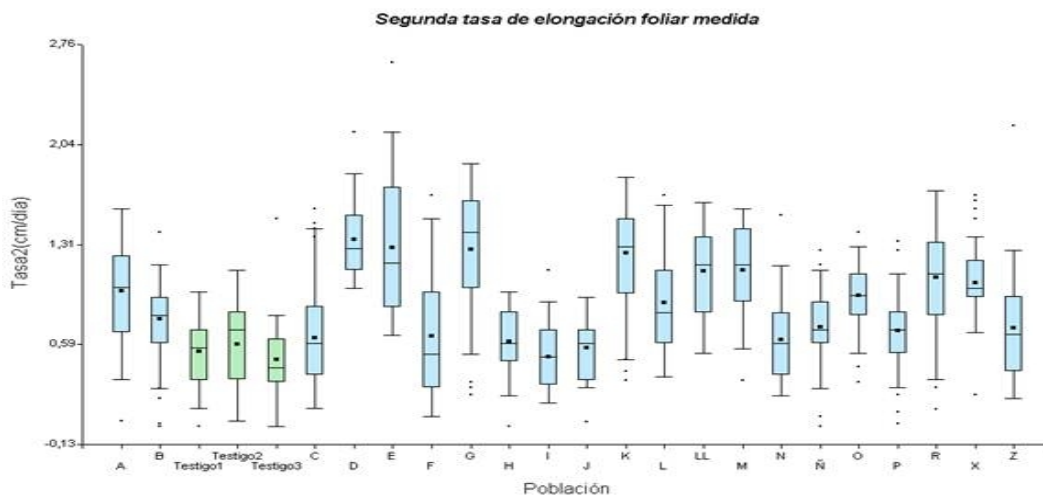


Figura 2: Medias y desvíos de la tasa de crecimiento bajo salinidad

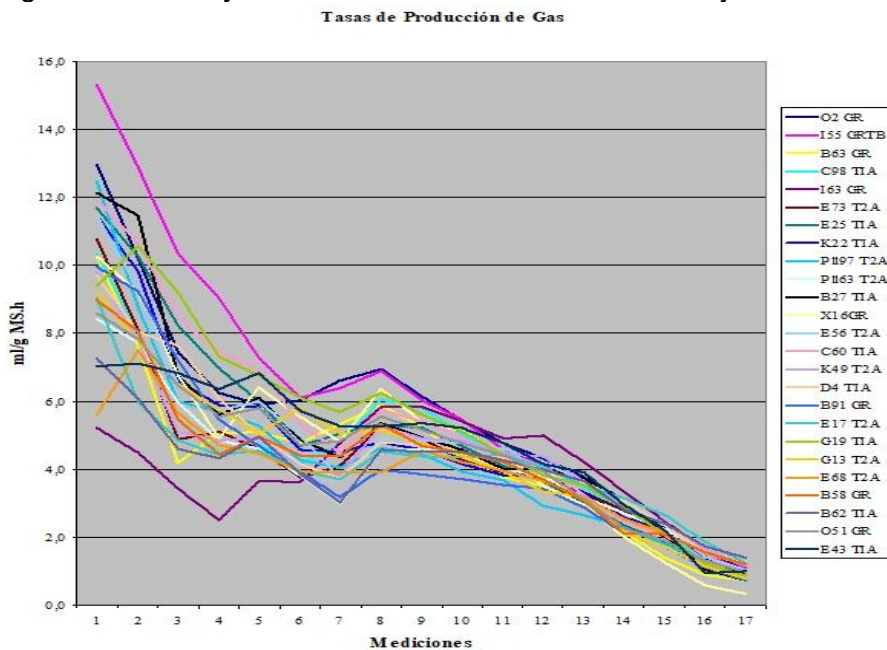


Figura 3: Variación en la tasa de la dinámica de producción de gas -que estima la digestibilidad ruminal- de diferentes genotipos bajo evaluación.



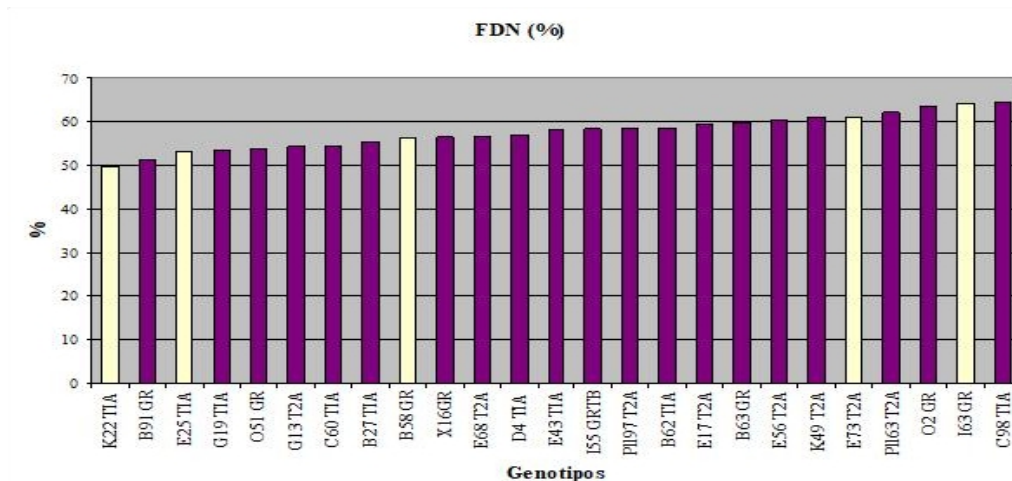


Figura 4: Porcentaje de Fibra en Detergente Neutro para cada genotipo analizado. Las barras de color crema corresponden a los genotipos con menor tolerancia a salinidad.

También la susceptibilidad a heladas y la respuesta a la defoliación -en ausencia de salinidad- no mostraron asociación con la tolerancia a salinidad. Estos resultados permitieron la selección conjunta de rasgos de relevancia agronómica. Cuando se compararon las progenies de los materiales selectos respecto de las variedades comerciales ofrecidas por el mercado, los materiales selectos superaron a los comerciales en velocidad de germinación (figura 5). Similares resultados se hallaron respecto a germinación total, crecimiento inicial, macollaje y calidad forrajera (datos no mostrados). Las correlaciones padre-progenie fueron altas para cada una de las características seleccionadas. Sin embargo, la asociación entre germinación y crecimiento inicial fue baja ( $r=0,24$ ), mientras que el comportamiento germinativo con la presencia y ausencia de salinidad mostró una alta correlación ( $r=0,86$ ). Tempranamente, Ayers & Hayward (1948) consideraron que la rápida germinación bajo salinidad no necesariamente estaba asociada a la tolerancia, los resultados aquí hallados indicarían la presencia de diferentes controles genéticos para el comportamiento germinativo y para el crecimiento inicial.

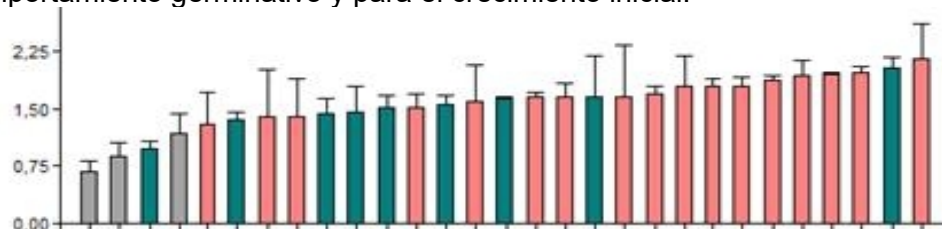


Figura 5: Velocidad de Germinación de Selectas 1 (■), Selectas 2 (■) y materiales comerciales (■), bajo condiciones de salinidad.



Figura 6: Fotos (a) de establecimiento de LIEBRE en suelos salino-sódicos y (b) de un lote de producción de semillas.

El éxito de siembras en suelos salino-sódicos de la Depresión del Salado (figura 6a) demostró el valor de LIEBRE y su difusión trajo consigo una alta demanda que hizo que resulte uno de los materiales genéticos de mayor precio. El incremento de las áreas destinadas a la producción de semilla (figura 6b) traerá consigo una mayor oferta para satisfacer las necesidades de materiales de calidad para ambientes salinos.

### CONCLUSIONES:

El hallar variabilidad en características productivas bajo condiciones de salinidad y que esta variación haya resultado independiente de la variación en parámetros de calidad forrajera permitió la selección conjunta de tolerancia a salinidad y calidad forrajera.

Agradecimientos: Los autores agradecen la información brindada por Santiago Pisonero

### BIBLIOGRAFÍA:

- Acuña M, F Curin, K Grunberg, O Scheneiter y A Andrés. 2014. Efecto de diferentes sustratos salinos sobre variables de crecimiento en una población de *Thinopyrum ponticum*. 37º Congreso AAPA – 2nd Joint Meeting ASAS-AAPA – XXXIX Congreso SOCHIPA. Revista Argentina de Producción Animal Vol 34 Supl. 1: 127
- Andrés A, J Carrete y R Guillen. 2000. Mejoramiento de la calidad del forraje otoñal de Agropiro alargado. Revista de tecnología agropecuaria v.5, no 14, p56-58.
- AOAC International (formerly the association of official Analytical chemists) 1995. Official methods of Analysis. Arlington, VA: AOAC International.
- Ayers AD & H Hayward. 1948. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 13:224-6
- Balbiani L. 2005. Comparación de la calidad y producción forrajera de materiales de *Thinopyron ponticum* (Agropiro alargado) y *Thinopyron intermedium* (Agropiro intermedio) con distintos requerimientos de floración Trabajo final de Intensificación FAUBA pp.18.
- Borrajo C, S Alonso, A Mazzanti y H Echeverría. 1997. Caracterización de germoplasma de Agropiro. Variables estructurales y calidad del forraje. Revista Argentina de Producción Animal v.17, supl. 1, p170-171.
- Casas R. 2011. Suelos Halomórficos: Importancia y posibilidades de utilización. Revista de Investigación Agropecuaria. <http://ria.inta.gov.ar/?p=947>.
- Cassera AP. 2008. Consecuencias de la selección por resistencia a la salinidad sobre otros parámetros de importancia agronómica en *Thinopyrum ponticum*. Tesis para optar al título de Grado. Facultad de Agronomía de Buenos Aires
- Celani AD. 2007. Selección en poblaciones de *Thinopyrum ponticum* a partir del comportamiento germinativo y la elongación foliar bajo condiciones de salinidad. Tesis para optar al título de Grado. Facultad de Agronomía de Buenos Aires.
- De Luca M, L García Seffino, K Grunberg, M Salgado, A Córdoba, C Luna, L Ortega, A Rodríguez, A Castagnaro y E Taleisnik 2001. Physiological causes for decreased productivity under high salinity in Boma, a tetraploid *Chloris gayana* cultivar. Australian Journal of Agricultural Research, 52:903-910.
- García MG, CA Busso, P Polci, NL García Girou & V Echenique. 2002. Water relations and leaf growth rate of three *Agropyron* genotypes under water stress. Biocell, 26, 309–317.
- INaSe 2016. Inscripción del cultivar “LIEBRE” de *Thinopyrum ponticum*, en los Registros de la Propiedad de Cultivares y Nacional de Cultivares del INaSe. Nº de Registro 15757 el 13/09/2016
- Maciel MA. 2019. Análisis fenotípico y genético del crecimiento inicial de familias de medio-hermanos de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum* (Podp.) Barkworth et Dewey) en condiciones de salinidad y sequía. Tesis Doctoral UNRosario.
- Munns R & M Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59:651-681
- Taleisnik E 2006. ¿Por qué disminuye la productividad de *Chloris gayana* en condiciones de salinidad? En: 2006. SAFV. Temas de Fisiología Vegetal. F. Cassán y E. Taleisnik (eds). Pgs238-253. Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto. ISBN 950-665-403-4.
- Van Soest PJ. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B Brooks inc Corvallis OR

Wawrzkiwicz M y JL Danelón. 2004. Mejoramiento de la Técnica de Producción de gas in Vitro para evaluar alimentos para rumiantes. Nuevo recipiente de incubación. Revista Argentina de producción animal, vol.24, n° 3-4, pág 187-197.

Zabala JM, E Taleisnik, J Giavedoni, JF Pensiero & GE Schrauf. 2011. Variability in salt tolerance of native populations of *Elymus scabrifolius* (Döll) JH Hunz from Argentina. Grass and Forage Science, 66(1), 109-122.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**COMPORTAMIENTO INICIAL DE DIFERENTES GENOTIPOS DE *Eucalyptus***  
**IMPLANTADOS EN UN SUELO SODICO CON ENMIENDAS**

**Lupi A.M.<sup>1</sup>, P. Pathauer<sup>2</sup>, J. Iñuritegui<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de suelos CIRN, INTA. Los Reseros y Las Cabañas, Hurlingham, Pcia de Buenos Aires – lupi.ana@inta.gov.ar.

<sup>2</sup> Instituto de Recursos Biológicos CIRN, INTA. Los Reseros y Las Cabañas, Hurlingham, Pcia de Buenos Aires.

<sup>3</sup>FIPLASTO SA

**RESUMEN:** Entre las estrategias disponibles para mejorar la producción en suelos con limitantes por sodicidad se encuentran el uso de enmiendas mejoradoras del suelo y el empleo de especies o genotipos con mayor tolerancia a estos ambientes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la sobrevivencia y el crecimiento inicial de plantines de *Eucalyptus camaldulensis*, híbridos *E. grandis* x *E. tereticornis* y de *E. grandis* x *E. camaldulensis* implantados en un sitio con el agregado de enmiendas y preparado con camellones. El experimento se localizó en el paraje Kenny, Carmen de Areco, Provincia de Buenos Aires, Argentina, sobre un suelo de la Serie Tatay. Los tratamientos aplicados surgen de la combinación de dosis de enmienda (T1: 0 tn ha<sup>-1</sup> de yeso y T2: 1 tn ha<sup>-1</sup> de yeso aplicada en la banda de plantación) y 4 materiales genéticos (1. mix de clones *E. camaludelsis*; 2. mix de Híbridos *E. grandis* x *E. camaldulensis*; 3. Mix de híbridos *E. grandis* x *E. tereticornis* 4. Mix híbridos experimentales *E. grandis* x *E. camaldulensis*. A los 2 meses de la plantación la sobrevivencia fue superior al 90 % en todos los materiales empleados y no hubo efecto de la enmienda. A los 120 días de la plantación el tratamiento GC<sub>Mix</sub> arrojó lo mayores valores de altura, tanto en la situación con yeso como sin yeso, no evidenciando diferencias significativas entre el agregado o no de enmiendas. Las evidencias iniciales permiten indicar que es biológicamente posible la forestación con materiales genéticos mejorados, sin embargo es necesario continuar las evaluaciones para relevar el comportamiento posterior. La plantación en camellones genera un volumen de suelo libre de agua mayor, sin embargo, debemos ser cautelosos. La inversión del suelo puede generar mayores limitantes. Se debería continuar con las evaluaciones para analizar el efecto de la enmienda sobre el suelo y el cultivo.

**PALABRAS CLAVE:** Eucalyptus, enmiendas, sodicidad, salinidad

**INTRODUCCIÓN:**

En diversas áreas de la provincia de Buenos Aires los suelos presentan limitaciones (anegamiento, salinidad o salinidad asociada a sodicidad) que reducen su aptitud de uso y en consecuencia la productividad de los cultivos. En el N de Buenos Aires estas limitantes no corresponden a los suelos dominantes pero sí aquellos que se localizan en los bajos, asociados con planicies de inundación de algunos ríos y arroyos. El uso actual de estas áreas es la ganadería y, a excepción de los suelos clase IV, no compiten con la agricultura. Según una evaluación de aptitud forestal realizada para diferentes especies de Eucalyptus en los partidos de Ramallo, Colón, Pergamino, San Pedro, Bartolomé Mitre, Baradero, Capitán Sarmiento, Rojas, Salto, General Arenales, Chacabuco, Carmen de Areco, Junín, San Nicolás, Zárate, San Antonio de Areco; existirían entre 50000-90000 has disponibles (Lupi et al. En evaluación).

Los elevados niveles de sodio generalmente originan una deficiente relación suelo-agua-aire que afecta negativamente el crecimiento y desarrollo de los cultivos. El yeso es la enmienda



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



más generalizada para la corrección de la alcalinidad y altos niveles de sodio en el complejo de intercambio del suelo, aunque los resultados dependen de las particularidades de cada ambiente. Por otro lado, mediante programas de mejoramiento genético forestal es posible seleccionar germoplasma que se adapte a estas áreas. Este es el caso de los genotipos desarrollados recientemente con el fin proyectar la actividad forestal a ambientes marginales (Marcó y Harrant, 2005)

En un marco de demanda creciente de alimentos, fibras y energía, la generación de tecnologías que mejoren los niveles de productividad de las tierras representa un desafío de importancia con proyección de relevancia que fue escasamente tomado. En general se conoce la mayor tolerancia de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* a condiciones de suelos salinos y sódicos (Nasim et al., 2007; El-Juhany, 2008) y la sensibilidad de *E. grandis*. Sin embargo no se conoce el comportamiento de los nuevos genotipos disponibles obtenidos como híbridos de las especies mencionadas. Se plantea como hipótesis que los híbridos mostrarán una mejor performance en comparación a la especie pura. El objetivo de este trabajo fue evaluar la sobrevivencia y el crecimiento inicial de plantines de *Eucalyptus camaldulensis*, híbridos *E. grandis* x *E. tereticornis* y de *E. grandis* x *E. camaldulensis* implantados ante el agregado de enmiendas mejoradores de suelos sódicos en un sitio preparado con camellones.

#### **MATERIALES Y MÉTODOS:**

El experimento se localizó en un lote bajo, del paraje Kenny, Carmen de Areco, Provincia de Buenos Aires, Argentina (59° 59'21,6" - 34° 20'39,6"), Su suelo estaría corresponde a la Serie Tatay (INTA). Un muestreo realizado en el lote del experimento indica que se trata de un suelo alcalino a fuertemente alcalino (alto pH); sódico desde la superficie, no salino (baja conductividad eléctrica) (Tabla 1) y con presencia de napa cercana a la superficie.

**Tabla 1: Datos del laboratorio. Indicadores de salinidad y sodicidad.**

<b>Prof. (cm)</b>	<b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>	<b>CE (dS m<sup>-1</sup>)</b>	<b>CIC (Cmol kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>PSI (%)</b>	<b>Textura</b>
<b>0-20</b>	9,19	1,15	9,7	29,4	Franco
<b>20-48</b>	8,95	0,68	13,3	20,1	Franco arcilloso
<b>48-75</b>	9,06	0,51	12,6	20,0	Franco

CE: conductividad eléctrica; CIC: capacidad de intercambio catiónico, PSI: Porcentaje de sodio intercambiable.

Se evaluaron 8 tratamientos resultantes de la combinación de dosis de enmiendas y materiales genéticos. Estos fueron dispuestos en un diseño en parcelas divididas (tratamiento encalado y no encalado en las grandes parcelas y materiales genéticos en las subparcelas) dispuestos en bloques con 4 repeticiones (Tabla 2).

**Tabla 2: Tratamientos**

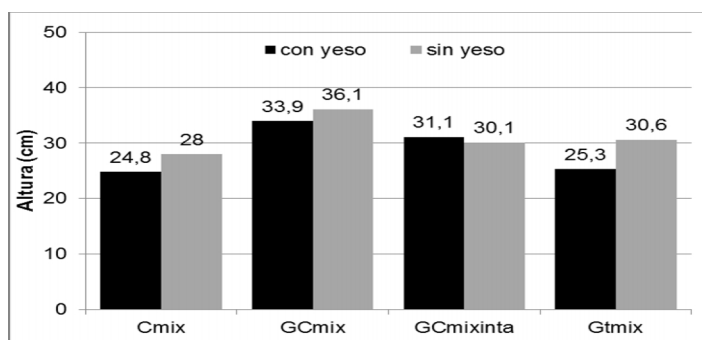
Enmienda	Simb.	Materiales
sin yeso	C <sub>MIX</sub>	Clones <i>E. camaludelsis</i> (EC1-109, EC1-107, EC1-102)
	GC <sub>MIX INTA</sub>	Híbridos INTA certificados, <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> (GC27, GC12, GC9)
	GT <sub>MIX</sub>	Híbridos INTA <i>E. grandis</i> x <i>E. tereticornis</i> (GT49 ,GT44,GT30)
	GC <sub>MIX</sub>	Híbridos INTA experimentales mixtos <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> ( GC8, GC23,GC7)
con yeso (1 t.ha <sup>-1</sup> )	C <sub>MIX</sub>	Clones <i>E. camaludelsis</i> (EC1-109, EC1-107, EC1-102)
	GC <sub>MIX INTA</sub>	Híbridos INTA certificados, <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> (GC27, GC12,GC9)
	GT <sub>MIX</sub>	Híbridos INTA <i>E. grandis</i> x <i>E. tereticornis</i> (GT49 ,GT44,GT30)
	GC <sub>MIX</sub>	Híbridos INTA experimentales mixtos <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> ( GC8, GC23,GC7)

Las plantas se establecieron sobre camellones realizados en septiembre de 2013, a los 19 meses de realizar los camellones (abril 2015) se aplicó yeso (1 tn/ha), en una banda de 1,5 m de ancho sobre la línea de plantación y en forma manual. Simultáneamente se realizó la plantación. Las parcelas de medición se conformaron de 27 plantas con dos fila de bordura. Se relevó la sobrevivencia y la altura de las plantas a los 60 y 120 días de la plantación en (junio y agosto de 2015) como medida de respuesta del cultivo. Se realizó un análisis de varianza y se compararon las medias mediante el test de tukey en los factores donde se hallaron diferencias significativas a un nivel de significancia del 0,05. En agosto de 2014 se instalaron 2 freatímetros para realizar un monitoreo de la profundidad de la napa. Se determinó la calidad del agua en dos oportunidades (diciembre de 2014 y enero de 2015).

### RESULTADOS:

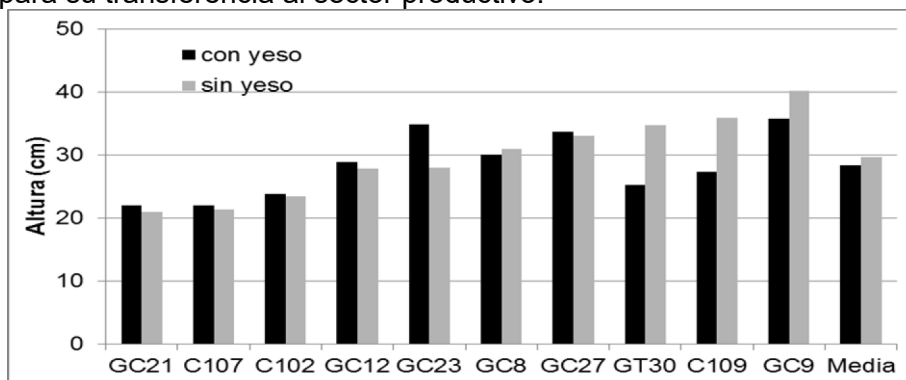
La sobrevivencia promedio a los 2 meses de la plantación (junio de 2015) fue superior al 90%, homogénea en los 4 bloques. Fue similar en los materiales genéticos y no fue modificado ( $p > 0,05$ ) por el agregado de enmiendas. En promedio los materiales genéticos mostraron el siguiente orden GC<sub>mix</sub>INTA: 96,7%>C<sub>mix</sub>:91,6%>GC<sub>mix</sub>: 91,2% > GT<sub>mix</sub>: 90,3%. La diferencia entre los extremos es del 6% y la mayor sobrevivencia se dio en los materiales genéticos desarrollados por INTA (GC<sub>mix</sub>INTA).

A los 120 días de la plantación se realizó una medición de altura (Figura 1) donde se observó buen prendimiento de plantas aunque un escaso crecimiento si se compara con lo registrado en otros ambientes sin limitantes o con limitantes en menor grado. Del análisis surge que el tratamiento GC<sub>Mix</sub> arrojó lo mayores valores de altura, tanto en la situación con yeso como sin yeso, no evidenciando diferencias significativas entre el agregado o no de enmiendas. Por otro lado, las menores alturas (sin diferencias estadísticas), se observaron en los tratamientos C<sub>mix</sub> donde se había adicionado yeso. Los restantes tratamientos se ubicaron en niveles intermedios, no diferenciándose significativamente entre ellos.



**Figura 1: Altura total de los diferentes materiales genéticos a los 120 días de la plantación, en un suelo sódico con y sin aplicación de yeso**

A nivel de clones (Figura 2), el clon GC9 (con y sin yeso), el C109 (sin yeso) y el GC23 (con yeso), arrojaron los mayores valores, diferenciándose significativamente del resto de los materiales. Por debajo de la media se encuentran GC21, C107, C102, GC12 (con o sin yeso), GC23 sin yeso, GT30 y C109 con yeso. El mejor desempeño del GC9, que mostró buenos valores de crecimiento inicial, fue independiente del agregado de yeso. Este material ha sido probado en otros suelos bajo uso forestal en el NE de Entre Ríos, con buenos resultados, encontrándose a la fecha inscripto en el registro nacional de cultivares y disponible para su transferencia al sector productivo.



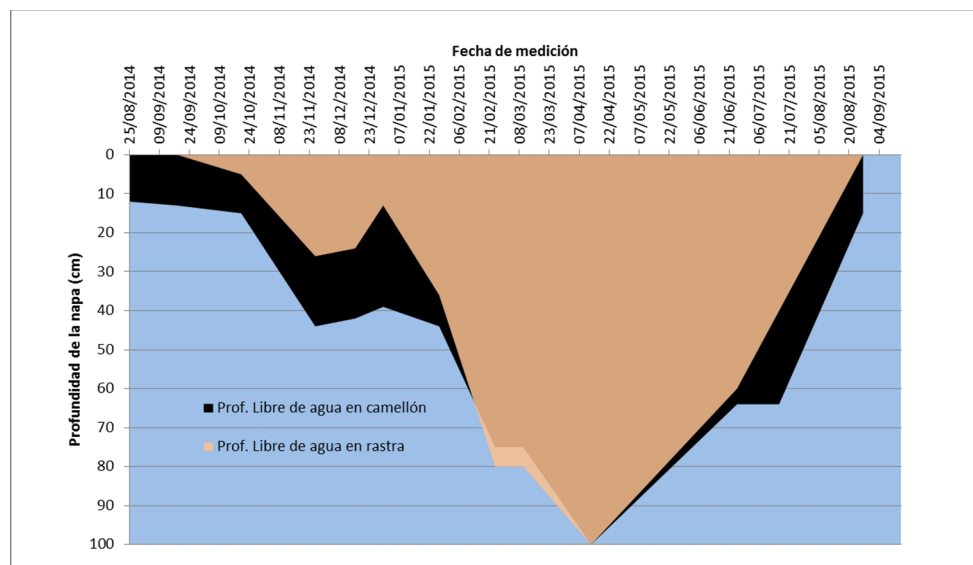
**Figura 2: Altura total de los diferentes materiales genéticos a los 120 días de la plantación, en un suelo sódico con y sin aplicación de yeso**

El muestreo de suelo realizado sobre los camellones (Tabla 3) muestra que el nivel de sodicidad es medio a alto desde la superficie, los pH son altos, fuertemente alcalinos desde la superficie pero no salinos.

**Tabla 3: Análisis de suelo en camellones.**

Muestras	pH	CE	Cox	Nt	C/N	P	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI	Clase Textural
		dS/m	%			p.p.m			meq/100 gr			%	
0-10 cm	8,93	0,36	0,79	0,06	11,9	5,05	7,56	1,33	2,02	0,61	11,34	17,8	Franco Limoso
10-20 cm	8,95	0,50	0,900	0,11	8,2	4,50	8,08	1,2	1,89	0,37	9,87	19,1	Franco Limoso
20-30 cm	9,27	0,55	1,01	0,12	8,4	6,99	11,50	1,29	2,60	0,51	9,81	26,5	Franco Limoso

Los niveles de carbono orgánico, fósforo disponible y nitrógeno son bajos. Al comparar la textura indicada en la Tabla 1 (muestreo en el sitio normal sin camellones), se observa que existe un cambio de textura de franco a franco limosa, la suma de bases es menor pero es mayor la mayor concentración de sodio y el PSI. Estos cambios resultan de la inversión del suelo que se generó al construir los camellones, poniendo en superficie suelo de la subsuperficie con condiciones de mayor restricción para la planta en el periodo crítico de establecimiento. En cuanto a la napa de agua, como se observa en la Figura 3, desde octubre de 2014 hasta abril de 2015 hubo un descenso hasta alcanzar una profundidad superior al metro. En agosto de 2015 los niveles de la napa se encontraban a una altura similar a igual periodo de 2014.



**Figura 3: Evolución de la napa de agua desde agosto de 2014 a agosto de 2015**

Los análisis de calidad de agua realizado en diciembre de 2014 y enero de 2015 muestran que el pH varió des 8,95 a 9,35 y la CE de 0,95 - 2,29, indicando sodicidad del suelo en ausencia de salinidad.

En síntesis, los materiales testeados demostraron alta sobrevivencia. La evaluación de altura inicial indica que la combinación GC<sub>mix</sub> (clones GC8, GC21 y GC23) arrojó los mejores resultados, diferenciándose del resto de las combinaciones. Este buen desempeño de la combinación GC<sub>mix</sub> fue independiente del agregado o no de enmienda. A nivel de clones, el GC9, un clon inscripto por INTA, demostró los mejores crecimientos iniciales, independientemente del tratamiento de encalado. Las evidencias iniciales permiten indicar que es biológicamente posible la forestación con materiales genéticos mejorados, principalmente de híbridos interespecíficos con *E. camaldulensis* en suelos marginales con fuertes limitaciones por hidro-halomorfismo en el norte de la Provincia de Buenos Aires, sin embargo es necesario continuar las evaluaciones para relevar el comportamiento posterior. La preparación del terreno que podría ajustarse a estos ambientes es la de camellones debido a que se genera un volumen libre de agua mayor y los inter-surcos entre camellones trabajan como vías de eliminación de agua. Sin embargo, en suelos con problemas de sodio se debe ser cauteloso. La inversión del suelo que se produce al construir el camellón puede generar mayores limitantes. La aplicación de enmiendas químicas puede favorecer el desarrollo de las plantas, se debería continuar con las evaluaciones en estos experimentos





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



no solo para poder concluir acerca del efecto del yeso sobre la condición del suelo sino también sobre el crecimiento del cultivo y su evolución.

### **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa Fiplasto SA por facilitar el lote para el experimento, la realización de la preparación del terreno, el mantenimiento del ensayo. Al Componente 2 "Plantaciones Forestales Sustentables del Proyecto Manejo sustentable de los Recursos Naturales BIRF 7020 AR, por el financiamiento de las actividades (PIA12021).

### **BIBLIOGRAFIA**

- El-Juhany, L.I; IM Aref, & AIM Ahmed. 2008. Response of *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus microtheca* and *Eucalyptus intertexta* Seedlings to Irrigation with Saline Water *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (S): 825-834, 2008
- Lupi A, M Angelini, G Civeira & J Irigoien. 2019. Aptitud forestal de las tierras no agrícolas del norte de la provincia de Buenos Aires. Aceptado en la Revista de la Fac. de Agronomía Y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata.
- Marcó M & L Harrand 2005. Valor potencial de los Eucaliptos colorados en combinaciones híbridas. I Jornada Sobre potencialidad foresto-industrial del eucaliptos en Santiago del Estero. Santiago del Estero, 16 y 17 de junio de 2005
- Nasim M, RH Qureshi, M Saqib, T Aziz, S Nawaz, J Akhtar & M. Anwar-ul-Haq 2007. Properties of salt affected soil under *Eucalyptus camaldulensis* plantation in field conditions *Pak. J. Agri. Sci.* 44(3), 401-414



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**CRECIMIENTO INICIAL DE FAMILIAS DE MEDIO HERMANOS DE FESTUCA ALTA EN  
CONDICION DE SEQUÍA**

**Palacios N.S.<sup>1</sup>, A. Andres<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Becaria doctoral CIC-UNNOBA (Comisión de Investigaciones Científicas) (Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires).

Monteagudo 2772, 2700 Pergamino (Bs.As).

– [natalia.spalacios@gmail.com](mailto:natalia.spalacios@gmail.com)

<sup>2</sup> EEA-INTA Pergamino, Av. Frondizi Km 4,5 Centro Regional Buenos Aires Norte, 2700 Pergamino (Bs. As.)

**RESUMEN:** La festuca alta (*Schedonorus phoenix* (Scop.) Holub= *Festuca arundinacea*) es una gramínea forrajera difundida en la región pampeana. La sequía es uno de los estreses abióticos más importantes y restrictivos para la supervivencia y crecimiento de las plantas producto, frecuentemente, del cambio climático. El objetivo fue evaluar el crecimiento inicial de 30 familias de medio hermanos (FMH) de festuca en condición de sequía en invernáculo con control de temperatura. El ensayo se dispuso bajo un DBCA con 3 repeticiones y 2 tratamientos (control: C y sequía: S). Las plantas (30 genotipos/FMH) fueron trasplantadas a macetas plásticas de 10L rellenas con tierra y arena (3:2) al estado de 3 hojas. Antes de la aplicación de los tratamientos se regó a saturación para asegurar la implantación. El C fue regado periódicamente y el S consistió en la suspensión del riego hasta el final del estudio (41 días). El contenido de agua en el suelo fue monitoreado diariamente (sonda TDR300). A los 31 días de aplicados los tratamientos se evaluó altura (ALT) y número de macollos (NMAC), y a los 41 días se evaluaron altura final (ALTF), número de macollos final (NMACF), peso fresco aéreo (PFA) y peso seco aéreo (PSA). Los datos fueron analizados mediante modelos mixtos (INFOSTAT/R). Se estimó la heredabilidad en sentido estricto por carácter y tratamiento. El AMOVA detectó interacción FMH\*TRAT significativa ( $p < 0,05$ ) para todas las variables evaluadas, salvo para NMAC y NMACF, donde se detectaron diferencias significativas e independientes para FMH y TRAT. Las heredabilidades fueron similares en los dos tratamientos para las variables NMAC (C:0,49, S:0,53), ALT (C:0,42, S:0,43) y NMACF (C:0,50, S:0,52) y se diferenciaron en las variables ALTF (C:0,5, S:0,38), PFA (C:0,42, S:0,2) y PSA (C:0,84, S:0,3). El tratamiento C presentó heredabilidades mayores. Las FMH 9-17-19-22-25-26 fueron las de mejor comportamiento frente a sequía.

**PALABRAS CLAVE:** crecimiento inicial, festuca alta, sequía.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**DAÑO OXIDATIVO Y RESPUESTA ANTIOXIDANTE EN FAMILIAS DE AGROPIRO ALARGADO CON DIFERENTE CRECIMIENTO INICIAL BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD**

**Maciel M.A.<sup>1,2</sup>, K. Grunberg<sup>3</sup>, A. Andrés<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Centro de investigaciones y transferencia del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (CIT NOBA), CONICET-UNNOBA, Monteagudo 2772, Pergamino, Argentina.

[lola\\_maciel@hotmail.com](mailto:lola_maciel@hotmail.com)

<sup>2</sup> UNNOBA, Monteagudo 2772, Pergamino, Argentina

<sup>3</sup> IFRGV-CIAP INTA, Camino 60 cuadras Km 5.5, Córdoba, Argentina

<sup>4</sup> EEA INTA Pergamino, Ruta 32 Km 4.5, Pergamino, Argentina

**RESUMEN:** Una de las principales consecuencias de la exposición a salinidad en plantas es la sobreproducción de especies reactivas de oxígeno capaces de generar daño oxidativo a macromoléculas. Entre los parámetros bioquímicos más utilizados para medir daño oxidativo y defensa antioxidante se citan al contenido de malondialdehído (MDA) y a la actividad enzimática Superóxido dismutasa (SOD), respectivamente. El objetivo del estudio fue evaluar el daño oxidativo y la respuesta antioxidante en Familias de medio hermanos (FMH) de agropiro alargado con diferente crecimiento inicial bajo condiciones de salinidad. Se estudiaron 12 FMH en un experimento hidropónico sometidas a 0 (control) y 150mM de NaCl en un DBCA con 3 repeticiones. A los 13 días de exposición se evaluó el crecimiento como peso seco total (PST) (g) por planta, mientras que los parámetros bioquímicos (SOD; MDA) se evaluaron en muestras foliares a las 24 hs de exposición. Se realizó ANOVA a 2 vías de clasificación y comparación de medias DGC, mediante INFOSTAT/P. Se detectó interacción FMHxTRAT y diferencias entre TRAT y FMH ( $p < 0,05$ ) para las 3 variables. La salinidad redujo el crecimiento de las FMH en relación al control. En 150mM las FMH más contrastantes en crecimiento fueron la 3126 y 1219 (mayor PST, tolerantes) respecto de la 1218 (menor PST, susceptible). Adicionalmente, las FMH tolerantes mostraron niveles de MDA similares al control, en comparación con la FMH susceptible que mostró un incremento significativo de MDA respecto de su control. Con respecto a la respuesta antioxidante se observó un incremento significativo de SOD en la FMH 3126 en 150mM respecto de su control, mientras que para la FMH 1218 no se observaron diferencias significativas. Estos resultados son de utilidad en el programa de mejoramiento genético de la especie cuyo objetivo es obtener cultivares tolerantes a salinidad.

**PALABRAS CLAVE:** salinidad, estrés oxidativo, crecimiento, agropiro alargado



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **DESARROLLO DE UNA METODOLOGIA DE SENSORAMIENTO REMOTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE AMBIENTES ALCALINOS**

**Ramos N.<sup>1\*</sup>, M. Gandini <sup>1</sup>, S. Mestelan <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (FA-UNCPBA). Av. República de Italia 780 CP: (7300). Azul. Argentina.

\* E-mail de contacto: mramos@faa.unicen.edu.ar

**RESUMEN:** En el partido de Azul, es común la existencia de suelos hidro - halomórficos. Según la cartografía local, estas zonas están asociadas a ciertas geoformas, tales como planicies de inundación y áreas planas con escasa pendiente; siendo más factibles de encontrar al N del partido, sin embargo en los últimos años se han detectado en la zona serrana - mayoritariamente con aptitud agrícola- limitando la producción. Debido a que estos tipos de suelos coexisten en el partido, las áreas con pH alcalino no manifiestan rasgos identificables por teledetección, siendo usualmente caracterizados mediante tenor salino y pH. El objetivo de esta contribución fue el desarrollo de una metodología expeditiva que permita una identificación de sectores alcalinos mediante sensoramiento remoto. Las áreas de prueba fueron cinco establecimientos agrícolas, dos ubicados en la zona serrana, al S del partido y tres en las llanuras de derrame en el centro del mismo. Se realizaron muestreos superficiales de suelos en cada uno de ellos, determinándose para cada una de las muestras pH y tenor salino. Posteriormente, se determinaron los valores de NDVI de los establecimientos en imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ en tres fechas donde se encontraban cultivos implantados. Estos datos junto con los valores de pH y tenor salino fueron sometidos a un análisis de correlación canónica. Los resultados mostraron una asociación positiva significativa entre las variables mencionadas; además, los coeficientes lineales del primer par de variables canónicas indicaron que las variables de mayor peso correspondieron al NDVI del mes de octubre y el pH, con una correlación negativa. En base a los resultados es posible generar un mapa de NDVI para identificar zonas donde los cultivos sufran stress por alcalinidad, concluyendo que es posible la identificación de estas áreas indirectamente mediante teledetección.

**PALABRAS CLAVE:** Teledetección, alcalinidad, análisis de correlaciones canónicas.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**DINÁMICA DE LA SIMBIOSIS MICORRÍCICA ARBUSCULAR EN SUELOS SALINO-SÓDICOS DE LA CUENCA DEL RÍO SALADO**

**García I.V.<sup>1</sup>, T. Chippano<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia-CONICET. Av. Ángel Gallardo 470, C1405DJR, CABA, Buenos Aires - igarcia@macn.gov.ar.

<sup>2</sup>Becario CONICET.

**RESUMEN:** El objetivo fue caracterizar la dinámica de colonización por hongos micorrícicos arbusculares (MA) en raíces de *Lotus tenuis*, *Paspalum vaginatum*, *Distichlis spicata* y *Stenotaphrum secundatum* en pastizales afectados por salinidad y sodicidad de la Cuenca del río Salado. Se realizó un análisis de las relaciones entre los índices que caracterizan a la colonización MA y las unidades de colonización (PE) medidos estacionalmente en cuatro pastizales con suelos salinos-sódicos (pH:9,4-6,9; CE:9,3-1,7dS/m; PSI:77-28%; C:1,1-2,1%; N:0,11-0,19%). Se propone el desarrollo de un modelo de la dinámica de colonización MA en pastizales. Los índices que describen morfología de colonización vs. PE ajustaron significativamente a las ecuaciones propuestas. La colonización fue mayor y estacionalmente diferente en las raíces de *L. tenuis* en comparación con las gramíneas, pero similar en todos los sitios. La colonización por arbusculos fue mayor en primavera y por vesículas en verano en todos los pastizales. En *L. tenuis*, los cambios en la dinámica de colonización se produjeron a partir de la alternancia estacional entre arbusculos y vesículas. Ante el incremento en la formación de PE, la colonización se mantuvo en 90% (valor medio). PE y la colonización aumentaron conjuntamente en las raíces de las gramíneas. Los cambios en la colonización MA en gramíneas dependieron en mayor medida de la formación de PE y el posterior desarrollo de micelio intraradical. Cada uno de los pastizales estudiados presentan propiedades edáficas y comunidades vegetales particulares. Entonces, si especies vegetales distintas presentan una dinámica estacional de colonización MA similar en los suelos analizados, se sugiere que cada comunidad de hongos MA se encuentra adaptada a las condiciones edáficas particulares de cada sitio y responde principalmente de manera estacional y asociada con los estadios de crecimiento del hospedante y no necesariamente condiciones edáficas diferentes y/o el hospedante modifican el patrón de colonización.

**PALABRAS CLAVE:** simbiosis micorrícica, pastizal, salinidad y sodicidad.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EFFECTO DEL ANEGAMIENTO, LA SALINIDAD Y EL ESTRÉS COMBINADO SOBRE CARACTERÍSTICAS MORFOGENÉTICAS Y ESTRUCTURALES DE MATERIALES DE *Festuca arundinacea***

**Menon Martínez F.E.<sup>1,2</sup>, A.A. Grimoldi<sup>1,2</sup>, G.G. Striker<sup>2,3</sup>, M.B. Padola<sup>1</sup>, C.E. Di Bella<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal. Cátedra de Forrajicultura. Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> CONICET - Universidad de Buenos Aires. Instituto de investigaciones fisiológicas y ecológicas vinculadas a la agricultura (IFEVA). Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Biología aplicada y Alimentos. Cátedra de Fisiología Vegetal. Buenos Aires, Argentina.

**RESUMEN:** La ganadería se ha visto desplazada por la agricultura, y concentrada en suelos marginales, con problemas de salinidad y proclives a anegarse. *Festuca arundinacea* es una de las principales gramíneas forrajeras implantadas en Argentina y con amplia variabilidad intraespecífica para tolerar distintos estreses. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto del anegamiento, la salinidad y el estrés combinado sobre materiales de festuca. Para ello se sometieron siete materiales a cuatro tratamientos en condiciones controladas: control, anegamiento ( $O_2 = 0.22 \text{ mmol.L}^{-1}$ ), salinidad (150 mM) y la combinación anegamiento-salinidad durante 14 días ( $n=5$ ). Se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la biomasa aérea, número de macollos totales, peso de macollo principal y secundarios, y la senescencia (*i.e.* número de hojas muertas). La biomasa aérea disminuyó un 21% y 24% cuando los materiales fueron sometidos a salinidad y anegamiento-salino, respectivamente, pero se mantuvo al ser sometidos a anegamiento. La disminución en biomasa aérea en el tratamiento de salinidad no estuvo explicada por el menor número de macollos, sino por una disminución del peso promedio del macollo principal y secundarios (14 y 29% respectivamente). En cambio, en el estrés combinado, la caída en la biomasa pudo explicarse tanto por una disminución en el número de macollos ( $\downarrow 30\%$ ) como por una caída en el peso del macollo principal ( $\downarrow 24\%$ ), sin registrarse cambios en el peso de los macollos secundarios. Tanto la salinidad como el estrés combinado aumentaron el número de hojas senescentes (1.12 y 0.75 hojas/planta respectivamente), no así el anegamiento. Se concluye que *F. arundinacea* tolera condiciones de anegamiento, sin embargo, la salinidad (tanto como estrés aislado o combinado) afecta negativamente características morfogénicas (*i.e.* longevidad de hojas) y estructurales (*i.e.* número y peso de macollos) que condicionan el crecimiento de las plantas.

**PALABRAS CLAVE:** Estrés abiótico, macollaje, senescencia.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EFFECTO DE LA SALINIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA SOBRE LA GERMINACIÓN DE POSIBLES ESPECIES FITORREMIADORAS DE SUELOS**

**Stein B.G.<sup>1</sup>, P.A. Del Fuego<sup>2</sup>, O.S. Heredia<sup>1</sup>, A.J. Tarditti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Cátedra de Edafología.

<sup>2</sup>Laboratorio de Calidad de Semillas. Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453, 1417 CABA. Estudiante de Cs. Ambientales. bstein@agro.uba.ar.

**RESUMEN:** En el caso de las zonas deprimidas de la Pampa Húmeda el comportamiento de la napa freática constituye la principal vía de entrada de sales y sodio al suelo. Al mismo tiempo la mayor parte de las plantas que se desarrollan en estos ambientes son más sensibles a la salinidad durante la germinación y emergencia que durante los estadios de crecimiento y desarrollo posteriores. El establecimiento bajo estudio se encuentra en la localidad de Pascanas, departamento Unión, provincia de Córdoba. El objetivo del presente trabajo fue identificar especies viables para la posible fitorremediación, a través del estudio del comportamiento germinativo de especies tolerantes a la salinidad. Se tomaron muestras de agua subterránea, en el ambiente salino y se analizó pH y CE. Se realizaron estudios de germinación con el agua subterránea, y diluciones de la misma al 50%, 30% y 0%. Se utilizaron las especies: *Phalaris Tuberosa* (Alpiste), *Agropyron elongatum* (Agropiro), *Lotus corniculatus* (Lotus) y *Chloris gayana* (Grama rhodes). Los valores de CE correspondientes a la napa freática superaron los 16 mS.cm<sup>-1</sup>. La capacidad germinativa, es decir el recuento final de semillas germinadas al final del periodo óptimo para cada especie, fue mayor para Alpiste (64%), seguido por Chloris (52,4%), Agropyro (39%) y por último Lotus con 28% en las condiciones del 100% de concentración de sales en el agua subterránea. Se observaron retrasos en el tiempo germinativo, es decir la velocidad de emergencia, a medida que aumenta la concentración de sales en la solución. Podemos concluir que a la mayor concentración de sales el alpiste se presenta como la especie más promisoría para recuperar suelos salinos, seguido de grama rhodes.

**PALABRAS CLAVE:** hapludoles, córdoba, especies forrajeras megatérmicas.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EFFECTO DEL ESTRÉS COMBINADO SALINO ALCALINO EN AGROPIRO  
ALARGADO (*Thinopyrum ponticum*)**

**Pagnucco M. E.<sup>1</sup>, M. E. Lifschitz<sup>2</sup>, M. Giordano<sup>3</sup>, M. A. Tomás<sup>4</sup>, L. Garro<sup>5</sup>, R.  
Jauregui<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Contrato GENTOS S.A. – INTA Rafaela – emi.pagnucco@gmail.com

<sup>2</sup> Becario FONCYT – INTA Rafaela.

<sup>3</sup> Becaria postDoc Conicet – INTA Rafaela.

<sup>4</sup> Investigadora INTA Rafaela.

<sup>5</sup> Gentos S.A.

**RESUMEN:** Condiciones de estrés salino y alcalino conviven en el campo, pero su estudio fue intensamente abordado de manera de estrés individual. Nuestro objetivo fue evaluar las respuestas al estrés salino (36 dS/m), alcalino (pH 8,9), combinado (36,9 dS/m + pH 8,8) y control en hidroponía y determinar el tipo de respuesta al estrés combinado (aditiva, sinérgica o antagónica) en plántulas de *agropiro alargado*. Plántulas de 3-4 hojas obtenidas en tierra estéril se llevaron a condiciones de hidroponía en bandejas con solución Hoagland. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos aleatorizados con 10 plántulas/bandeja con 4 repeticiones (n=160) y los tratamientos: control, salinidad (360 mM-NaCl), alcalinidad (40mM-NaHCO<sub>3</sub>) y estrés combinado (360 mM-NaCl + 40mM-NaCO<sub>3</sub>). A los 21 días se midieron: altura, número de macollos y hojas, peso fresco y seco y % de hoja senescente. Los datos se analizaron con ANAVA y las medias de tratamientos se compararon con test LSD Fisher. El porcentaje de daño respecto al control se utilizó para determinar el tipo de respuesta de la combinación de estreses. La altura, número de macollos y hojas de plantas bajo estrés combinado no difirieron con alcalinidad, pero fueron significativamente inferiores a las de salinidad (p<0,05). El peso aéreo y total fueron afectados de la misma manera en todos los tratamientos de estrés y resultaron menores que el control (p<0,05); en cambio, en la raíz, el peso disminuyó con los tratamientos, siendo el efecto del estrés combinado el mayor difiriendo significativamente del alcalino (p<0,05), resultando el salino intermedio y no diferente entre ambos. No hubo hojas senescentes en el control, mientras que en salinidad y combinado el porcentaje fue significativamente mayor que en alcalinidad (p<0,05). El producto del promedio de daños por efecto de los estreses salinidad y alcalinidad de forma individual fue menor que el efecto del estrés combinado por lo que la interacción entre estreses en *agropiro alargado* se considera antagónica, y se propone que la salinidad sería el estrés dominante.

**PALABRAS CLAVE:** Salinidad, alcalinidad, estrés, antagonismo, agropiro





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EFFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO EN DOS MATERIALES DE *Lotus tenuis* Waldst. & Kit  
CULTIVADOS EN SUELO SÓDICO**

**Giusti D.N.<sup>1</sup>, M. Cabrera<sup>1</sup>, L. Marinoni<sup>1,2</sup>, J.M. Zabala<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> PRODOCOVA, Programa de Documentación, Conservación y Valoración de la Flora Nativa, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, Kreder 2805, Esperanza (SF). dariogiusti57@gmail.com.

<sup>2</sup> CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

**RESUMEN:** *Lotus tenuis* es una forrajera leguminosa perenne naturalizada en la Pampa Deprimida, no así en ambientes salinos/inundables del centro-norte de Argentina. Tampoco es común su uso. Algunos ensayos muestran un efecto negativo del estrés térmico/hídrico estival en la supervivencia. En el presente estudio, se evaluó la respuesta al estrés hídrico en una población naturalizada en un campo con suelo salino-sódico del norte Santafesino (PN), dispersada en el pastizal por endozoocoria vacuna y en un cultivar comercial (Aguapé, AG). Semillas de ambos materiales se sembraron en condiciones óptimas de temperatura (20°C) y a capacidad de campo en macetas con suelo sódico (SS) y suelo sódico con una capa de heces vacunas en superficie (SSH). Luego de 30 días se incrementó la temperatura (34±10C) y se realizaron dos tratamientos adicionales, capacidad de campo (CC) y estrés hídrico (las plantas no fueron regadas hasta alcanzar 5 % de humedad edáfica, EH). Se analizaron 10 unidades experimentales (una maceta con una planta) por tratamiento. Se evaluó la temperatura foliar (*tf*) al inicio (*t1*) y al finalizar el estrés (*t2*). En este momento se efectuó un corte de biomasa aérea (*ba*) y se restituyó la humedad a CC. Se evaluó la capacidad de rebrote de cada material a través de la proporción de plantas rebrotadas (*pr*) y su biomasa total final (*bf*) a los 30 días de restituida la humedad. En *t1* la *tf* fue significativamente mayor en PN. En *t2* la *tf* fue mayor en EH, independientemente del sustrato y material utilizado. La *ba* fue mayor en el tratamiento SSH y en CC independientemente del material analizado. La *cr* estuvo condicionado por el sustrato y tratamiento, observándose mayor *bf* y *pr* en SSH y CC. En función de los resultados de este ensayo las condiciones de manejo son las que mayor peso tendrían en la tolerancia al estrés térmico/hídrico en suelos sódicos.

**PALABRAS CLAVE:** bajos submeridionales, cierre estomático, producción de biomasa.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EFFECTO DEL FÓSFORO SOBRE *Paspalum dilatatum*, UNA FORRAJERA  
CONSTITUYENTE DE PASTIZALES NATURALES, BAJO ESTRÉS HÍDRICO Y  
SALINO**

**Porcelli C. A., G. Rubio, F. H. Gutiérrez Boem, R.S. Lavado**

INBA (CONICET/UBA), Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 - C1417DSE Buenos Aires, Argentina.

**RESUMEN:** Los estreses hídrico y salino individualmente o en conjunto afectan a las plantas, pero el suministro de nutrientes generalmente mejora el crecimiento vegetal. Estudiamos el efecto de ambos estreses y la aplicación de fósforo sobre la forrajera *Paspalum dilatatum*. El experimento se llevó a cabo en macetas. Las raíces fueron las más afectadas cuando ambos estreses fueron aplicados separadamente; en cambio, cuando los estreses fueron aplicados conjuntamente todos los componentes aéreos redujeron su biomasa. La aplicación de fósforo no modificó la producción de biomasa afectada por acción de ambos estreses. Se discuten cambios en la composición de las plantas.

**PALABRAS CLAVE:** Pasto miel, salinidad, sequía, fertilización fosfatada.

**INTRODUCCION:**

Las plantas están sometidas a varios estreses abióticos, incluyendo los estreses hídrico y salino. El estrés hídrico es dependiente básicamente del clima, el segundo está fuertemente vinculado con las características del suelo. El estrés hídrico es casi universal, tanto sea permanente o transitorio; períodos de sequía ocurren frecuentemente, aun en regiones con altos niveles de lluvias (Bohnert y Bressan, 2001). El estrés salino es localizado, tanto en regiones áridas como húmedas. Ambos ejercen un profundo efecto en la vegetación natural y los cultivos. Los dos estreses poseen muchos rasgos en común y, en algunos estados de la planta, el estrés salino se asemeja al estrés hídrico. La salinidad reduce la habilidad de las plantas de absorber agua lo que causa un rápido efecto en la tasa de crecimiento, junto con muchos cambios metabólicos en la planta, idénticos a los causados por el estrés hídrico (Munns, 2002). Ellos pueden presentar un efecto aditivo en las respuestas de la planta (Shalhevet y Hsiao, 1986), aunque la respuesta de las plantas a la combinación de ambos es única y no puede ser directamente extrapolada a partir de la respuesta de uno u otro estrés individual (Mittler, 2006).

Los estreses hídrico y salino perturban, aunque de diferente manera, el uso de nutrientes por parte de las plantas porque afectan su disponibilidad en el suelo, y su transporte y partición en la planta (Hu y Schmidhalter, 2005). El estrés hídrico disminuye la absorción de nutrientes y el transporte desde la raíz a los tallos, restringiendo la tasa de transpiración y deteriorando el transporte activo y la permeabilidad de membrana. La disminución de la humedad del suelo también disminuye la tasa de difusión de nutrientes desde el suelo a la raíz (Hu y Schmidhalter, 2005). El estrés salino, además, induce la

deficiencia de iones o el desbalance entre ellos, debido a la competencia entre nutrientes, tal el caso de potasio, calcio y sodio.

El estado nutritivo de las plantas juega rol crítico en la resistencia de las plantas a factores de estrés ambiental (Marschner, 1986). Sin embargo, los efectos del suministro de nutrientes en el crecimiento de las plantas desarrolladas en condiciones de salinidad o sequía suelen ser contradictorios (Hu y Schmidhalter, 2005; Cakmak, 2005). Dentro de este contexto, se acepta generalmente que cuando un determinado nutriente se encuentra en baja concentración en el suelo y los estreses no son severos, un incremento en el suministro del mismo, mejorará el crecimiento vegetal. El agregado de fósforo (P) y su mayor absorción por las raíces parece ser más importante bajo sequía que bajo estrés salino (Hu y Schmidhalter, 2005).

La mayor parte de los estudios involucrando ambos estreses y la aplicación de nutrientes fueron llevados a cabo sobre cultivos (Hu y Schmidhalter, 2005). Menos interés han tenido las forrajeras que componen pastizales naturales. Entre estas forrajeras se encuentra la altamente palatable gramínea C4 *Paspalum dilatatum*, el pasto miel. Esta especie es nativa de América del sur, pero se difundió por todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo (Burson y Watson, 1995; Loreti y Oesterheld, 1996). Es un componente de diferentes comunidades vegetales, que también fue mejorado y cultivado como forraje (Couso, 2010). El pasto miel es conspicuo o aun co-dominante en la mayoría de la comunidades vegetales de la Pampa Deprimida. Esta es una región cubierta principalmente pastizales naturales que suele anegarse en invierno, sufre normalmente eventos de estrés hídrico y salino simultáneos en verano (denominados “picos salinos”), que en el otoño desaparecen (Insausti et al., 2008; Lavado y Taboada, 1988). Los suelos son comúnmente deficientes en P y el pastizal muestra respuestas positivas a su agregado (Ginzo et al., 1982; Rubio et al., 1997). Varios estudios han mostrado que *P. dilatatum* es tolerante a inundación y sequía (Loreti y Oesterheld, 1996; Insausti et al., 2001) y que responde al P tanto en condiciones aireadas como anegadas (Rubio y Lavado, 1999). En otras latitudes, Andrew y Robins (1971) también encontraron respuestas del *P. dilatatum* al P. El pasto miel, por otro lado, es una especie moderadamente resistente a la salinidad (Maas, 1986). Nuestro objetivo fue determinar, en un experimento en macetas, el efecto combinado del estrés hídrico y el estrés salino, simulando las condiciones encontradas en el campo, y aplicación de P en *Paspalum dilatatum*.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

El experimento fue llevado a cabo en Buenos Aires (34° 36'S, 58° 29'W), en el campus de la FAUBA. Las macetas se rellenaron con 3 kg del horizonte A (de textura franca) de un Natracuol Típico, serie General Guido (Lavado y Taboada, 1988), colectado cerca de Casalins (Pcia. Buenos Aires). Estos suelos son muy comunes en el área (Rubio et al, 2018). Las plantas de *P. dilatatum* fueron tomadas de un pastizal desarrollado sobre ese suelo. El experimento se desarrolló en un ambiente protegido, en la época estival. La lluvia fue excluida y el agua se aportó por irrigación.

Se adoptó un diseño complementado al azar, con 4 repeticiones, en un arreglo factorial de tres factores: estrés hídrico (WS), estrés salino (SS) y adición de P (P). Hubo 12 tratamientos: 6 sin la adición de P (suelo natural) i) con un adecuado suministro de agua -control-, ii) estrés hídrico, iii) estrés salino moderado, iv) estrés hídrico más estrés salino moderado, v) estrés salino elevado y vi) estrés hídrico más estrés salino elevado, y 6 con la adición de P, con los estreses hídrico y salino ya indicados. El status hídrico fue por irrigación con agua destilada y por pesada de los macetas, diariamente. Las macetas de los tratamientos sin estrés hídrico fueron mantenidas alrededor de Capacidad de Campo, durante el curso del experimento. Las macetas con los tratamientos bajo estrés hídrico fueron mantenidas alrededor de la Capacidad de Campo desde el inicio del experimento hasta mediados del verano. Subsecuentemente, las macetas fueron mantenidas en el punto medio entre Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente durante un mes. Luego las macetas fueron irrigadas, volviendo a

Capacidad de Campo. Los tratamientos bajo estrés salino fueron irrigados inicialmente con agua destilada y las sales fueron agregadas a mediados de verano. El agregado salino se efectuó irrigando con soluciones salinas: nivel moderado, 6 dSm<sup>1</sup> y nivel elevado, 12 dSm<sup>1</sup>. Treinta días después se aplicó agua destilada para disminuir el nivel salino de esas macetas. La conductividad eléctrica y la proporción iónica de esas soluciones se asemejaron a la registrada en el campo, en momentos de los “picos” salinos en verano (Lavado and Taboada 1988). En primavera, antes de aplicar los estreses, las macetas pertenecientes a los tratamientos con P, recibieron 2 g de superfosfato triple (equivalente a 20 kg P ha<sup>-1</sup>).

Finalizados los tratamientos, se cosecharon la biomasa aérea y la radical. La biomasa aérea fue dividida en hojas verdes, material verde restante (tallos, inflorescencias, etc.) y material seco (hojas secas, tallos secos, etc.). Este material y las raíces fueron secadas a 70 °C y pesados. Se determinaron nitrógeno (N), P, calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) and sodio (Na) utilizando técnicas estándar, previo una digestión ácida (AOAC, 1965). En hojas verdes se determinó potencial agua (Turner, 1981). Los resultados fueron analizados estadísticamente como un ANOVA factorial, después de testear las variables por su normalidad y por la homogeneidad de la variancia. Cuando se registraron efectos significativos de los tratamientos, se usaron contrastes (test de Student) para comparar las medias.

## RESULTADOS Y DISCUSION:

El análisis factorial mostró efectos muy significativos de estrés hídrico, del salino y de la aplicación de P sobre el rendimiento de biomasa (simplificado en la Tabla 1).

Tabla 1: Nivel de significancia (valores *p*) del ANOVA factorial de parámetros vegetales.

Factores	Biomasa aérea	Biomasa radical	N -biomasa aérea y raíces	P aéreo	P raíces	Na	K	Ca	Mg
E. hidr. (WS)	<0.001	<0.001	ns	<0.01	ns	<0.001	ns	ns	ns
E. sal. (SS)	<0.001	<0.001	ns	<0.01	ns	<0.001	ns	ns	ns
Fósforo (P)	<0.001	ns	ns	<0.01	ns	<0.001	ns	ns	ns
WS x SS	<0.001	0.01	ns	<0.001	ns	<0.001	ns	ns	ns
WS x P	<0.01	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SS x P	<0.01	ns	ns	ns	ns	<0.001	ns	ns	ns
WS x SS x P	<0.001	ns	ns	<0.01	ns	<0.001	ns	ns	ns

Los efectos de los tratamientos sobre la biomasa y sus componentes se muestran en la Figura 1. El tratamiento estrés hídrico más estrés salino elevado redujo la biomasa total a la mitad de la del control. El efecto del agregado de P en la producción de biomasa total fue opuesto a los del estrés, pero variando entre tratamientos. La figura 1 muestra que los componentes de la planta, hojas verdes, resto de material verde, raíces y aun material seco disminuyeron significativamente cuando se expusieron a los estreses estudiados. Cuando se aplicó P se observó un incremento significativo de la biomasa de material verde y seco, aunque no se registró efecto sobre la producción de biomasa de hojas verdes (Fig. 1). Cuando los dos estreses ocurrieron en forma simultánea, la proporción de raíces en el total de biomasa cosechado se incrementó en las plantas fertilizadas con P. Utilizando el índice de saturación (Turner, 1981), se verificó un significativo efecto del estrés hídrico y del estrés salino en el déficit hídrico de *P. dilatatum* ( $p < 0.001$  y  $p < 0.02$ , respectivamente) (datos no mostrados). La aplicación de P no afectó el contenido relativo de agua en las hojas de *P. dilatatum* ( $p < 0.797$ ).

La concentración de N en los diferentes componentes vegetales mostró diferencias no significativas debido a los tratamientos. Las hojas verdes y el material verde contuvo entre 0.85 y 1.39 mg N kg<sup>-1</sup>, el material seco entre 0.21 y 0.60 mg N kg<sup>-1</sup> y las raíces entre 0.81 y 1.10 mg N kg<sup>-1</sup>. En los 6 tratamientos sin P, la concentración de P se incrementó significativamente en hojas (0.10-0.18 mg P kg<sup>-1</sup>), material verde (0.08-0.14

mg P kg<sup>-1</sup>), y material seco (0.02-0.08 mg P kg<sup>-1</sup>), a medida que los estreses, especialmente la salinidad, se incrementaron. En todos los tratamientos donde se aplicó P, su concentración se encontró entre los valores más elevados indicados en los tratamientos sin P, y con escasas diferencias entre ellos. La concentración de P en las raíces no mostró diferencias significativas en ningún tratamiento (0.04-0.06 mg P kg<sup>-1</sup>). Comparados con los controles, los tratamientos bajo estrés hídrico, hayan recibido o no P, presentaron muy pequeño efecto en las concentraciones iónicas en las plantas. Por el contrario, la concentración de Na se incrementó significativamente a medida que la salinidad aumentó, en hojas verdes (0.27-3.29 mg Na kg<sup>-1</sup>) y material verde (0.22-2.83 mg Na kg<sup>-1</sup>) y seco (0.32-2.71 mg Na kg<sup>-1</sup>). Las concentraciones de K, Ca and Mg, en cambio, no fueron afectadas en esos componentes de las plantas. Consecuentemente, las relaciones K/Na, Ca/Na y Mg/Na disminuyeron ( $p < 0.001$ ). La relación K/Na disminuyó de 8.74 a 1.33 en los tratamientos sin P y de 13.11 a 0.80, en los tratamientos con P. (otros datos, no mostrados)- La concentración de Na no se modificó en las raíces (0.85-0.87 mg Na kg<sup>-1</sup>), por lo que las relaciones iónicas no fueron afectadas por los tratamientos en éste órgano.

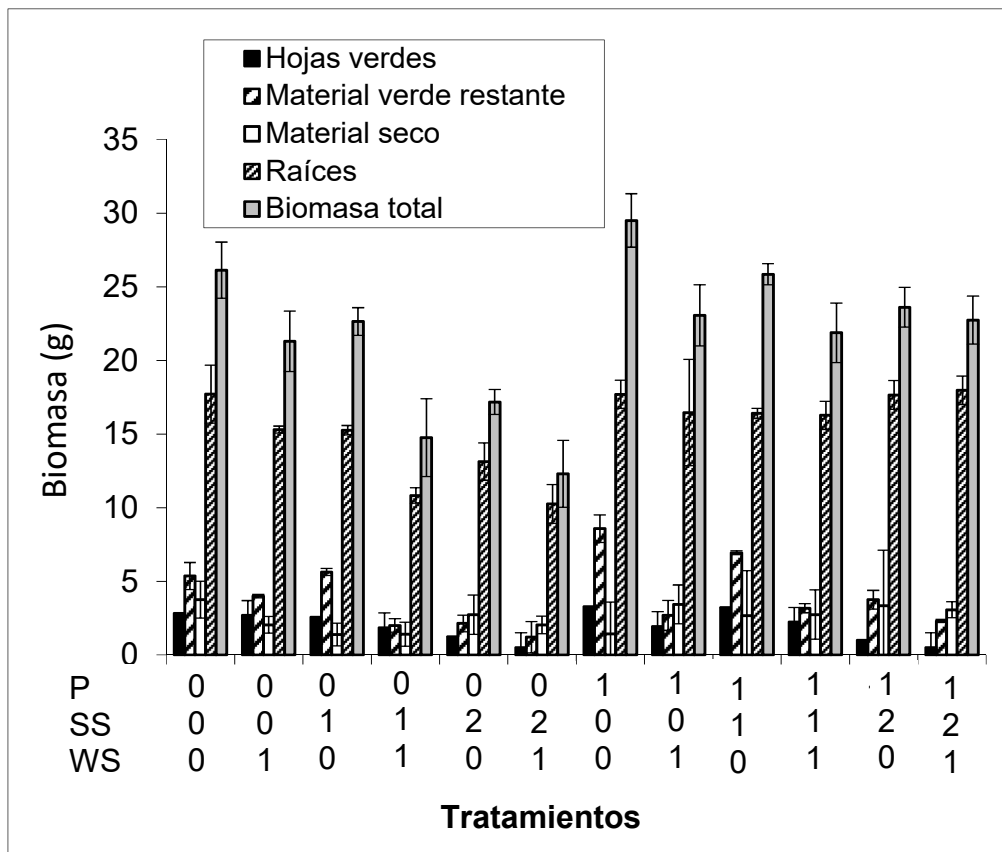


Figura 1.- Influencia de los tres factores estudiados (estrés hídrico- WS, estrés salino- SS, y aplicación de fósforo- P) sobre la producción de biomasa de *Paspalum dilatatum*, discriminada en hojas verdes, material verde restante, material seco y raíces. Las barras representan la desviación estándar.

La simulación de una situación natural estableció que los estreses hídrico y salino interactúan y el rendimiento del pasto miel disminuye muy significativamente, en acuerdo con lo encontrado por otros investigadores en otras especies (por ej. Grattan y Grieve, 1993; Munns, 2002). La aplicación de P previno el efecto deletéreo de ambos estreses sobre las raíces. Esto puede deberse a que el P aplicado en suelos salinos mejora la capacidad de las raíces de regular la distribución iónica, por ej. la relación K/Na (Munns, 2002).

Las interacciones entre la nutrición nitrogenada y fosforada y los estreses hídrico y salino son complejas y dependen de la magnitud de los estreses, la tolerancia de las plantas a ellos y la concentración de P en el suelo. Asimismo, Grattan y Grieve, (1993) y Munns (2002) indicaron que la salinidad y otros estreses pueden reducir la acumulación de N en las plantas pero, en cambio, el efecto sobre la absorción de P puede ser nulo, positivo o, incluso, negativo. En nuestro experimento encontramos que la concentración de N en planta no fue afectada por los tratamientos, pero la concentración de P varió con ellos. Las concentraciones de P en los tratamientos sin aplicación de P se relacionaron con la producción de biomasa en acuerdo con lo indicado por Marschner (1986). En este caso, a menor biomasa, mayor concentración de P. La concentración de N en las hojas fue menor que lo publicado por Andrew y Robins (1971) para *P. dilatatum*, pero en el mismo orden de magnitud que lo registrado por Ayala Torales et al. (2000) así como por Vivanco y Austin (2006). También, las concentraciones de P fueron menores que las encontradas por Andrew y Robins (1971), pero semejantes a lo encontrado por Vivanco y Austin (2006).

En términos generales, en suelos salinos las plantas no halófitas tienden a absorber Na en exceso, causando una disminución en la concentración de K y Ca. Esos procesos se relacionan con el antagonismo K-Na (Grattan y Grieve, 1993). También se afecta la relación Ca/Na, que se relaciona con la tolerancia de las plantas a la salinidad (Porcelli et al., 1995). El efecto del estrés hídrico más el estrés salino sobre las concentraciones iónicas es difícil de simplificar debido a las grandes diferencias en la concentración de los diferentes componentes de las plantas. Los resultados del presente acuerdan en general con los de Hu et al. (2007), quienes encontraron que, aunque ambos estreses reducen la disponibilidad de nutrientes en el suelo y el transporte de ellos en las plantas, el Na muestra las mayores variaciones en su concentración. Los otros iones no cambian significativamente. Aunque la adición de P en un medio salino parece mejorar la capacidad de muchas plantas para regular la distribución de Na y K (Grattan y Grieve, 1993; Munns, 2002), en el presente experimento no se encontró este efecto.

#### **CONCLUSIONES:**

*Paspalum dilatatum* se comportó como toda planta sometida a un estrés: su producción de biomasa disminuye y más aún cuando se aplican dos estreses simultáneos. El Na aumentó su concentración en los tratamientos salinos. Cuando se aplicó P las raíces reaccionaron de manera opuesta a los componentes aéreos, su biomasa no disminuyó. La concentración de N en planta no fue afectada significativamente por ningún tratamiento, pero la concentración de P generalmente se incrementó. Desde el punto de vista de la producción de forraje, la adición de P no afectó positivamente la producción de biomasa aérea de pasto miel, la cual es marcadamente reducida por los estreses hídrico y salino simultáneos.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- Andrew, CS & MF Robins. 1971. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pasture grasses. Australian J. Agriculture Res. 22: 693-706.
- AOAC. 1965. Plants. En W. Horwitz (ed) Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, , Vol. 6 - Washington DC, USA
- Ayala Torales, AT; GI Acosta; VA Deregibus & PM Moauro. 2000. Effects of grazing frequency on the production, nutritive value, herbage utilisation, and structure of a *Paspalum dilatatum* sward. New Zealand J. Agricultural Res. 43: 467-472.
- Bohnert, HJ & RA Bressan. 2001. Abiotic stresses, plant reactions and new approaches towards understanding stress tolerance. En J Noesberger, LL Geiger & PC Struik (ed) Crop Science: Progress and Prospects. pp. 81-100. Wallingford, UK- CABI publishing.

- Burson, BL & VH Watson. 1995. Bahiagrass, dallisgrass and other *Paspalum* species. In: Forages: An introduction to grassland agriculture, ed. R.F. Barnes, pp. 431-440. Ames, IA. Iowa State Univ. Press.
- Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *J. of Plant Nutrition* 168: 521-530.
- Couso, LL; ML Gatti; PS Cornaglia; GE Schrauf & RJ Fernández. 2010. Are more productive varieties of *Paspalum dilatatum* less tolerant to drought? *Grass and Forage Sci.* 65: 296-303.
- Ginzo, HD; M Collantes & OH Caso. 1982. Fertilization of a Native Grassland in the "Depresion del Rio Salado, Province of Buenos Aires: Herbage Dry Matter Accumulation and Botanical Composition. *J. Range Management* 35: 35-42.
- Grattan, SR & CM Grieve. 1993. Mineral nutrient acquisition and response by plants under saline environments. En M Pessarakli (ed) *Handbook of plant and crop stress*, ed., pp. 203-226, P.M. Dekker, N York
- Hu, Y & U Schmidhalter. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *J. Plant Nutrition and Soil Sci.* 168: 541-549.
- Hu, Y; Z Burucs; S von Tucher & U Schmidhalter. 2007. Short-term effects of drought and salinity on mineral nutrient distribution along growing leaves of maize seedlings. *Environm. and Exp. Botany* 60: 268-275
- Insausti, P; A Grimoldi; EJ Chaneton & V Vasellati. 2001. Flooding induces a suite of adaptive plastic responses in the grass *Paspalum dilatatum*. *New Phyto.* 152: 291-299.
- Insausti, P; M Taboada & RS Lavado. 2008. Floods recover the deterioration of grasslands and soils caused by cattle grazing in the Flooding Pampas of Argentina. En HG Schröder (ed) *Grasslands: Ecology, management and restoration*, pp. 93-107. New York USA, Nova Scientia Publishers, Inc.
- Lavado, RS & MA Taboada. 1988. Water, salt and sodium dynamics in a Natraquoll in Argentina. *Catena* 15: 577-594.
- Loreti, J & M Oesterheld. 1996. Intraspecific variation in the resistance to flooding and drought in populations of *Paspalum dilatatum* from different topographic positions. *Oecologia* 108: 279-284.
- Maas, EV 1986. Salt Tolerance of plants. *Applied Agricultural Res.* 1: 12-26.
- Marschner, H. 1986. *Mineral nutrition of higher plants*. London, U.K. Academic Press,
- Mittler, R. 2006. Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in Plant Sci.* 11: 15-19
- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environ.* 25: 239-250
- Porcelli, CA; FH Gutiérrez Boem & RS Lavado. 1995. The K/Ca and Ca/Na ratios and rapeseed yield, under soil salinity and sodicity. *Plant Soil* 175: 251-255.
- Rubio, G; MA Taboada; RS Lavado; H Rimski Korsakov & MS Zubillaga. 1997. Acumulación de biomasa, nitrógeno y fósforo en un pastizal natural fertilizado, del norte de la Pampa Deprimida. *Ciencia Suelo* 15: 48-50.
- Rubio, G & RS Lavado. 1999. Acquisition and allocation of resources in two water logging-tolerant grasses. *New Phyto.* 143: 539-546.
- Rubio, G; RS Lavado & FX Pereyra (Ed). 2018. *Soils of Argentina*. World Soils Book Series. Springer International Publishing AG, New York. 268 p.
- Shalhevet, J & THC Hsiao. 1986. Salinity and drought. *Irrigation Science.* 7: 249-264.
- Turner, N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant Soil* 58: 339-336.
- Vivanco, L & AT Austin. 2006. Intrinsic effects of species on leaf litter and root decomposition: a comparison of temperate grasses from North and South America. *Oecologia* 150: 97-107



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ELEVADOS NIVELES DE SALINIDAD REDUJERON LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE AGROPIRO ALARGADO DEBIDO A REDUCCIONES EN LA ABSORCIÓN DE NITRÓGENO POR MILÍMETRO DE AGUA UTILIZADA**

**Fina F.<sup>1\*</sup>, G.D. Berone<sup>2</sup>, A. Salafia<sup>3</sup>, F.R. Angeletti<sup>4</sup>, S. Chiacchiera<sup>5</sup>, M.B. Conde<sup>4</sup>, M.L. Gatti<sup>6</sup>, N.A. Bertram<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Docente de la Cátedra de Forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario - \*federico.fina@unr.edu.ar

<sup>2</sup>Investigador de INTA EEA Balcarce y Docente de la Cátedra de Forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata

<sup>3</sup>Extensionista de INTA AER Laboulaye

<sup>4</sup>INTA EEA Marcos Juárez

<sup>5</sup>Extensionista de INTA AER Noetinger

<sup>6</sup>Docente de la Cátedra de Forrajicultura, Facultad de Agronomía de la Universidad Buenos Aires.

**RESUMEN:** La reducción en el crecimiento debido a la salinidad ha sido generalmente asociada a condiciones de déficit hídrico y toxicidad. Sin embargo, la combinación de salinidad y estado de nutrición nitrogenada, principal factor limitante del crecimiento de las plantas en ambientes templado-húmedos, no ha sido suficientemente abordada. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el impacto que tiene la salinidad y la adición de nitrógeno sobre la producción del forraje, el estado de nutrición nitrogenada y la eficiencia en el uso del agua (EUA) de agropiro alargado. En pasturas establecidas en tres localidades del sudeste de la provincia de Córdoba contrastantes en salinidad, se llevó a cabo un experimento en parcelas, aplicándose dos tratamientos: sin y con agregado de nitrógeno (150 kg/ha de N en forma de urea). Se tomaron muestras de forraje durante un rebrote de primavera y se midieron variables hídricas y de nitrógeno en planta. Ante el agregado de N, las pasturas de agropiro alargado en ambientes de baja e intermedia salinidad (Noetinger y Laboulaye: CE<sub>1:2,5</sub> entre 1,0 y 3,9 dS/m) aumentaron la producción de forraje por un aumento en EUA, hallándose que hasta CE<sub>1:2,5</sub> de 3,9 dS/m la capacidad de producir forraje de agropiro alargado por mm de agua utilizada no fue afectada, probablemente debido a que no se afectó el nitrógeno absorbido por mm de agua utilizada (N<sub>absagua</sub>). La mayor salinidad edáfica de Marcos Juárez (CE<sub>1:2,5</sub> de 4,5 dS/m), redujo la absorción de nitrógeno limitando la respuesta al agregado de N y la EUA, y esto se debería a que se afectó negativamente el N<sub>absagua</sub> y también a que se habría reducido fuertemente la cantidad de agua transpirada.

**PALABRAS CLAVE:** *Thinopyrum ponticum*, estado de nutrición nitrogenada, eficiencia en el uso del agua.

**INTRODUCCIÓN:**

La reducción del crecimiento de especies adaptadas a ambientes salinos ha sido asociada, generalmente, a condiciones de deficiencia en el estado hídrico y a acumulación de iones tóxicos en tejidos (Munns y Tester, 2008). Es decir, se aborda la problemática desde un efecto directo: más salinidad - más déficit hídrico y toxicidad iónica - menos crecimiento. Sin embargo, debido a que el agua influye marcadamente en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno y sobre el estado de nutrición nitrogenada de las pasturas (Durand *et al.*, 2010; Errecart *et al.*, 2014), la reducción en el crecimiento podría estar también asociada a un efecto indirecto mediado por el agua, donde las altas



concentraciones de salinidad edáfica limitarían la cantidad de N absorbido por las plantas, principal factor limitante del crecimiento para gramíneas C<sub>3</sub> en ambientes templado-húmedos (Sinclair y Ruffy, 2012).

En función de lo planteado, en la medida que el tenor salino del suelo aumenta, las pasturas de agropiro alargado no sólo experimentarían un efecto similar al de una condición de déficit hídrico, sino también una menor disponibilidad y acceso al N. Esto conduciría a una disminución en su estado de nutrición nitrogenada (*i.e.* más salinidad - menor estado de nutrición nitrogenada - menos crecimiento) y a una caída en la eficiencia en el uso del agua utilizada (EUA, kgMS/mm). Sería entonces esperable que ante un gradiente salino, a medida que aumente la CE disminuya el nitrógeno absorbido por mm de agua utilizada por todo el sistema durante un determinado período ( $N_{\text{absagua}}$ , kgN/mm; Mills *et al.*, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto de la salinidad del suelo y del agregado de nitrógeno sobre la producción del forraje, el estado de nutrición nitrogenada, la absorción de N y la eficiencia en el uso del agua de agropiro alargado.

### **MATERIALES Y MÉTODOS:**

Sobre pasturas establecidas de agropiro alargado en Noetinger (32°21'S; 62°27'O), Marcos Juárez (32°36'S; 62°00'O) y Laboulaye (34°01'S; 63°25'O), se estableció un experimento utilizando un diseño con cinco bloques completos por localidad, difiriendo en el contenido de sales en solución [conductividad eléctrica (CE, dS/m) medida en dilución 1:2,5] en el estrato 0-20 cm. El período experimental fue del 2/11 al 16/12/2015 siendo la suma térmica de 750 grados-días acumulados (°Cd) considerando una temperatura base de 4°C. El 2/11 se realizó un corte de emparejamiento (~4 cm de altura), iniciándose el ensayo con dos tratamientos aleatorizados en cuatro parcelas dentro de cada bloque. Dos parcelas no tuvieron agregado de N (N0, no fertilizado) y dos tuvieron agregado de 150 kg/ha de N (N150, urea aplicada al voleo). Al finalizar el período, en cada parcela se cortó una superficie de 0,4 m<sup>2</sup> (~4 cm de altura). Posteriormente se secaron a 65 °C, hasta peso constante, y se obtuvo la biomasa seca aérea acumulada (BA, tMS/ha). Para determinar el estado de nutrición nitrogenada, se determinó en dos muestras combinadas el %N<sub>act</sub> por Kjeldahl y se comparó con el %N para condiciones de crecimiento no limitantes ( $\%N_{\text{crit}}=4,8*(\text{tMS/ha})^{-0,32}$ ), propuesto por Lemaire y Salette (1984), calculando luego el índice de nutrición nitrogenada (INN) como el cociente entre %N<sub>act</sub> y %N<sub>crit</sub>. El N absorbido durante el rebrote ( $N_{\text{abs}}$ , kgN/ha) se obtuvo a partir de multiplicar BA por %N<sub>act</sub>. Se calculó el uso del agua (UA, mm) a partir de las precipitaciones (mm) y el cambio en el contenido de agua almacenada en el suelo entre el inicio y el final del rebrote por mediciones de humedad gravimétrica para el estrato 0-40 cm. La eficiencia de uso del agua (EUA, kgMS/mm) fue calculada como el cociente entre BA y UA. El nitrógeno absorbido por mm de agua ( $N_{\text{absagua}}$ , kgN/mm) se calculó como el cociente entre  $N_{\text{abs}}$  y UA, y es un indicador de la relación entre el uso del agua y el nitrógeno (Mills *et al.*, 2009). Los datos se analizaron por localidad mediante ANOVA y test de la diferencia mínima significativa (LSD, p<0,05).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

#### **Efecto de la salinidad y del agregado de nitrógeno sobre la BA y el INN**

Para BA se encontraron diferencias significativas (p<0,05) entre tratamientos en todas las localidades (Tabla 1). En Noetinger (salinidad baja, CE<sub>1:2,5</sub> 0,97±0,09 dS/m) el tratamiento N150 registró la mayor producción del ensayo, acumulando en promedio cerca del doble respecto de N0 (Tabla 1). En Laboulaye (salinidad intermedia, CE<sub>1:2,5</sub> 3,86±0,27 dS/m), de forma similar a lo ocurrido en Noetinger, el tratamiento N150 acumuló cerca del doble de BA que N0 (Tabla 1). Cuando la salinidad fue alta como en la localidad de Marcos Juárez (CE<sub>1:2,5</sub> 4,49±0,10 dS/m), las diferencias entre tratamientos fertilizados y no fertilizados fueron menores respecto a las otras localidades (Tabla 1).

En los tratamientos no fertilizados las localidades mostraron similar INN (~0,41, Tabla 1) lo que sugiere un similar grado de limitación por N, independientemente de la CE del suelo de cada localidad. Las diferencias en INN se expresaron ante el agregado de 150 kg/ha de N. En Noetinger se registró un incremento del 90% del INN ( $p < 0,05$ ; Tabla 1) respecto del control. En Laboulaye, el incremento fue del 48% ( $p < 0,05$ ) mientras que en la localidad de Marcos Juárez, el INN fue indiferente estadísticamente al agregado de N.

Tabla 1. Biomasa seca aérea acumulada final (BA), concentración de N (%N<sub>act</sub>), índice de nutrición nitrogenada (INN) y nitrógeno absorbido (N<sub>abs</sub>) de pasturas de agropiro alargado en un rebrote primaveral tardío, en Noetinger, Laboulaye y Marcos Juárez, creciendo con y sin agregado de nitrógeno (N0 y N150, respectivamente).

Variable	Noetinger		Laboulaye		Marcos Juárez	
	N0	N150	N0	N150	N0	N150
BA (tMS/ha)	1,74 ±0,16 a	3,48 ±0,43 b	1,08 ±0,12 a	1,98 ±0,23 b	0,62 ±0,07 a	0,87 ±0,09 b
%N <sub>act</sub>	1,67 ±0,05 a	2,54 ±0,07 b	1,96 ±0,03 a	2,41 ±0,10 b	2,25 ±0,11 a	2,59 ±0,14 a
INN	0,41 ±0,02 a	0,77 ±0,05 b	0,41 ±0,01 a	0,62 ±0,04 b	0,40 ±0,03 a	0,51 ±0,04 a
N <sub>abs</sub> (kgN/ha)	29,06 ±3,08 a	87,94±15, 93b	21,11 ±2,24 a	47,76 ±7,59 b	14,32 ±2,57 a	22,44 ±3,52 a

*Letras diferentes indican diferencias significativas dentro de cada localidad ( $p < 0,05$ ).*

El hecho de que un similar agregado de N (150 kg/ha) haya producido un incremento en el INN diferencial entre las localidades (Tabla 1), indica una diferente absorción en planta del N agregado (Tabla 1). Esto podría explicarse por la presencia de alto contenido de sales y de sodio (Na<sup>+</sup>) en el suelo que generan problemas estructurales y de ingreso de agua al suelo y a las plantas (Taboada y Lavado, 2009) derivando en menor ingreso de N. A su vez, un sistema radical con menor capacidad de exploración por un menor crecimiento bajo estas condiciones edáficas (Munns, 2002) puede haber conducido a una menor captura de agua y de N. Esta absorción diferencial podría también deberse a causas fisiológicas. Trabajos que han estudiado la relación entre salinidad y nutrientes, han reportado reducciones en la absorción de N por la presencia de sales en solución, como en el cultivo de trigo (Botella *et al.*, 1997). Esto se debe a un efecto antagónico entre el Cl<sup>-</sup> y el NO<sub>3</sub> (Silberbush y Lips, 1991) que restringe la actividad del transportador del nitrato (Aslam *et al.*, 1984). Así, la mayor presencia de sales en Marcos Juárez explicaría la menor absorción de N y la menor respuesta en términos de INN ante similar agregado de N (Tabla 1).

#### **Efecto de la salinidad y del agregado de nitrógeno sobre variables relacionadas al agua y a la cantidad de N absorbido por mm de agua utilizada**

Las precipitaciones durante el período de crecimiento de agropiro registraron valores mínimos en Laboulaye y máximos en Marcos Juárez, con una diferencia de 115 mm (Tabla 2), siendo Noetinger una situación intermedia. El UA no mostró diferencias entre tratamientos fertilizados y no fertilizados en ninguna de las localidades evaluadas ( $p < 0,05$ ). El mayor UA se registró en la localidad de Marcos Juárez, donde fue ~130 mm y ~45 mm superior a Laboulaye y Noetinger, respectivamente (Tabla 2). La EUA del tratamiento N150 fue significativamente mayor al testigo ( $p < 0,05$ ) en las localidades con menores niveles de salinidad (Noetinger y Laboulaye, Tabla 2). Por el contrario, en la localidad con mayor nivel de salinidad (Marcos Juárez) no se registraron diferencias significativas en la EUA entre los tratamientos N150 y N0, siendo 2,8 kgMS/mm el promedio de ambos (Tabla 2).

Tabla 2. Precipitaciones (pp), uso de agua en el estrato 0-40 cm de suelo (UA), eficiencia en el uso del agua (EUA) y nitrógeno absorbido por milímetro de agua utilizada ( $N_{\text{absagua}}$ ) de pasturas de agropiro alargado en un rebrote primaveral tardío, en Noetinger, Laboulaye y Marcos Juárez, creciendo con y sin agregado de nitrógeno (N0 y N150, respectivamente)

Variable	Noetinger		Laboulaye		Marcos Juárez	
	N0	N150	N0	N150	N0	N150
pp (mm)	202		151		266	
UA (mm)	220 ±3,70 a	215 ±2,75 a	140 ±1,23 a	136 ±1,26 a	265 ±1,93 a	270 ±1,09 a
EUA (kgMS/mm)	7,87 ±0,73 a	16,11 ±2,83 b	7,72 ±0,84 a	14,63 ±2,55 b	2,35 ±0,32 a	3,22 ±0,46 a
$N_{\text{absagua}}$ (kgN/mm)	0,13 ±0,01 a	0,41 ±0,07 b	0,15 ±0,01 a	0,35 ±0,06 b	0,05 ±0,01 a	0,08 ±0,01 a

*Letras diferentes indican diferencias significativas dentro de cada localidad ( $p < 0,05$ ).*

La mayor producción de forraje en Noetinger (salinidad baja) respecto a Laboulaye (salinidad media), independientemente del agregado de N, se podría deber a las mayores precipitaciones observadas en Noetinger. Este efecto produjo un mayor UA siendo prácticamente nulas las diferencias entre localidades en EUA (Tabla 2). Esta similitud en EUA en ambas localidades indicaría que para esta época y región, la menor producción observada para Laboulaye no se debió a su mayor salinidad, sino a una menor disponibilidad de agua (UA), la cual también limitó la cantidad total de N absorbido (Tabla 1), pero sin afectarse la cantidad de N absorbido por mm de agua utilizada ( $N_{\text{absagua}}$ , Tabla 2). Esta última sería la razón por la cual la capacidad de producir forraje de agropiro alargado por mm de agua utilizada no se vio afectada hasta los 3,9 dS/m. Este umbral obtenido en este trabajo es superior al reportado por trabajos previos que muestran que agropiro alargado reduce su crecimiento a partir de valores de salinidad de alrededor de  $CE_{1:2,5}$  de 2 dS/m (Maas y Hoffman, 1977; Shannon, 1997; Colmer et al., 2005).

En Marcos Juárez, a pesar de mostrar un mayor UA, las condiciones salinas limitaron la absorción de agua y de N, la EUA y la producción de forraje (Tabla 2). En consecuencia, el mayor valor de UA se habría dado mayormente a través de pérdidas de agua por evaporación directa, escurrimiento y/o drenaje, por lo que no sería agua efectivamente usada (Blum, 2009). Esto sugiere que la cantidad de agua útil considerada para la condición de salinidad de esta localidad ( $CE_{1:2,5}$  4,5 dS/m) sería menor que la estimada en función de los parámetros usuales de capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP). Por su parte, la menor EUA de esta localidad podría explicarse por una menor cantidad de  $N_{\text{absagua}}$  (Tabla 2).

En función de lo discutido previamente queda por dilucidar si la menor cantidad de  $N_{\text{absagua}}$  en Marcos Juárez se habría debido a que el agua usada en este ambiente tomó mayormente otras vías distintas a la de la transpiración y si, adicionalmente, dichos niveles de salinidad afectaron la fisiología de la planta en un punto tal que también se afectó la eficiencia del uso del agua transpirada. Por supuesto, no es posible descartar que las diferencias observadas entre localidades para estas variables (*i.e.* EUA y  $N_{\text{absagua}}$ ) obedezcan también a diferencias, entre localidades y tratamientos, en la partición entre biomasa aérea y subterránea.

## CONCLUSIONES:

Ante el agregado de N, ambientes de salinidad menor a 3,9 dS/m (Noetinger y Laboulaye) aumentaron la producción de forraje de agropiro alargado por un aumento

en la eficiencia de uso de agua utilizada (EUA). Se halló que hasta  $CE_{1:2,5}$  de 3,9 dS/m la capacidad de producir forraje de agropiro alargado por mm de agua no fue afectada, siendo esto probablemente consecuencia de que tampoco se vio afectado el nitrógeno absorbido por mm de agua utilizada ( $N_{\text{absagua}}$ ). Por su parte, la mayor salinidad edáfica de Marcos Juárez ( $CE_{1:2,5}$  de 4,5 dS/m), redujo la absorción de nitrógeno por mm de agua utilizada ( $N_{\text{absagua}}$ ) limitando la respuesta al agregado de N, probablemente debido a una reducción en la cantidad de agua transpirada.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

- Aslam, SM. 1994. Nutrient uptake by plants under stress condition. pp. 227-243. In: M. Pessarakli (ed.). Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker. New York, NY, USA.
- Blum, A. 2009. Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field crops research*, 112(2-3), 119-123.
- Botella, MA; V Martínez; M Nieves & A Cerdá. 1997. Effect of salinity on the growth and nitrogen uptake by seedlings. *J. Plant Nutr.* 20: 793-804.
- Durand, JL; V González-Dugo & F Gastal. 2010. How much do water deficits alter the nitrogen nutrition status of forage crops? *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 88: 231-243.
- Errecart, PM; MG Agnusdei; FA Lattanzi; MA Marino & GD Berone. 2014. Critical nitrogen concentration declines with soil water availability in tall fescue. *Crop Science*. 54(1): 318-330.
- Lemaire, G & J Salette. 1984. Relationship between growth and nitrogen uptake in a pure grass stand. 1. Environmental effects [nitrogen nutrition, nitrogen content, allometric relations, variability between years, tall fescue]. *Agronomie*. Vol. 4: 423-430.
- Mills, A; DJ Moot & PD Jamieson. 2009. Quantifying the effect of nitrogen on productivity of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) pastures. *European Journal of Agronomy*, 30(2), 63-69.
- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*. Vol. 25, 239-250.
- Munns, R & M Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Ann. Rev. Plant. Biol.* 59: 651-681.
- Silberbush, M. & SH Lips. 1991. Potassium, nitrogen, ammonium/nitrate ratio, and sodium chloride effects on wheat growth. *J. Plant Nutr.* 14: 751-764.
- Sinclair TR & T Rufty. 2012. Nitrogen and water resources commonly limit crop yields increases, not necessarily plant genetics. *Global Food Security* 1, 94-98.
- Taboada, MA & RS Lavado. 2009. Alteraciones de la Fertilidad de los Suelos. El Halomorfismo, la Acidez, el Hidromorfismo y las Inundaciones. Editorial Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **EL pH DEL SUELO INFLUENCIA EL EFECTO DEL ARSÉNICO Y VANADIO EN PARÁMETROS FOTOSINTÉTICOS DE LECHUGA**

**Orellana M. A.<sup>1,2</sup>, G. Cordon<sup>2</sup>, M. G. Lagorio<sup>1</sup>, R. S. Lavado<sup>2</sup>, F. V. Molina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, CABA.

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, CABA.

**RESUMEN:** El efecto de contaminantes sobre la fisiología de las plantas puede evaluarse en forma no destructiva a partir de un análisis de fluorescencia de clorofila en hojas intactas. En este trabajo se analiza el efecto de dos elementos tóxicos (As y V) aplicados sobre lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en un suelo de reacción ácida (Hapludol) y otro de reacción alcalina (Natracualf). Se determinaron los parámetros fotosintéticos por fluorescencia (cinética de Kautsky) durante la cosecha y la concentración de pigmentos fotosintéticos por métodos espectrofotométricos. Se concluye que entre ambos tipos de suelo hay diferencias en el efecto del As y V sobre los sistemas fotosintéticos de la lechuga, y que a través del análisis de parámetros fluorométricos apropiados es posible evaluar los efectos en forma no destructiva.

**PALABRAS CLAVE:** Elementos tóxicos, suelo alcalino, clorofila, antocianinas.

### **INTRODUCCIÓN:**

El arsénico (As) ha sido reconocido desde la antigüedad por su alta toxicidad en seres humanos, animales y plantas y está registrado dentro de la clase 1, como elemento carcinogénico. Presenta toxicidad aún en concentraciones bajas. El vanadio (V), por su parte, presenta un panorama menos definido, pues en bajas dosis no presenta efectos deletéreos para las plantas (Kaplan et al., (1990) y aún es utilizado en fármacos y alimentos, mientras que en altas concentraciones es tóxico, aunque no está establecido que posea efectos carcinogénicos (van Zinderen Bakker y Jaworski, 1980)). Recientemente se ha comenzado a prestar más atención a este elemento desde el punto de vista ambiental (Watt et al., 2018).

El As está ampliamente distribuido en la corteza terrestre a partir de diferentes fuentes de origen natural o antrópica. La presencia de elevadas concentraciones de As de origen geogénico en aguas subterráneas es común en muchas regiones del mundo, entre ellas la llanura Chaco-pampeana (Farías et al., 2003; Smedley et al., 2005). Los suelos normalmente no están afectados por este contaminante natural, pero existe el riesgo potencial que aguas subterráneas utilizadas para irrigación sean vía de ingreso de As a los suelos, y a través de ellos a los cultivos. El As afecta negativamente a los cultivos como ha sido documentado en muchos experimentos (Heikens et al., 2007; Dahal et al. 2008), incluyendo la Argentina (Reinaudi y Lavado 1978; Franco et al. 2012) y puede afectar la seguridad alimentaria, si la contaminación llegara a la cadena alimenticia (Senanayakea y Mukherjib, 2014).

En nuestro país se ha encontrado una correlación positiva entre los contenidos de As y V en aguas subterráneas, lo que sugiere su origen común (Fernández Cirelli et al. 2014). La fitotoxicidad de As depende de su estado de oxidación, pero el pH del suelo es uno de los principales factores que determinan su disponibilidad para las plantas. El V, al igual que el As, se encuentra normalmente en forma oxidada (Smedley et al, 2002) y, también, se encuentra más disponible en medios alcalinos que a valores de pH bajos, donde, igual que el As, se encuentra complejo con materia orgánica y óxidos de hierro y aluminio (Kabata-Pendias y Pendias, 1992).

La aplicación de agua de riego posee gran potencialidad productiva en la región pampeana, pero la sustentabilidad de los agrosistemas irrigados se relaciona con los eventuales impactos negativos que esta tecnología puede ejercer sobre las propiedades del suelo. Los problemas más importantes causados por el uso de esta práctica están asociados con la calidad del agua de riego y una de sus consecuencias principales es la elevación del pH de los suelos irrigados (Lavado, 2009). Además, cuando el agua de riego se encuentra enriquecida con As, la experiencia de otros países, especialmente Bangladesh, muestran que este metaloide se acumula en los suelos (Norra et al. 2005, Heikens 2006; Senanayakea and Mukherjib, 2014). Considerando que estos dos potenciales problemas derivados del uso de aguas ricas en As y V para irrigación, el incremento de los valores de pH y, paralelamente, el incremento de la concentración de los metaloides en los suelos, pueden ser sinérgicos desde el punto de vista de la absorción por parte de los cultivos, se llevó a cabo el presente estudio. Se trabajó en invernáculo con una planta índice, lechuga, utilizando dos suelos contiguos, que en su condición natural uno presenta un pH ácido y el otro un pH alcalino.

#### **MATERIALES Y MÉTODOS:**

Se trabajó con dos suelos extraídos de las cercanías de la ciudad de Junín (Pcia. Buenos Aires). Se tomó el horizonte superficial (0-20 cm). El suelo agrícola ácido (alto) es un Hapludol Típico (pH en pasta 5.6) el suelo presenta una clase textural franco arenosa, y el contenido de materia orgánica es bajo es 1.12%. Y el suelo alcalino, no cultivado (bajo) un Natracualf Típico (pH en pasta 8.5), la clase textural es franco limoso. La materia orgánica del bajo es 1.41%. (INTA, 2018). Se utilizaron hojas de lechuga crecidas en macetas durante 90 días, en invernáculo, con diferentes concentraciones de As (5; 10 y 50 mg kg<sup>-1</sup>) V 5 (10 y 50 mg kg<sup>-1</sup>) y As+V (5; 10 mg kg<sup>-1</sup>), respectivamente. Los experimentos se llevaron a cabo en el suelo ácido y el suelo alcalino. Se determinaron los parámetros fotosintéticos por fluorescencia resuelta en el tiempo (cinética de Kautsky) (Lichtenthaler. et al., 2005) durante la cosecha de las hojas, y la concentración de pigmentos fotosintéticos en hoja por métodos espectrofotométricos (Sims and Gamon, 2002).

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

Comparando los suelos estudiados (diferenciados como alto y bajo), se observa globalmente menores rendimientos en el suelo bajo con respecto al suelo alto. Se registró un efecto negativo en los rendimientos con dosis crecientes de As, V y As + V para ambos suelos. En el caso del suelo alto (ácido) se observó el menor rendimiento en el tratamiento de 50 ppm As + V. Los menores rendimientos se obtuvieron en el suelo bajo (alcalino) en los tratamientos de 50 ppm As y 10 ppm As + V (Datos no mostrados).

El análisis de la respuesta del sistema fotosintético, a través de los parámetros fotosintéticos, muestra diferencias entre plantas cultivadas en los dos suelos estudiados. La concentración total de pigmentos tendió a disminuir frente a estos elementos tóxicos, pero las concentraciones de clorofila-A y B, comparando los tratamientos entre sí y con el control, presentaron variaciones sin una tendencia clara (Figura 1). En el testigo ambas clorofilas fueron más abundantes en el suelo

ácido del alto que en el suelo alcalino del bajo, mientras que la abundancia de ellas fue variable en los restantes tratamientos. Algunos de ellos presentan alta variabilidad. No se observa que ambos elementos actúen sinérgica o antagónicamente.

Las concentraciones de antocianinas fueron, en general, más elevadas en el suelo ácido (Figura 2). Este aumento se puede atribuir a mecanismos de protección de las plantas frente al estrés. La concentración de carotenoides, en algunos tratamientos, también fue mayor en el suelo del alto; en otros casos el comportamiento es más complejo y no se observan tendencias claras. Se observa, en síntesis, que estos pigmentos fueron afectados por las propiedades de los suelos, básicamente su valor de pH, y por las concentraciones de los elementos tóxicos.

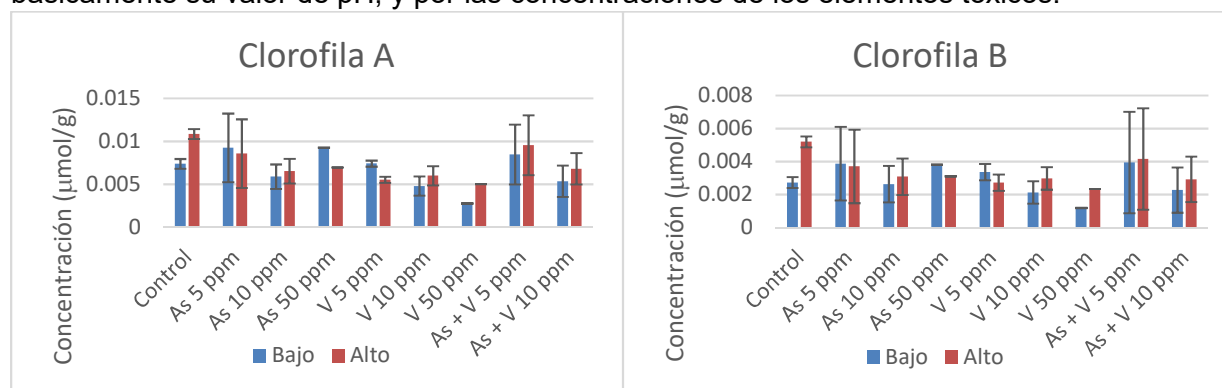


Figura 1. Concentración de clorofila A y B en hojas de lechuga, para cada tratamiento del suelo, en ambos suelos. (n = 2).

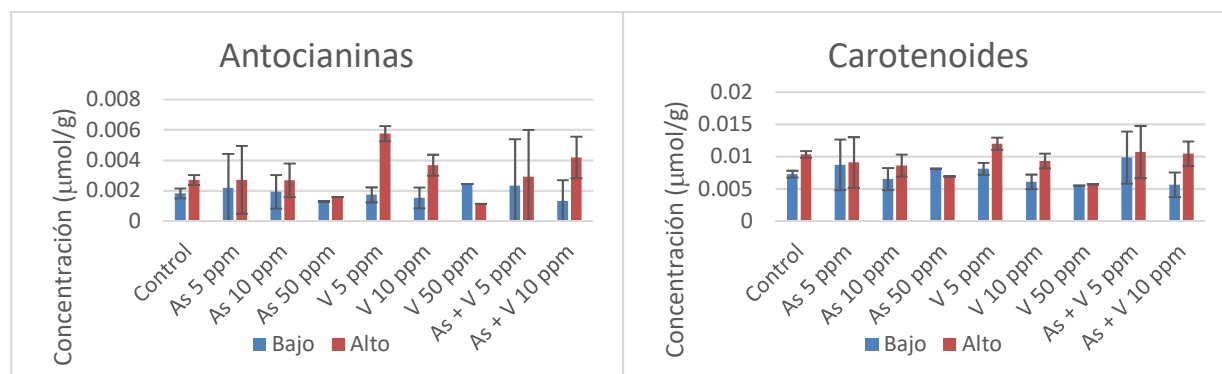


Figura 2. Concentración de antocianinas y carotenoides en hojas de lechuga para cada tratamiento del suelo, en ambos suelos. (n = 2).

En la Figura 3 se observa el resultado obtenido para el parámetro fotosintético  $F_v/F_0$ , que representa un indicador del daño a la capacidad fotosintética de la planta. En el suelo bajo el  $F_v/F_0$  indica un deterioro en el fotosistema II para tratamientos de 50 ppm de As y para todos los tratamientos con V, excepto para 10 ppm de As+V. En el suelo alto no se observan diferencias significativas entre los tratamientos y el control. Este cociente permite estimar una vinculación entre el pH del suelo y el daño de ambos elementos estudiados y por lo tanto permite evaluaciones no destructivas del daño al sistema fotosintético II.

## Fv/Fo

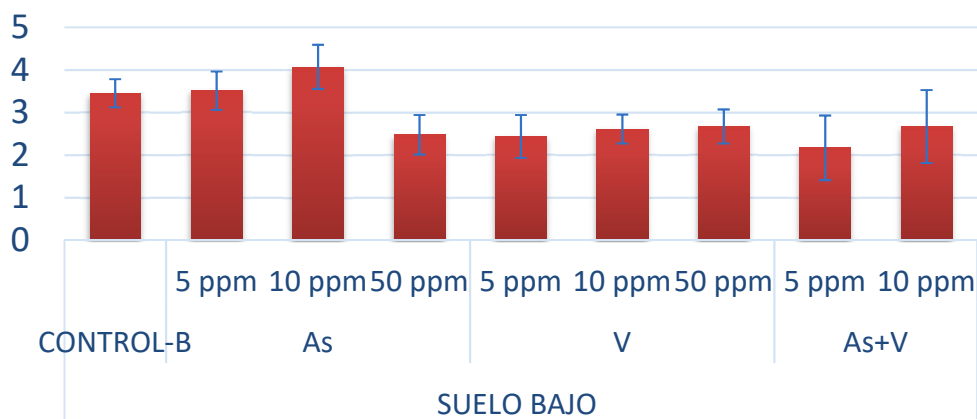


Figura 3. Cociente  $F_v/F_0$  para distintos tratamientos en el suelo del bajo. (n = 6).

### CONCLUSIONES:

Las metodologías espectroscópicas utilizadas permitieron detectar alteraciones a nivel de fotosíntesis y de concentración de pigmentos fotosintéticos como respuesta a altas concentraciones de As y V, aunque esas alteraciones están afectadas por la reacción del suelo. En el suelo ácido, a excepción de los tratamientos de 5 ppm de As y As+V que registran variabilidad, todos los tratamientos de As y V provocan una disminución neta en el contenido de clorofila-a. En el suelo alcalino, en cambio, se observa más variabilidad en los resultados. También se observa un aumento del contenido de antocianinas en algunos tratamientos en el suelo ácido. El análisis de los parámetros de fluorescencia indica una disminución en la capacidad fotosintética para las plantas crecidas en el suelo alcalino en presencia de As y V.

### BIBLIOGRAFÍA:

- Dahal, B.M., Fuerhacker, M., Mentler, A., Karki, K.B., Shrestha, R.R., Blum, W.E.H. (2008). Arsenic contamination of soils and agricultural plants through irrigation water in Nepal. *Environmental Pollution* 155, 157-163.
- Farías, S.S., Casa, V.A., Vázquez, C., Ferpozzi, L., Pucci, G.N., and Cohen, I.M. (2003). Natural contamination with arsenic and other trace elements in ground waters of Argentine Pampean Plain. *Science of the Total Environment* 309, 187–199.
- Fernandez Cirelli, A; A Perez Carrera; M Billib & PW Brochs. (2014). Arsenic and trace elements concentration in surface water and agricultural soils of southeast of Córdoba province, Argentina. *One century of the discovery of arsenicosis in Latin America*. Litter, M.L., Nicolli, H.B., Meichtry, J.M., Quici, N., Bundschuh, J., Bhattacharya, P. and Naidu, R. (Ed). Taylor & Francis, London
- Franco, L., Castillo, N., González, M.J., Santillán, J.M., Vázquez, M., Botto, M. (2012) Arsénico y medio ambiente: efectos del riego con aguas conteniendo As sobre cultivos hortícolas. *Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente - Argentina*.
- Heikens, A. (2006). Arsenic contamination of irrigation water, soil and crops in Bangladesh: Risk implications for sustainable agriculture and food safety in Asia. *RAP Publication (FAO)*.
- Kabata-Pendias, A., and Pendias, H. (2001). *Trace elements in soils and plants*, 3rd edn CRC Press. Boca Raton, FL, USA.



- Kaplan, D., Sajwan, K., Adriano, D., and Gettier, S. (1990). Phytoavailability and toxicity of beryllium and vanadium. *Water, Air, and Soil Pollution* 53, 203–212.
- Lavado, R.S. (2009). Salinización y sodificación de suelos de producción agrícola extensiva por riego complementario. 2009. pag. 45-58. En: Taboada y Lavado (Ed.). *Alteraciones de la fertilidad de los suelos: el halomorfismo, la acidez, el hidromorfismo y las inundaciones*. EFA, Buenos Aires.
- Lichtenthaler, H.K., Buschmann, C., Knapp, M., (2005). How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio  $R_{Fd}$  of leaves with the PAM fluorometer. *Photosynthetica* 43, 379–393.
- Norra, S., Berner, Z., Agarwala, P., Wagner, F., Chandrasekharam, D., and Stüben, D. (2005). Impact of irrigation with As rich groundwater on soil and crops: a geochemical case study in West Bengal Delta Plain, India. *Applied Geochemistry* 20, 1890–1906.
- Reinaudi, N., and Lavado, R. (1978). Arsenic contamination, parallel to soil alcalinization and salinization, provoked by irrigation water. Turrialba (IICA).
- Senanayake, N., and Mukherji, A. (2014). Irrigating with arsenic contaminated groundwater in West Bengal and Bangladesh: A review of interventions for mitigating adverse health and crop outcomes. *Agricultural Water Management* 135, 90–99.
- Sims, D. A. and Gamon, J.A. (2002). Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. *Remote sensing of environment* 81, 337–354.
- Smedley, P., Kinniburgh, D., Macdonald, D., Nicolli, H., Barros, A., Tullio, J., Pearce, J., and Alonso, M. (2005). Arsenic associations in sediments from the loess aquifer of La Pampa, Argentina. *Applied Geochemistry* 20, 989–1016.
- Smedley, P., Nicolli, H., Macdonald, D., Barros, A., and Tullio, J. (2002). Hydrogeochemistry of arsenic and other inorganic constituents in groundwaters from La Pampa, Argentina. *Applied Geochemistry* 17, 259–284.
- van Zinderen Bakker, E.M., and Jaworski, J.F. (1980). Effects of vanadium in the Canadian environment (National Research Council of Canada
- Watt, J.A.J., Burke, I.T., Edwards, R.A., Malcolm, H.M., Mayes, W.M., Olszewska, J.P., Pan, G., Graham, M.C., Heal, K.V., Rose, N.L., Turner, S.D., and Spears, B.M. (2018) Vanadium: A Re-Emerging Environmental Hazard. *Environmental Science & Technology*, 52, 11973-11974.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE IONES EN HOJA, TALLO Y RAÍZ DE FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DE *Lotus tenuis***

**Affinito M.A.<sup>1,2</sup>, D. López Miró<sup>3</sup>, A. Andrés<sup>2,3</sup>, A. Díaz Paleo<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Centro de investigaciones y transferencia del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (CIT NOBA), CONICET-UNNOBA, Monteagudo 2772, Pergamino, Argentina.  
affinito.agostina@inta.gob.ar

<sup>2</sup> UNNOBA, Monteagudo 2772, Pergamino, Argentina

<sup>3</sup> EEA INTA Pergamino, Ruta 32 Km 4.5, Pergamino, Argentina

**RESUMEN:** *Lotus tenuis* es una leguminosa tolerante a salinidad, de importancia forrajera en los suelos bajos de la Pampa Deprimida. El objetivo del estudio fue analizar la concentración de iones en 5 familias de medios hermanos (FMH) creciendo en condiciones salinas. Se realizó un ensayo hidropónico utilizando un DBCA con tres repeticiones y se aplicaron tres tratamientos (0: control, 150 y 300 mM NaCl). A los 0, 16 y 29 días de iniciar los tratamientos se realizaron muestreos de biomasa, para determinar las concentraciones alcanzadas de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> ( $\mu\text{Moles g}^{-1}$  Peso Seco) en raíz, tallo y hoja, mediante fotometría de llama y colorimetría. Se registró peso seco aéreo (PSA, g) y se estimó el índice de tolerancia a la salinidad (ITPSA) como la relación entre el valor de cada planta en NaCl y la media del control. Para el análisis de los datos, se ajustaron modelos de tres factores, se realizaron pruebas de comparaciones múltiples DGC y se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre variables. Para ITPSA, se encontró interacción ( $p < 0,05$ ) entre FMH y fecha de muestreo y diferencias entre FMH con una media de 0.76. Existió un incremento en las concentraciones de Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> en muestras tratadas con NaCl respecto al control y una acumulación de los mismos con el tiempo. Para el K<sup>+</sup>, al ser desplazado por el Na<sup>+</sup>, ocurrió lo contrario. ITPSA tuvo una correlación positiva con la concentración de K<sup>+</sup> en hoja y tallo y negativa con la de Cl<sup>-</sup> en hoja. La FMH menos tolerante evidenció mayores concentraciones de Na<sup>+</sup> en hoja y raíz y de Cl<sup>-</sup> en todos los tejidos. En conclusión, la determinación del contenido de iones en los tejidos evaluados resultó una herramienta complementaria en la caracterización de la tolerancia a salinidad del germoplasma en estudio.

**PALABRAS CLAVE:** Iones, Mejoramiento genético, *Lotus tenuis*



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**ESTUDIO ESPACIAL DE LA APLICACIÓN DE YESO AGRÍCOLA Y ESTIÉRCOL VACUNO EN ALGUNAS PROPIEDADES DE UN SUELO CON ALTO NIVEL DE SODIO**

**Ballestero J. <sup>1</sup>, M. Barbazán<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Profesor Ayudante y Estudiante de Maestría, Dpto Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay - [jballestero@fagro.edu.uy](mailto:jballestero@fagro.edu.uy).

<sup>2</sup> Profesora Adjunta, Dpto Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

**RESUMEN:** En Uruguay los suelos con niveles de sodio (Na) intercambiable relativamente altos coexisten con suelos fértiles y, en general, son dejados como áreas improductivas. El estudio de la variabilidad espacial de estos suelos, permitiría que la aplicación de las enmiendas correctivas sea más eficiente. El objetivo de este trabajo fue evaluar la variabilidad espacial del efecto de la aplicación de yeso agrícola y estiércol vacuno sobre un suelo con niveles variables de Na. Se delimitó una zona de trabajo de 90 x 40 m ubicada dentro de la Estación Experimental Mario Cassinoni (EEMAC), en Paysandú, Uruguay. El área fue dividida en franjas de 90 x 6 m aproximadamente. Los tratamientos fueron: yeso, yeso más estiércol vacuno y un control (sin enmienda), aplicados en dos bloques completos. La dosis aproximada de yeso fue de 9000 kg ha<sup>-1</sup> y de estiércol de 30 Mg ha<sup>-1</sup> en peso seco. Los tratamientos fueron aplicados con maquina agrícola, en superficie, sin incorporar. Se realizaron muestreos usando una grilla de 63 puntos georreferenciados. En cada punto se tomaron muestras de suelo, con calador hidráulico a tres profundidades (0 - 20, 20 - 40 y 40 - 60 cm), antes de la aplicación de los tratamientos y a los 150 días posteriores a la misma. También se tomaron muestras de plantas para determinar rendimiento en materia seca de la pastura ya instalada. En los primeros 20 cm, el Na intercambiable pasó de valores dentro del rango de 0,42 a 2,71 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> a un rango de 0,40 a 2,38 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. El pH disminuyó del rango de 5,14 – 7,43 al de 4,83 – 6,99. La conductividad eléctrica aumentó ligeramente, posiblemente asociado a la aplicación del estiércol vacuno. Espacialmente es posible establecer una correlación entre las variables estudiadas y delimitar el área afectada por alto nivel de Na.

**PALABRAS CLAVE:** QGIS, muestreo georreferenciado, sulfato de calcio.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE BACTERIAS HALOTOLERANTES DE INDUCIR LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN SOJA**

**Santos A.P<sup>1</sup>, C. Belfiore<sup>1</sup>, M.E. Farías<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Integrantes del Laboratorio de Investigaciones Microbiológicas de Lagunas Andinas (LIMLA-CONICET), Planta Piloto de Procesos Industriales y Microbiológicos (PROIMI-CONICET) CONTACTO: ana\_paulas93@hotmail.com

**RESUMEN:** El cultivo de soja es considerado relativamente sensible a la salinidad. Debido a su elevada calidad nutritiva como alimento e importancia para la economía nacional, existe gran interés en mejorar la tolerancia del cultivo a los daños causados por la salinización. El uso de Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (BPCV), clasificadas como halotolerantes por su capacidad de adaptarse a condiciones salinas, ha demostrado ser una alternativa económica para aumentar la producción y conservación de los suelos afectados por halomorfismo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de cinco BPCV halotolerantes, aisladas de rizósfera de vegetación Andina, de inducir la tolerancia a la sal en plantas de soja. Para lo cual, se inocularon las cepas en semillas de soja y se las hizo crecer en vermiculita estéril bajo condiciones controladas de laboratorio, con un respectivo control sin inocular. Cuando las plantas desarrollaron los primeros folíolos, fueron estresadas mediante el agregado de NaCl hasta alcanzar una concentración final de 340mM. Luego de 20 días, se evaluó el peso y la longitud de las plantas, influencia de las bacterias en la captación de iones, acumulación de osmolitos protectores, clorofila (a y b), carotenoides y compuestos fenólicos en los tejidos de las plantas. Los aislamientos en estudio demostraron conservar sus propiedades promotoras del crecimiento (sintetizar sideróforos, enzima ACC-desaminasa, fijar Nitrógeno, solubilizar Fósforo y producir ácido indolacético) bajo concentraciones de 340mM de NaCl. Además, se evidenció mediante Microscopia Electrónica la capacidad de las bacterias de formar biofilm sobre raíces de plantas de soja, otra estrategia desarrollada por las BPCV para brindar protección contra factores de estrés externo. Los prometedores resultados obtenidos alientan a continuar los estudios sobre el uso de estas bacterias halotolerantes como una posible alternativa para promover la tolerancia a salinidad en cultivos de soja.

**PALABRAS CLAVE:** BPCV halotolerantes, halomorfismo, *Glycine max*



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EVALUACION DEL DAÑO OXIDATIVO Y DEFENSA ANTIOXIDANTE EN  
PLANTULAS DE *Panicum coloratum* BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS  
COMBINADO DE SALINIDAD Y ANEGAMIENTO**

**Lifschitz M.<sup>1</sup>, E. Tommasino<sup>3</sup>, E. Pagnucco<sup>2</sup>, M. Giordano<sup>2</sup>, A. Ribotta<sup>3</sup>, J.M.  
Zabala<sup>4</sup>, K. Grunberg<sup>3</sup>, M.A. Tomas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Becario FONCYT – lifschitz.mauro@inta.gov.ar

<sup>2</sup> INTA EEA Rafaela.

<sup>3</sup> IFRGV CIAP INTA.

<sup>4</sup> FCA UNL.

**RESUMEN:** Las respuestas de las plantas a diferentes estreses suele ser distinta si los mismos se presentan en forma simultánea o de manera individual. El objetivo de este trabajo fue evaluar en un medio hidropónico, la respuesta del metabolismo oxidativo en plántulas de dos variedades de *Panicum coloratum* que difieren en sus características por su origen, *var. coloratum* (cv. KLEIN) y *var. makarikariense* (cv. KAPIVERA INTA). Ambas variedades fueron sometidas a condiciones de salinidad (150 mM NaCl), hipoxia (<10% O<sub>2</sub>), una combinación de hipoxia y salinidad (<10% O<sub>2</sub> + 150 mM NaCl) y control (0 mM NaCl + >90% O<sub>2</sub>). Se tomaron muestras de tejido foliar a las 72 horas de alcanzado el estrés salino para la determinación de malondialdehído (MDA), poder reductor total (FRAP) y las enzimas SOD (superóxido dismutasa) y CAT (catalasa). Para cada uno de los caracteres mencionados se realizó un ANAVA para un modelo factorial con interacción. Los resultados obtenidos muestran que no hubo interacción material x tratamiento (p>0.05), no obstante, se observaron diferencias significativas entre tratamientos (p<0.05). En MDA, el tratamiento salino resultó ser el más severo (+42.5%) con respecto al control, seguido por los tratamientos de hipoxia y combinado (+21.2%). El FRAP tuvo una respuesta similar al MDA, el tratamiento salino mostró un incremento del 93.6% respecto al control, seguido de hipoxia y combinado (+49.5%). En cuanto a las enzimas, SOD incrementó su concentración en el tratamiento salino (+193%), seguido de hipoxia y combinado (+54.3%) y CAT aumentó su actividad en los tratamientos hipoxia y combinado (+83%) y disminuyó la actividad en el tratamiento salino (-55%) respecto del control. Concluimos que ambos materiales presentaron el mismo comportamiento frente al daño oxidativo y la respuesta antioxidante. La diferencia se observó en los tratamientos donde la hipoxia tiene un efecto dominante cuando se combina con salinidad.

**PALABRAS CLAVE:** Daño oxidativo, salinidad, anegamiento.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**FERTILIZACIÓN NITROGENADA CON SULFATO DE AMONIO: ESTRATEGIA PARA AUMENTAR LA MATERIA SECA Y LA ACUMULACIÓN DE ZN y FE EN SORGO CULTIVADO EN CONDICIONES DE ALCALINIDAD**

**Ciacci M.B.<sup>1</sup>, D.A. Bustos<sup>1</sup>, A.D. Olivo<sup>1</sup>, D.F. Luna<sup>1</sup>, E. Taleisnik<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales, Centro de Investigaciones Agropecuarias (IFRGV-CIAP), INTA, Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup>CONICET, Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.

\*E-mail: ciacci.maria@ina.gov.ar

**RESUMEN:** Los suelos alcalinos son marginales para la agricultura debido a su elevado pH. La fertilización nitrogenada puede afectar el pH del suelo, las sales de amonio tienden a bajarlo, las de nitrato a subirlo y la urea tiene efectos neutros. Se trabajó sobre la hipótesis de que, bajo condiciones de alcalinidad, el sulfato de amonio (SA) y la urea (U) alterarían de manera diferente el pH del suelo, la acumulación interna de Zn y Fe y el crecimiento. Se evaluaron 3 híbridos de Sorgo, *Sorghum bicolor* Argensor 155 DP, (A155) Silero INTA Peman (SIP) y Argensil 163 D (A 163). Se realizaron dos años de ensayos a campo, sobre suelos alcalinos (pH 8,3), y neutros (pH 6,3) en la localidad de Villa Fontana, Córdoba. Los tratamientos fueron control (C, sin fertilizar) y fertilización con U o SA (120 kg/ha N en ambos casos). Se cosechó a los 120 días en 2017 y a 60 días en 2019. Se analizó el peso seco (PS), verdor en hoja por SPAD (IV), Índice de vitalidad (V), rendimiento cuántico máximo (FV/Fm) y concentración de Zn y Fe en hojas apicales. A pH 8,3 las plantas tuvieron menor PS que a pH 6,3. El híbrido más susceptible a la alcalinidad fue el A155, ya que arrojó el menor PS con respecto al control neutro. En sustrato alcalino la fertilización con SA disminuyó el pH, mientras que la U no lo modificó. En alcalinidad, la fertilización con SA fue más efectiva que la U para aumentar el PS, mantener el IV, mejorar la V y FV/Fm. La acumulación de Zn y Fe en condiciones alcalinas también tendió a incrementarse más con la fertilización con SA que con U. Los resultados sobre los efectos diferenciales de ambos tipos de fertilización en alcalinidad son promisorios como elementos de manejo.

**PALABRAS CLAVE:** pH, nitrógeno, micronutrientes, suelos marginales



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**HERRAMIENTAS PARA EXPLORAR EL MEJORAMIENTO EN SORGO PARA TOLERANCIA A SALINIDAD**

**Pittaro G.<sup>1</sup>, S. Ruolo<sup>2, 4</sup>, E. Torres<sup>1, 4</sup>, F. Luna<sup>1</sup>, E. Taleisnik<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> IFRGV, CIAP, INTA.

<sup>2</sup> EEA INTA Manfredi.

<sup>3</sup> CONICET.

<sup>4</sup> FCA-UNC.

**RESUMEN:** Las tasas de variables morfogénicas, aparición foliar (TAF) y elongación foliar (TEF) son las responsables del área foliar. Éstas junto al filocrono, se encuentran determinadas genéticamente e influenciadas por el ambiente. El objetivo del presente ensayo fue evaluar si existe variabilidad en crecimiento vegetativo a la salinidad, en un grupo de híbridos de sorgo forrajero, a fin de contar con herramientas para explorar el mejoramiento para tolerancia a la salinidad. Se trabajó en condiciones de invernadero, con 8 híbridos de sorgo forrajero y se evaluó tolerancia a la salinidad durante la etapa de crecimiento vegetativo. Las plantas fueron sometidas a tres niveles de salinidad (0; 0.075; 0.15 M NaCl) disueltos en solución nutritiva y bajo sistema de hidroponía; se evaluaron variables de crecimiento y morfogénicas desde estadio 2 hojas verdaderas hasta aparición de panoja. La salinidad afectó negativamente el peso fresco aéreo, la tasa de crecimiento relativa y el número de hojas en todos los híbridos durante el crecimiento vegetativo. Sin embargo, los tratamientos de salinidad afectaron de diferente forma la TAF. La suma térmica hasta la aparición de la 5<sup>ta</sup> hoja fue similar entre control y los niveles de salinidad. Sin embargo, en hojas sucesivas la suma térmica se incrementó por salinidad. La TEF se afectó de la misma manera por salinidad. Mediante análisis multivariado (ACP) se estableció que existen diferencias en tolerancia a la salinidad entre híbridos durante el crecimiento vegetativo. Nuestros resultados confirman que la TEF es una de las variables más sensibles a la salinidad; sin embargo, la contribución de efectos sobre las tasas de división y expansión foliares debe ser analizado.

**PALABRAS CLAVE:** Sorgo, variables morfogénicas, tolerancia a salinidad.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**IMPACTO DE DIFERENTES ROTACIONES EN SUELOS HIDRO-HALOMÓRFICOS DE LA PAMPA DEPRIMIDA**

**Garello F.J.<sup>1</sup>, E.M. Melani<sup>2</sup>, D.J. Cosentino<sup>3</sup>, M.A. Taboada<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Becario doctoral INTA/CONICET, Cátedra de Edafología FAUBA AER INTA Chascomús, Mitre 202, 7130 Chascomús (BA) - fedegarello@hotmail.com

<sup>2</sup> EEA INTA Cuenca del Salado, AER Chascomús.

<sup>3</sup> Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, UBA. CONICET

<sup>4</sup> Instituto de Suelos, INTA. CONICET

**RESUMEN:** La Pampa Deprimida es una región típicamente ganadera que en los últimos 15 años presentó un avance de la agricultura. No se conoce el impacto de esta nueva actividad en suelos que *a priori* lucen más vulnerables por sus problemas de anegabilidad o halomorfismo. En la Cuenca del Salado se realizó un muestreo de lotes en campos de productores para investigar el impacto de la agricultura sobre los contenidos y *stocks* de carbono en los perfiles, la estabilidad de agregados y la densidad aparente. Los *stocks* de carbono edáfico (hasta los 0,6 m de profundidad) fueron 41% menores luego de 10 años de realizar monocultivo de soja y no variaron cuando se integraron cultivos anuales y pasturas o se rotaron diversas especies en una rotación agrícola. La densidad aparente se incrementó solo superficialmente en la rotación monocultivo. Por su parte, la estabilidad de los agregados se redujo significativamente asociado con las caídas del contenido de carbono de los suelos. A partir de los resultados, se puede recomendar la agricultura en estos ambientes, siempre y cuando sean rotados adecuadamente o combinados con pasturas. El mayor deterioro se observa con monocultivo de soja. Estos resultados no difieren mayormente de lo que sucede en otros suelos anegables de la región pampeana.

**PALABRAS CLAVE:** Densidad aparente, carbono orgánico, estabilidad de agregados.

**INTRODUCCION:**

La superficie agrícola en la Región Pampeana Argentina se ha incrementado a partir de la década del 90' de la mano de tecnologías como la siembra directa y la soja resistente a glifosato (Paruelo et al., 2005). Esta expansión, inicialmente mostró una mayor importancia en las provincias del centro y norte de Argentina (Paruelo et al., 2006). A partir del año 2005, éste avance de la frontera agrícola comienza a ser de importancia en la Pampa Deprimida (MINAGRI, 2018), realizándose el 25% de los cultivos agrícolas en suelos con elevado contenido de sodio (Vazquez et al., 2008) y frecuente anegabilidad. Los cambios en el uso del suelo impactan en los almacenes de carbono orgánico del suelo (COS), y en parámetros físicos como la estabilidad de agregados (EA) y la densidad aparente (Dap). La magnitud de los efectos que genera una rotación de cultivos está condicionada por las especies vegetales que se intercalan y que difieren en el volumen de residuos que retorna al suelo (Lal, 2005) y en la arquitectura del sistema radical (Lipiec, 1990; Gardner et al., 1999). Todos estos beneficios, pueden ser disminuidos a la luz de las limitantes edafo-climáticas de la región bajo análisis.

El COS es el reservorio más importante en el ciclo global del carbono (Rekik et al., 2017). Sus efectos en los indicadores de calidad de los suelos y en la productividad de los cultivos se reflejan de mediano a largo plazo (Díaz-Zorita et al., 1999; Tan et al., 2007; Nafziger y Dunker, 2011). La caída del contenido de COS bajo secuencias agrícolas puede ser a tasa



constante (Studdert et al., 1997), pudiendo revertirse a través de la combinación de cultivos anuales y pasturas (Silenzi et al., 2000; Franzluebbbers et al., 2014).

La EA, se relaciona con la capacidad del suelo de mantener su estructura frente a un estrés externo (Cosentino y Chenu, 2008) Los principales componentes de agregación son: el COS, las interacciones entre partículas orgánicas y minerales, y los cationes ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) (Bronick y Lal, 2005). Por otro lado, los mecanismos de desagregación pueden ser: liberación de aire entrampado, dispersión mecánica por el impacto de la gota de lluvia, altas concentraciones de  $\text{Na}^+$  y la expansión/contracción diferencial de compuestos minerales, cada uno de ellos provoca diferente intensidad de desagregación (Le Bissonnains, 1996; Cosentino y Chenu, 2008). Diversos investigadores, concluyeron que en Molisoles de la Región Pampeana el principal agente agregante es el COS, destacando el efecto beneficioso de las secuencias con mayor participación de gramíneas en zonas de menor productividad (Gabioud et al., 2011; Castiglioni et al., 2013), y el marcado efecto del uso de pasturas en secuencias agrícola/ganaderas (Studdert et al., 1997; Silenzi et al., 2000).

La Dap varía en función de la textura, el contenido de COS y el impacto del tránsito agrícola. Diversos estudios que evaluaron el efecto del pisoteo animal reportaron no haber encontrado incrementos en este indicador (Fernández et al., 2011) o que los ciclos de humedecimiento/secado atenuaban los incrementos estacionales de la Dap (Taboada y Lavado, 1988). Por su parte, Bullock, (1992) y Dexter et al. (2001) concluyen que las rotaciones que más carbono orgánico incorporan al suelo, reducen o mantienen bajos los valores de Dap.

En suelos hidro-halomórficos, las limitantes a la producción de biomasa por cultivos no adaptados pre-supone una mayor susceptibilidad a la degradación de la fertilidad edáfica. Debido a los escasos antecedentes y las recientes modificaciones en el uso de los suelos, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto de diferentes secuencias de cultivos en los almacenes de COS e indicadores físicos de suelos hidro-halomórficos de la Cuenca del Salado.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

El estudio fue conducido en la Pampa Deprimida de Argentina. Los lotes muestreados se encuentran en campos de productores nucleados en Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria (CREA) y presentan suelos correspondientes a los grupos Natracuoles y Natrudoles (INTA, 1977).

Las muestras de suelos se extrajeron durante el 2018 en la post-cosecha del cultivo estival. Se evaluaron 13 sitios en tres establecimientos ubicados en los partidos de Chascomús, Maipú y Gral Guido, bajo cuatro diferentes secuencias de cultivos:

- a) Pastizal Natural (PN; n = 3): lotes de pastizales naturales poco intervenidos que los productores utilizan para pastoreo directo con ganado bovino.
- b) Agrícola/Ganadera (A/G; n = 5): lotes que son manejados bajo una secuencia que alterna 4 años de pasturas perennes seguido de 4 a 6 años de cultivos de cosecha.
- c) Agrícola (A; n = 4): lotes que presentan una rotación típica Maíz-Soja-Trigo/Soja.
- d) Monocultivo (M; n = 1): 8 de los últimos 10 años se realizó soja.

Cada lote corresponde a una unidad experimental y presenta, al menos, 10 años de las secuencias previamente mencionadas. La intensidad de la rotación se cuantificó utilizando un promedio anual de uso del suelo de: 5 meses para soja, sorgo y cebada; 6 meses para maíz y trigo y 12 meses para pasturas perennes o pastizales naturales.

## **Muestras de suelo:**

Para cada sitio de muestreo se extrajeron muestras disturbadas en las profundidades de 0-0,05, 0,05-0,2, 0,2-0,4 y 0,4-0,6 m. Éstas fueron secadas en estufa a 30 °C, molidas y tamizadas a 2 mm, luego se las descarbonató utilizando ácido clorhídrico (HCl) al 50% y se les determinó el COS con auto-analizador de combustión completa (LECO, Corporation, St MI, USA). Siguiendo la metodología propuesta por Lee et al. (2009), se compararon los stocks de COS en función de la secuencia de cultivos corregidos por masa equivalente ( $\text{COS}_{\text{eq}}$ ). Para la determinación de Dap por el método del cilindro (Burke et al., 1986), se

tomaron seis muestras no disturbadas en las profundidades 0-0,05, 0,05-0,2, 0,2-0,4 y 0,4-0,6 m y tres muestras no disturbadas en las profundidades 0-0,05 y 0,05-0,2 m para realizar estabilidad de agregados a través del método de Le Bissonnais (1996), los valores de Diámetro Medio Ponderado (DMP) mostrados, corresponden al valor promedio de los tres pre-tratamientos que se realizan en dicha metodología.

### Análisis estadístico:

El diseño experimental empleado fue de Bloques Incompletos, en el que cada campo corresponde a un Bloque, mientras que los lotes representaron las unidades de muestreo. Los resultados fueron analizados a través de un ANOVA. Se efectuaron análisis de regresión para evaluar el grado de vinculación entre las variables medidas, dichos análisis se realizaron utilizando los supuestos de los Modelos Lineales Mixtos, considerando el factor fijo "Secuencia" y el factor aleatorio "Empresa". El software empleado fue InfoStat (Di Rienzo et al., 2018).

## RESULTADOS Y DISCUSION:

### Carbono orgánico del suelo

El contenido de COS no varió superficialmente entre tratamientos. Los valores de COS diferenciaron la secuencia M de todas las demás a partir de la capa 0,05-0,2 m. Las rotaciones presentaron diferentes contenidos de COS de acuerdo a la profundidad analizada. Superficialmente el orden fue PN > A/G > A > M, en la profundidad 0,05-0,2 el orden fue A/G > A > PN > M, mientras que de 0,2-0,4 m y de 0,4-0,6 m los contenidos fueron en orden A > A/G > PN > M (Tabla 1), lo cual evidencia una mayor estratificación superficial del COS en PN.

En la bibliografía se reportan diferencias entre situaciones no cultivadas respecto a rotaciones Agrícolas o Agrícola/Ganadera (Álvarez et al., 2012) o con igual relación gramínea/leguminosa (Feixo et al., 2002); pero no entre rotaciones. Por su parte Yang y Kay (2001) compararon diversas secuencias de cultivos y observaron los contenidos más elevados en lotes bajo pasturas perennes, intermedios en secuencias que integraron cultivos estivales e invernales y los más bajos en rotaciones de cultivos de verano.

En los tratamientos PN, A/G y A, es esperable un mayor volumen de raíces superficial como consecuencia de la presencia de gramíneas perennes o anuales en la rotación (Lynch, 1995; Ansin et al., 1998), las cuales son una fuente de carbono para los microorganismos edáficos (Bronick y Lal, 2005) Esto podría estar contribuyendo a diferenciar desde la capa 0,05-0,2 m el contenido de COS respecto a M. Si bien en la capa 0-0,05 m se observan diferencias absolutas de elevada magnitud entre rotaciones, la ausencia de diferencias significativas podría deberse a la variabilidad de los datos de PN y M.

Tabla 1. Contenido de COS (expresados en g kg<sup>-1</sup>) para las profundidades 0 a 0,05, 0,05 a 0,2, 0,2 a 0,4 y 0,4 a 0,6 m para cada una de las rotaciones analizadas.

Rotación <sup>a</sup>	Profundidad (m)			
	0-0,05 (g C kg <sup>-1</sup> )	0,05-0,2 (g C kg <sup>-1</sup> )	0,2-0,4 (g C kg <sup>-1</sup> )	0,4-0,6 (g C kg <sup>-1</sup> )
PN	34,63 ± 6,33 ab	19,43 ± 3,68 a	6,82 ± 2,16 ab	3,49 ± 0,63 b
A/G	34,22 ± 2,62 a	21,89 ± 3,82 a	9,12 ± 1,73 a	4,37 ± 0,64 a
A	27,76 ± 0,40 a	19,81 ± 3,77 a	10,82 ± 2,10 a	4,73 ± 0,83 a
M	24,95 ± 5,86 a	9,22 ± 4,90 b	3,71 ± 2,04 b	2,47 ± 0,71 c

<sup>a</sup> PN: Pastizal Natural, A/G: Agrícola/Ganadera, A: Agrícola, M: Monocultivo

<sup>b</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas entre rotaciones ( $\alpha < 0,05$ ).

### Estabilidad de agregados

Los DMP difirieron estadísticamente entre tratamientos que presentan y/o presentaron pasturas respecto a las rotaciones que no, en ambas profundidades analizadas (Tabla 2). En la profundidad 0-0,05 m, el DMP fue 2,5%, 20,5% y 42,3% mayor en PN que en las

rotaciones A/G, A y M respectivamente, mientras que en la capa de 0,05-0,2 m, las disminuciones respecto a PN fueron de 2,1%, 15,1% y 29,4% respectivamente. El contenido de COS explicó el 40% y el 45% del DMP para las profundidades de 0-0,05 ( $p < 0,0001$ ) y 0,05-0,2 ( $p < 0,0001$ ) m respectivamente (Figura 1b). Los valores de DMP bajo cultivo fueron relativamente constantes a lo largo de todo el rango de COS, mientras que bajo pastura el DMP se incrementó con mayores contenidos de COS (Figura 1a). Es decir, que la agricultura volvió insensible la estabilidad de agregados a los cambios de COS.

El efecto del COS en la estabilidad de agregados ha sido investigado en diversos suelos de la Región Pampeana. Por ejemplo, Castiglioni et al. (2013), evaluaron sitios de diferente granulometría, encontrando que el DMP cae más rápidamente en suelos arenosos. No obstante, su efecto es elevado independientemente de la textura, siendo mayor la importancia en Molisoles que en Vertisoles (Novelli et al., 2013). En suelos franco limosos Cosentino et al. (2006) observaron incrementos significativos del DMP debido a la adición de rastrojo que influyó en la producción de carbono de la biomasa microbiana del suelo. Los resultados obtenidos en este trabajo concuerdan con los hallados por Studdert et al. (1997) quienes también encontraron relaciones positivas entre el índice de estabilidad de agregados y el COS solo durante los ciclos de pastura, pero no en rotaciones agrícolas. La explicación reside en que el crecimiento de pasturas perennes favorece el incremento de la biomasa microbiana del suelo a través de su constante aporte de material vegetal (Oades 1984, Cosentino et al., 2006), lo que estaría contribuyendo a estabilizar los agregados como consecuencia del efecto de las hifas fúngicas o los polisacáridos extracelulares (Haynes y Francis, 1993; Cosentino et al., 2006) en los lotes bajo pasturas.

Tabla 2. Diámetro medio ponderado (DMP) para las profundidades 0 a 0,05 y 0,05 a 0,2 m para cada una de las rotaciones analizadas.

Rotación	DMP 0-0,05	DMP 0,05-0,2
PN	2,34 ± 0,17 a	2,31 ± 0,24 a
A/G	2,28 ± 0,16 a	2,26 ± 0,22 a
A	1,86 ± 0,17 b	1,96 ± 0,23 ab
M	1,35 ± 0,26 b	1,63 ± 0,33 b

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre rotaciones ( $\alpha < 0,05$ )

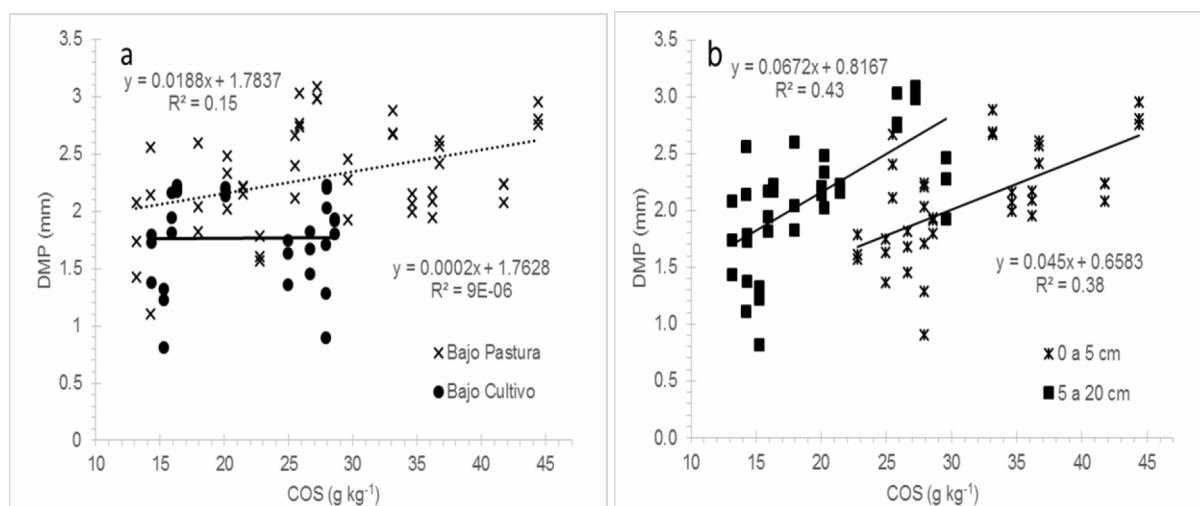


Figura 1. a) DMP en relación al contenido de COS. Los lotes “Bajo Pastura” corresponden a las rotaciones PN y A/G, mientras que los lotes “Bajo Cultivo” corresponden a las rotaciones A y M. b) DMP en relación al COS para las profundidades 0-0,05 y 0,05-0,2 m.

### Densidad aparente

La Dap presentó variaciones asociadas a las rotaciones solo en los estratos 0-0,05 ( $p = 0,028$ ) y 0,05-0,2 m ( $p = 0,006$ ), mientras que en las profundidades 0,2-0,4 m y 0,4-0,6 m los valores no difirieron (Tabla 3). En el estrato 0-0,05 m el orden fue  $M > A > A/G > PN$ ,

mientras que en el estrato 0,05-0,2 m el orden fue M > A > PN > A/G. Los valores de Dap se relacionaron negativamente a los contenidos de COS tanto de 0-0,05 m ( $p = 0,022$ ) como de 0,05-0,2 m ( $p = 0,0008$ ) (Figura 2a). Ello significa que la Dap de los suelos disminuyó 0,0046 y 0,0092  $\text{Mg m}^{-3}$  por cada 1  $\text{g kg}^{-1}$  de COS, en las capas 0-0,05 m y 0,05-0,2 m, respectivamente. Esta asociación negativa también se observó para el DMP (Figura 2b).

Las menores Dap en las rotaciones A/G y PN se asocian a sistemas radicales de mayor densidad y más prolongados en el tiempo, respecto a los tratamientos A o M. Este efecto solo es superficial, ya que la mayor concentración de raíces se da en este estrato del perfil (Ansin et al., 1998).

El menor contenido de COS de 0,05-0,2 m en la rotación M (Tabla 1) se explica por un menor volumen de retorno de rastrojo (Wong et al., 2010), lo cual influye negativamente en el DMP. Este impacto negativo promovería en los suelos a un incremento en la Dap (Figura 2) debido a la susceptibilidad de los agregados a disgregarse y/o dispersarse.

Tabla 3. Densidad aparente (Dap) de las rotaciones analizadas para las profundidades 0 a 5, 5 a 20, 20 a 40 y 40 a 60 cm, expresados en  $\text{g cm}^{-3}$

Rotación	Dap 0-0,05	Dap 0,05-0,2	Dap 0,2-0,4	Dap 0,4-0,6
PN	1,12 ± 0,02 b	1,25 ± 0,03 b	1,29 ± 0,04 a	1,25 ± 0,03 a
A/G	1,12 ± 0,02 b	1,17 ± 0,02 c	1,27 ± 0,03 a	1,28 ± 0,02 a
A	1,18 ± 0,02 ab	1,27 ± 0,02 ab	1,27 ± 0,03 a	1,27 ± 0,03 a
M	1,27 ± 0,04 a	1,37 ± 0,04 a	1,24 ± 0,07 a	1,31 ± 0,05 a

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre rotaciones ( $\alpha < 0,05$ )

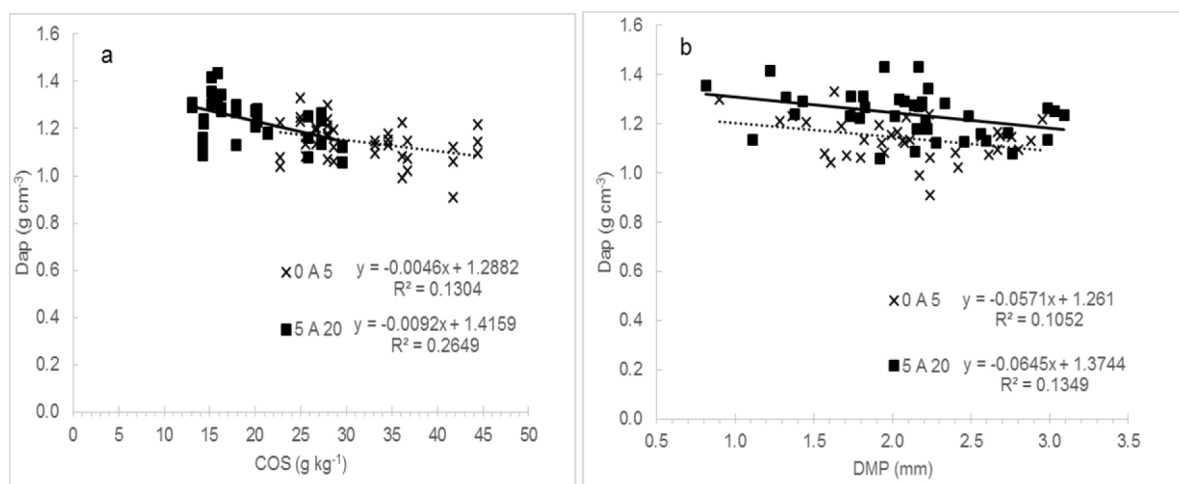


Figura 2. Densidad aparente (Dap) en función del carbono orgánico del suelo (COS) (a) y en función del Diámetro Medio Ponderado (DMP) (b) para las profundidades de 0 a 5 cm (cruces) y 5 a 20 cm (cuadrados).

### Stock de COS

Los stocks de  $\text{COS}_{\text{eq}}$  fueron similares entre PN, A/G y A, mientras que fueron 41,4 % menores ( $p < 0,05$ ) en la secuencia M que bajo PN (Tabla 4).

Novelli et al. (2013), también encontraron valores (0-0,3 m) de  $\text{COS}_{\text{eq}}$  29,4% inferiores entre PN respecto a lotes con elevada frecuencia de cultivos de soja. Por su parte, Fernández et al. (2011), solo hallaron diferencias atribuibles a las texturas (franco limosos > franco arenosos) pero no a las rotaciones (A vs A/G) en el  $\text{COS}_{\text{eq}}$  (0-0,2 m). Berhongaray et al. (2013) mencionan que los almacenes de  $\text{COS}_{\text{eq}}$  hasta 1 m de profundidad son fuertemente influenciados por el uso del suelo, pero las diferencias se dan solo en los 0,5 m superficiales.

En lotes con rotaciones PN, A/G o A, es esperable un mayor retorno de biomasa que en M, lo cual contribuye a mantener elevados los almacenes de  $\text{COS}_{\text{eq}}$  en las situaciones analizadas. Las mayores diferencias en COS respecto a otras subregiones pampeanas puede relacionarse con el halomorfismo y anegabilidad de los suelos estudiados, limitantes

importantes para el desarrollo vegetal, lo cual genera una menor producción de biomasa y por ende una menor captura de carbono (Wong et al., 2010).

Tabla 4.  $\text{COS}_{\text{eq}}$  en la capa 0-0,6 m para las cuatro rotaciones analizadas, expresado en  $\text{Mg ha}^{-1}$ .

Rotación	$\text{COS}_{\text{eq}}$ 0-0,6
PN	87,7 ± 13,5 a
A/G	91,1 ± 13,1 a
A	90,3 ± 13,4 a
M	51,4 ± 16 b

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre rotaciones ( $\alpha < 0,05$ ).

### CONCLUSIONES:

Los resultados obtenidos, permiten establecer que la agricultura bajo siembra directa y con rotación de cultivos y/o pasturas mantiene los contenidos de COS en niveles similares a los del pastizal natural. El monocultivo de soja causó descensos de los contenidos y stocks del COS. Los incrementos del COS generaron descensos de la Dap, e interesante de notar, mayores DMP solo en sistemas bajo pasturas. Con agricultura, el COS parece no ser suficiente para mantener la estabilidad de agregados, lo cual debiera considerarse en futuras normas de manejo de los suelos.

A partir de estos resultados, se puede recomendar la agricultura en éstos suelos siempre y cuando sean rotados adecuadamente o combinados con pasturas. El mayor deterioro se observa con monocultivo de soja.

### BIBLIOGRAFIA:

- Ansín, O. E., Oyhamburu, E. M., Hoffmann, E. A., Vecchio, M. C., & Ferragine, M. D. C. (1998). Distribución de raíces en pastizales naturales y pasturas cultivadas de La Pampa Deprimida Bonaerense y su relación con la biomasa forrajera. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 103(2), 141-148.
- Barbagallo, J. (1983). Las áreas anegables de la Pampa Deprimida. Un planteo agrohidrológico para su solución. Coloquio internacional sobre hidrología de grandes llanuras. 11 al 20 de Abril de 1983. Olavarría, Argentina (1). 73 pp.
- Berhongaray, G., Alvarez, R., De Paepe, J., Caride, C., & Cantet, R. (2013). Land use effects on soil carbon in the Argentine Pampas. *Geoderma*, 192, 97-110.
- Bronick, C. J., & Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1-2), 3-22.
- Bullock, D. G. (1992). Crop rotation. *Critical reviews in plant sciences*, 11(4), 309-326.
- Burke, W., Gabriels, D., & Bouma, J. (1986). Soil structure assessment: AA Balkema. *Rotterdam, Netherlands*, 30-31.
- Burke, I. C., Yonker, C. M., Parton, W. J., Cole, C. V., Schimel, D. S., & Flach, K. (1989). Texture, climate, and cultivation effects on soil organic matter content in US grassland soils. *Soil science society of America journal*, 53(3), 800-805..
- Castiglioni, M. G., Behrends Kraemer, F., & Morras, H. J. (2013). Efecto de la secuencia de cultivos bajo siembra directa sobre la calidad de algunos suelos de la Región Pampeana. *Ciencia del suelo*, 31(1).
- Caviglia, O. P., Sadras, V. O., & Andrade, F. H. (2011). Yield and quality of wheat and soybean in sole-and double-cropping. *Agronomy Journal*, 103(4), 1081-1089.
- Cosentino, D. J., & Chenu, C. (2008). Los microorganismos como controladores de la arquitectura del suelo. Condición física de los suelos y su relación con la fertilidad. *Buenos Aires*, 258-291.
- Cosentino, D., Chenu, C., & Le Bissonnais, Y. (2006). Aggregate stability and microbial community dynamics under drying-wetting cycles in a silt loam soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(8), 2053-2062.

Dexter, A. R., Czyż, E. A., Niedzwiecki, J., & Maćkowiak, C. (2001). Water retention and hydraulic conductivity of a loamy sand soil as influenced by crop rotation and fertilization. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 46(1-2), 123-133.

Diaz-Zorita, M., Buschiazzo, D. E., & Peinemann, N. (1999). Soil organic matter and wheat productivity in the semiarid Argentine Pampas. *Agronomy Journal*, 91(2), 276-279.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Fernández, P. L., Alvarez, C. R., & Taboada, M. A. (2011). Assessment of topsoil properties in integrated crop–livestock and continuous cropping systems under zero tillage. *Soil Research*, 49(2), 143-151.

Franzluebbers, A. J., Sawchik, J., & Taboada, M. A. (2014). Agronomic and environmental impacts of pasture–crop rotations in temperate North and South America. *Agriculture, ecosystems & environment*, 190, 18-26.

Gabioud, E. A., Wilson, M. G., & Sasal, M. C. (2011). Análisis de la estabilidad de agregados por el método de Le Bissonnais en tres órdenes de suelos. *Ciencia del suelo*, 29(2), 129-139.

Gardner, C. M., Laryea, K. B., & Unger, P. W. (1999). *Soil physical constraints to plant growth and crop production*. Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization.

Haynes, R. J., & Francis, G. S. (1993). Changes in microbial biomass C, soil carbohydrate composition and aggregate stability induced by growth of selected crop and forage species under field conditions. *Journal of Soil Science*, 44(4), 665-675.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1977. La Pampa deprimida. Condiciones de drenaje de sus suelos. Departamento de suelos del INTA. Publicación N° 152. Serie suelos. 162 pp.

Lal, R., Mahboubi, A. A., & Fausey, N. R. (1994). Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. *Soil Science Society of America Journal*, 58(2), 517-522.

Lal, R. (2005). World crop residues production and implications of its use as a biofuel. *Environment International*, 31(4), 575-584.

Le Bissonnais, Y. L. (1996). Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. *European Journal of soil science*, 47(4), 425-437.

Lee, J., Hopmans, J. W., Rolston, D. E., Baer, S. G., & Six, J. (2009). Determining soil carbon stock changes: simple bulk density corrections fail. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 134(3-4), 251-256.

Lipiec, J. (1990). *Soil Physical Conditions and Plant Roots*. CRC Press.

Lynch, J. (1995). Root architecture and plant productivity. *Plant physiology*, 109(1), 7.

Ministerio de Agroindustria de la Nación, 2018. <https://datos.agroindustria.gov.ar/>. Consultado el 12/11/2018.

Miglierina, A. M., Iglesias, J. O., Landriscini, M. R., Galantini, J. A., & Rosell, R. A. (2000). The effects of crop rotation and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region of Argentina. 1. Soil physical and chemical properties. *Soil and Tillage Research*, 53(2), 129-135.

Nafziger, E. D., & Dunker, R. E. (2011). Soil organic carbon trends over 100 years in the Morrow plots. *Agronomy journal*, 103(1), 261-267.

Novelli, L. E., Caviglia, O. P., Wilson, M. G., & Sasal, M. C. (2013). Land use intensity and cropping sequence effects on aggregate stability and C storage in a Vertisol and a Mollisol. *Geoderma*, 195, 260-267.

Oades, J. M. (1984). Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and soil*, 76(1-3), 319-337.

Paruelo, J. M., Guerschman, J. P., & Verón, S. R. (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia hoy*, 15(87), 14-23.

Paruelo, J. M., Guerschman, J. P., Piñeiro, G., Jobbagy, E. G., Verón, S. R., Baldi, G., & Baeza, S. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *agrocienca*, 10(2), 47-61.

- Rekik, F., Alcantara, V., & Wiese, L. (2017). Carbono orgánico del suelo: el potencial oculto. FAO.
- Silenzi, J. C., Puricelli, C. A., Echeverría, N. E., Grossi, T., & Vallejos, A. G. (2000). Degradación y recuperación de dos suelos de la Región Semiárida Pampeana Argentina como resultado de distintos usos y manejos. In XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.
- Studdert, G. A., Echeverria, H. E., & Casanovas, E. M. (1997). Crop-pasture rotation for sustaining the quality and productivity of a Typic Argiudoll. *Soil Science Society of America Journal*, 61(5), 1466-1472.
- Taboada, M. A., & Lavado, R. S. (1988). Grazing effects of the bulk density in a Natraquoll of the Flooding Pampa of Argentina. *Journal of Range Management*, 500-503.
- Tan, Z., Lal, R., Owens, L., & Izaurralde, R. C. (2007). Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice. *Soil and Tillage Research*, 92(1-2): 53-59.
- Tisdall, J. M., & Oades, J. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of soil science*, 33(2), 141-163.
- Vázquez, P., Masuelli, S., Platzeck, G., & Boolsen, O. (2008). Recurrencia de anegamiento en la depresión del río Salado: subcuenca B4. *Revista de Teledetección de la Asociación Española de Teledetección*, 30, 47-59.
- Wong, V. N., Greene, R. S. B., Dalal, R. C., & Murphy, B. W. (2010). Soil carbon dynamics in saline and sodic soils: a review. *Soil Use and Management*, 26(1), 2-11.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**IMPACTO DE LA PRESENCIA DE HORIZONTES PETROCÁLCICOS EN EL PROCESO DE SALINIZACIÓN DE PARCELAS FORESTADAS EN AMBIENTES DE LLANURA**

**Mujica C.R.<sup>1</sup>, G.M. Milione<sup>2</sup>, S.A. Bea<sup>3</sup>, J.E Gyenge<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> CONICET, IHLLA. Av. Rca de Italia 780, Azul, Buenos Aires, Argentina. - [cmujica@ihlla.org.ar](mailto:cmujica@ihlla.org.ar).

<sup>2</sup> CONICET, IHLLA y Cátedra de Dasonomía (UNCPBA). Av. Rca de Italia 780, Azul, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> CONICET, IHLLA. Av. Rca de Italia 780, Azul, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> CONICET - AER Tandil, EEA Balcarce INTA, Gral. Rodríguez 370 (7000), Tandil, Buenos Aires, Argentina.

**RESUMEN:** La llanura Pampeana naturalmente estuvo cubierta con pastizales y estos han sido reemplazados. Este cambio en el uso del suelo ha modificado los flujos hídricos y de solutos de estos sistemas. La forestación de estos pastizales aumenta el consumo de agua y sumados a la toma selectiva de solutos y exclusión ha generado salinización de los suelos. Una de las condiciones del modelo conceptual vigente para este proceso, es el acceso de la forestación a fuentes de agua freáticas. Por otro lado, la presencia de horizontes petrocálcicos es común en la llanura Pampeana, así como en otras regiones del mundo, y estos horizontes son considerados una barrera física para las raíces y el flujo de agua. El impacto de la forestación de pastizales sobre suelos con presencia de horizontes petrocálcicos no ha sido suficientemente estudiado. Para ampliar la comprensión de estos casos se monitorearon variables hidrológicas de un conjunto parcelas de pastizal y forestación apareadas, con niveles de horizontes petrocálcicos. Se desarrolló un modelo numérico basado en procesos físicos/biológicos y condiciones de contorno atmosféricas, con el objetivo de cuantificar los flujos hídricos y el origen del agua transpirada por la forestación. Los resultados del modelo sugieren desconexión hidráulica entre la forestación y el freático debido a la presencia del horizonte petrocálcico, con solo un ~13% de agua adquirida a través del horizonte petrocálcico. Se predicen largos períodos de estrés hídrico durante los momentos de gran demanda atmosférica, y consumo de agua por parte de la forestación está restringido a las porciones por encima del horizonte petrocálcico. Las tasas de transpiración fueron de (~700 mm/año) similar, o aun mayor a lo reportado en la zona. El horizonte petrocálcico reduce el drenaje profundo y almacena agua, permitiendo la actividad forestal y evita el acceso de las raíces al freático impidiendo la salinización.

**PALABRAS CLAVE:** forestación de pastizales, salinización, horizonte petrocálcico.

**INTRODUCCION:**

Los ambientes de llanura albergan importantes actividades económicas como es el caso de la región Pampeana (Carreño et al., 2012). El reemplazo de los pastizales por forestaciones ha ganado importancia en los últimos años debido a la gran demanda de productos forestales, al mercado de secuestro de carbono y, en particular en la región Pampeana, a los incentivos fiscales y financieros nacionales y provinciales (Wright et al., 2000). Esta práctica ha mostrado tener un efecto negativo sobre la fertilidad del suelo y ha generado una fuerte salinización (Herron et al., 2002; Jobbágy & Jackson, 2007; Nosetto et al., 2012; Paruelo et al., 2006; Ramankutty et al. 2018). Los árboles aumentan la demanda de agua por su mayor rugosidad aerodinámica, área foliar, intercepción de lluvia y desarrollo de raíces, y menor albedo (Calder, 1998; Jackson et al., 2001; Nosetto et al., 2012), esto revierte la recarga hidrológica neta que se daba en el pastizal y permite una descarga de agua subterránea que es la fuente de los solutos que se concentran dando origen a la salinización (Jobbágy & Jackson, 2004). En estos



ambientes con escasas pendientes topográficas, los flujos de agua son preferentemente verticales, y el escurrimiento es casi nulo (Varni & Usunoff, 1999). Además, estos sistemas se caracterizan por la presencia de heterogeneidades, como horizontes argílicos y petrocálcicos, que afectan la infiltración y el drenaje (Dietrich et al., 2014). Los horizontes petrocálcicos (conocidos también como “tosca”) están ampliamente distribuidos en estos sitios y son considerados habitualmente como una barrera física para el desarrollo de las raíces, y el flujo de agua (Pazos & Mestelan, 2002). La dinámica del flujo de agua en estos ambientes ha sido poco estudiada (Duniway et al., 2007, 2010) y algunos autores sugieren que estas capas almacenan agua que es usada por determinadas comunidades vegetales naturales (Herbel et al., 1972; Duniway et al., 2010). La distribución global, la importancia económica y el riesgo de degradación de los suelos en ambientes de llanura hacen que comprender su funcionamiento ecohidrológico sea de crucial importancia. Los modelos numéricos son una herramienta capaz de capturar los procesos físicos/biológicos en el continuo suelo-planta-atmósfera, que controlan el flujo de agua en estos ambientes (e.g., modelo MIN3P, Bea et al., 2012; Mayer et al., 2012). Estos resuelven las ecuaciones que controlan el flujo de agua y vapor, y el transporte de energía. El objetivo de este trabajo es aplicar estas herramientas numéricas al análisis del efecto de la presencia de la tosca en los flujos subsuperficiales de un pastizal forestado.

## MATERIALES Y MÉTODOS:

Este estudio se localizó en la subcuenca sur del arroyo Azul, entre 36°49'39" y 37°21'6" S, y entre 60° 9'10" y 59°45'53" W. El clima es templado húmedo a subhúmedo (Burgos & Vidal, 1951), las temperaturas rondan los 24 y 10 °C en verano e invierno, respectivamente. El suelo fue clasificado como Argiudol petrocálcico (Soil Survey Staff, 2014) y tiene un horizonte petrocálcico cementado desde 0.7m hasta 1.1 m de profundidad. Se estudió un conjunto de parcelas apareadas de pastizal y forestación. La parcela de pastizal espontáneo (Cabrera, 1976), está dominada por matas monoespecíficas de poáceas (*Paspalum quadrifarium*, *Stipa brachychaeta*, *Pithochaetium spp.*, *Mellica spp.*, *Bothriochloa laguroides*), y apiáceas (*Eryngium paniculatum*). La forestación de 7.8 ha fue plantada con *Eucalyptus viminalis* en 1999 con un marco de plantación de 2,5 por 3 m. Actualmente el 33% de los árboles se perdió por su alta densidad de plantación inicial, y por la ausencia de manejo, permaneciendo vivos actualmente ~893 árboles ha<sup>-1</sup>. El sotobosque es escaso, casi totalmente compuesto por *Cynodon dactylon*. En estas parcelas se midió, desde el 10 de diciembre del 2015 al 23 de febrero del 2017, la temperatura del aire ( $T_{at}$ ) y la humedad relativa (RH) en intervalos de una hora con sensor Cavadevices (modelo TC1047A, HIH4000 y 2K14; Cavadevices.com, Inc., CABA, Bs. As., AR). Las precipitaciones (P) y el flujo fustal se recolectaron con pluviómetro y embudo instalado en el tronco, respectivamente con intervalos de un mes. Esta información se complementó con datos de dos estaciones meteorológicas localizadas a 4.3 y 8.2 km (“La Chiquita” y “La Germania”, BDH, 2016). Por otro lado, en el mismo periodo se midió el contenido de agua (VWC, m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) y la conductividad eléctrica (EC<sub>1.2.5</sub>, dS m<sup>-1</sup>) del suelo; y conductividad eléctrica (EC<sub>wt</sub>) y nivel del freático, a intervalos de una hora con sensores Decagon (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA, US.). En el suelo los sensores se instalaron a 0.2 y 0.5 m de profundidad por duplicado en ambas parcelas y se validaron por el método gravimétrico una vez por mes durante todo el período. Las mediciones en el freático se hicieron en pozos encamisados con PVC de 6 m de profundidad.

Se midió el flujo de savia en 9 árboles mediante sensores de disipación de calor tipo Granier (ver Granier, 1987). Esta consiste de dos termocuplas instaladas en contacto con el xilema del árbol y separadas a 10 cm entre sí y a 1m de altura en el tronco, solo una de ellas se calienta, y el flujo de savia se calcula en base a la diferencia de temperaturas entre ellas. Estas mediciones se complementaron con mediciones del área basal (BA, m<sup>2</sup> de sección transversal de madera por hectárea) de la forestación para calcular la transpiración del rodal ( $Q_{T,S}$  mm día<sup>-1</sup>), las mediciones de BA se hicieron a través del método de Bitterlich (Bitterlich, 1948).

Se montó un modelo con el código MIN3P (para más detalle ver Bea et al., 2012 y Mayer et al., 2012) que abarca el mismo periodo que las mediciones y cuyo dominio consistió de un bloque de 5.4 m de profundidad con 6 capas correspondientes a los horizontes de suelo observados. En cada uno de estos horizontes, la textura se determinó por medio del método de Bouyoucos (1936), la densidad aparente se obtuvo de cilindros de volumen conocido de suelo sin disturbar. Por otro lado, las densidades de raíces se calibraron usando el modelo PEST (Doherty, 2016) acoplado a MIN3P, utilizando los valores observados de VWC y  $Q_T$  como punto de referencia. En la parte superior del modelo se impusieron condiciones atmosféricas medidas, mientras que los límites laterales se consideraron impermeables al flujo de agua y calor. Por otro lado, la radiación solar se calculó utilizando los datos de la estación meteorológica, y se escaló por un factor dado por la cobertura forestal del suelo. Esta se obtuvo a través de análisis de imágenes tomadas desde abajo del dosel, utilizando el software Image J. El nivel freático se impuso como nivel variable en el tiempo en el contorno inferior del dominio de acuerdo a las mediciones.

## RESULTADOS Y DISCUSION:

En el pastizal el VWC responde rápidamente a las lluvias tanto a 0.2m, como a 0.5m (Figura 1). En la forestación, VWC también respondió a los eventos de precipitación a 0.2 m, pero los valores alcanzados rápidamente decrecieron hasta el punto de marchitez permanente (WP, Figura 1) en el periodo invernal de escasas precipitaciones. A 0.5 m prácticamente los VWC no son perturbados por los eventos de lluvia en la forestación (Figura 1). Se observa un aumento del almacenamiento en el suelo de la parcela herbácea mientras que en la forestal se alcanza el WP y el agua disponible para las plantas es cercana a cero. Los niveles freáticos evolucionaron de manera similar en ambas parcelas, partiendo de ~3.8 m de profundidad al inicio y descendió durante todo el periodo monitoreado hasta ~5.4m de profundidad. Cabe destacar que no se observó una relación directa entre los niveles freáticos, y la presencia de la forestación. Respecto de las mediciones de  $Q_{T,S}$  solo se obtuvieron dos series cortas de mediciones y el promedio diario fue de ~3 mm día<sup>-1</sup> (entre 0.97 y 5.38 mm day<sup>-1</sup>), no se encontró correlación entre la radiación y el déficit de presión de vapor (resultados no mostrados), como sí ha sido encontrado en otros sitios de la región Pampeana (Engel et al., 2005). La conductividad eléctrica medida EC tanto en el suelo como en el freático no alcanzó valores perjudiciales para la mayoría de los cultivos comerciales y responde al VWC y la evaporación, la presencia de la forestación no generó cambios significativos (Figura 2).

Como resultado de la calibración de la distribución de raíces se obtuvo una mayor distribución en la superficie (93.23 % en los primeros 0.3 m y alcanzan 1.0 m de profundidad con un 0.5% en la capa de tosca) estas distribuciones son similares a los observados por otros autores (Lambais et al., 2017). El modelo capturó el comportamiento hídrico del sistema forestal respecto de las mediciones realizadas (VWC y  $Q_{T,S}$ ), representó tanto la respuesta del VWC a las lluvias, como los periodos de estrés (Figura 1). El balance hídrico del calculado se resume en la Tabla 1. Estos resultados se consiguieron con una rizósfera que prácticamente no atraviesa la capa de tosca, y por lo tanto sin hacer uso del freático. Esto se condice con la ausencia de correlación de  $Q_{T,S}$  con la variación del nivel freático y con el déficit de vapor. Esto indica que los horizontes petrocálcicos constituyen una barrera física para el flujo de agua y el crecimiento de las raíces, disminuyendo (e incluso impidiendo) su acceso al freático que en el periodo estudiado se mantuvo a una profundidad mayor a lo común para la región (Varni & Usunoff, 1999). En estas circunstancias el riesgo de salinización es escaso o nulo ya que la forestación se encuentra transpirando casi exclusivamente (un 87%) el agua proveniente de las precipitaciones. En este sentido el horizonte petrocálcico actúa como reservorio de agua (Duniway et al., 2010). Cabe aclarar que distribuciones de raíces que hipotéticamente alcancen el nivel freático darían como resultado mayores tasas de transpiración y mayores VWC que los observados.

Tabla 1. Balance hídrico calculado por el modelo (valores anuales)

Precipitaciones (mm)	Intercepción (mm)	Transpiración total (mm)	Tasa de transpiración media (mm/día)	Evaporación (mm)	Condensación (mm)	Uso de agua del freático (mm)	Flujo en el límite inferior <sup>a</sup> (mm)	Cambio en el almacenamiento del suelo <sup>a</sup> (mm)
695	133.64	722.64	1.97	149.55	78.09	91.52	-139.85	-372.6

<sup>a</sup> (-) = salidas da agua

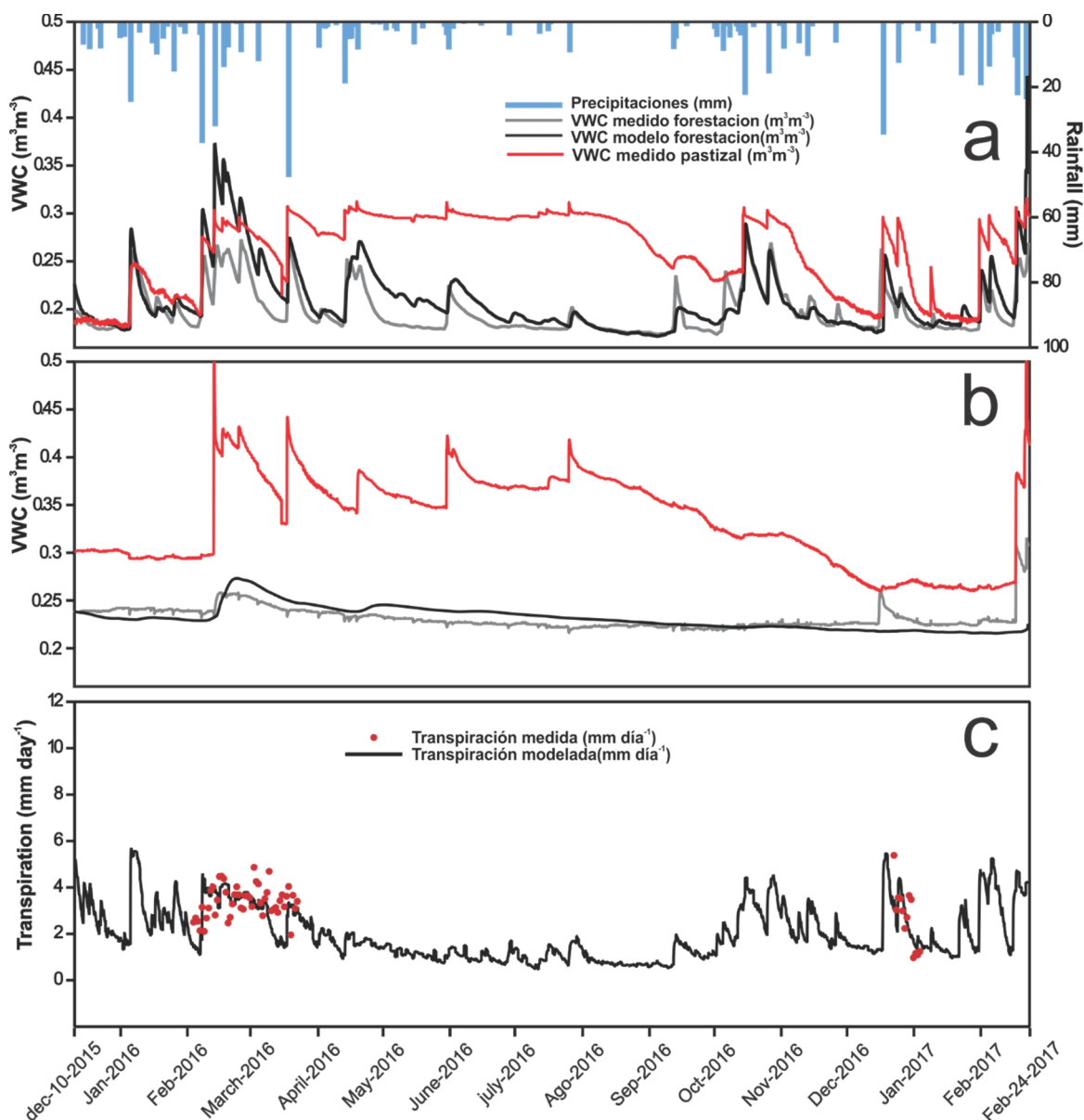


Figura 1. Resultados de mediciones y modelo. Contenido de agua (VWC) medido en pastizal y forestación a 0.2 y 0.5 m de profundidad; VWC modelado en la forestación a 0.2 y 0.5 m de profundidad; transpiración medida y modelada.

### CONCLUSIONES:

Los horizontes petrocálcicos son frecuentes en estos ambientes y constituyen una barrera de flujo de agua y tienen capacidad de almacenarla, la forestación probablemente utiliza este recurso dado el caso de que no puede acceder libremente a recursos hídricos más profundos. Se estableció y validó un modelo conceptual de funcionamiento hídrico para pastizales forestados en paisajes de llanura con la presencia de un horizonte petrocálcico. La

disponibilidad de agua y la improbable ocurrencia del proceso de salinización, permitirían el uso de estas áreas para la agricultura, pasturas e incluso la producción aceptable de madera.

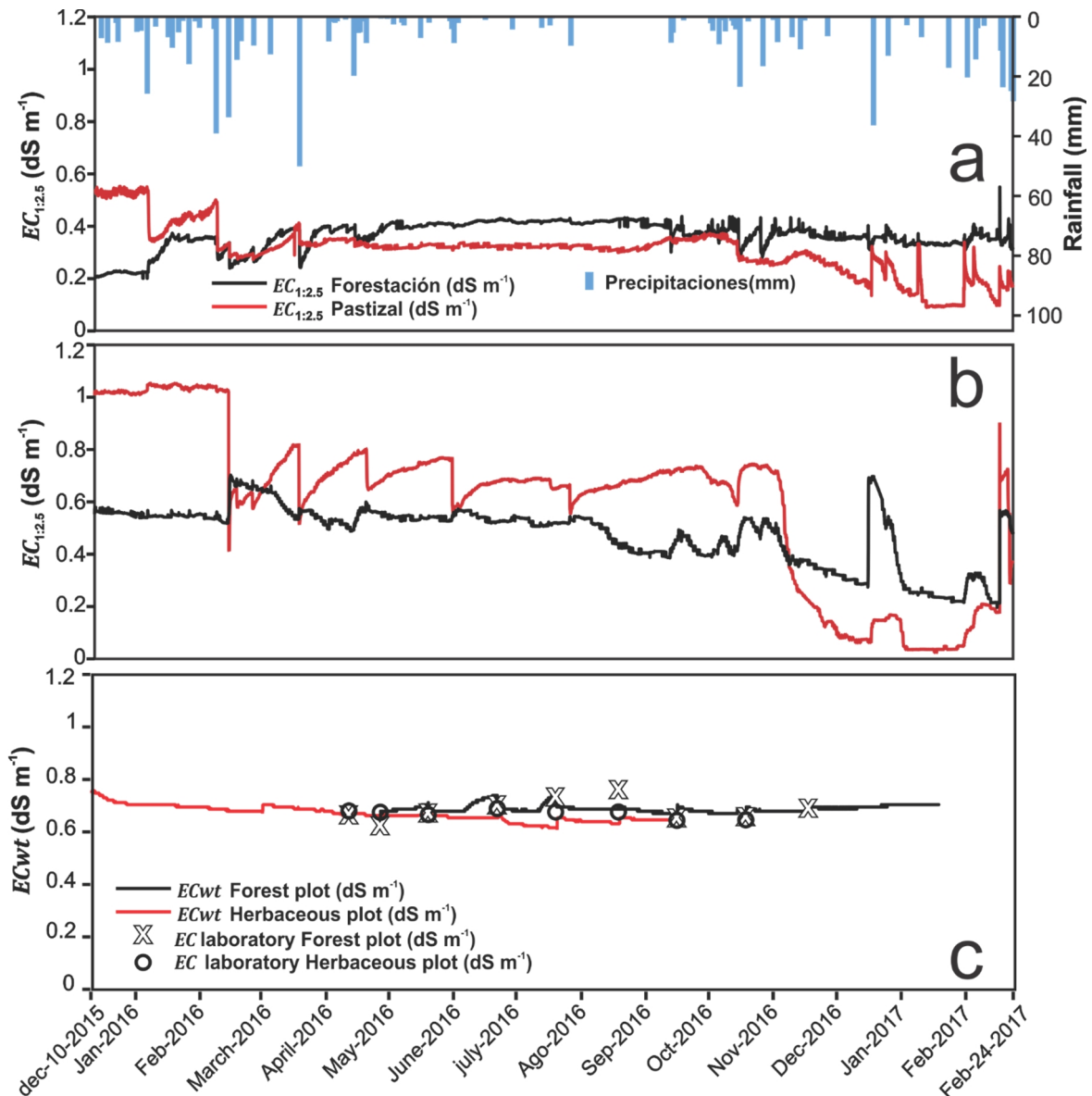


Figura 2. Conductividad eléctrica medida en pastizal y forestación a 0.2, 0.5 m de profundidad y en el freático.

#### BIBLIOGRAFIA:

- Carreño L, F C Frank & EF Viglizzo. 2012. Tradeoffs between economic and ecosystem services in Argentina during 50 years of land-use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 154, 68–77.
- Wright JA, A Dinicola & E Gaitan. 2000. Latin American forest plantations: opportunities for carbon sequestration, economic development, and financial returns. *Journal of Forestry*, 98(9), 20-23.
- Herron N, R Davis & R Jones. 2002. The effects of large-scale afforestation and climate change on water allocation in the Macquarie River catchment, NSW, Australia. *Journal of Environmental Management*, 65(4), 369–381.
- Jobbágy EG & RB Jackson. 2007. Groundwater and soil chemical changes under phreatophytic tree plantations. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 112(2), 1–15.

Nosetto MD, EG Jobbágy, AB Brizuela, & RB Jackson. 2012. The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 154, 2–11.

Paruelo JM, JP Guerschman, G Piñeiro, EG Jobbágy, SR Verón, G Baldi & S Baeza. 2006. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: Marcos Conceptuales Para Su Análisis. *Agrociencia*, 10, 47–61.

Ramankutty N, Z Mehrabi, K Waha, L Jarvis, C Kremen, M Herrero & LH Rieseberg. 2018. Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. *Annual Review of Plant Biology*, 69(1), annurev-arplant-042817-040256.

Jobbágy EG & RB Jackson. 2004. Groundwater use and salinization with grassland afforestation. *Global Change Biology*, 10(8), 1299–1312.

Calder IR. 1998. Water use by forests, limits and controls. *Tree Physiology*, 18(8\_9), 625–631.

Jackson RB, SR Carpenter, CN Dahm, DM McKnight, RJ Naiman, SL Postel & SW Running. 2001. WATER IN A CHANGING WORLD. *Ecological Applications*, 11(4), 1027–1045.

Varni MR & EJ Usunoff. 1999. Simulation of regional-scale groundwater flow in the Azul River basin, Buenos Aires Province, Argentina. *Hydrogeology Journal*, 7(2), 180–187.

Dietrich S, PA Weinzettel & M Varni. 2014. Infiltration and drainage analysis in a heterogeneous soil by electrical resistivity tomography. *Soil Science Society of America Journal*, 78(4), 1153–1167.

Duniway MC, JE Herrick & HC Monger. 2010. Spatial and temporal variability of plant-available water in calcium carbonate-cemented soils and consequences for arid ecosystem resilience. *Oecologia*, 163(1), 215–226.

Pazos SM & AS Mestelan. 2002. Variability of depth to tosca in udoll sand soil classification, Buenos Aires Province, Argentina. *Soil Science Society of America Journal*, 66, 1256–1264.

Duniway MC, JE Herrick & HC Monger. 2007. The High Water-Holding Capacity of Petrocalcic Horizons. *Soil Science Society of America Journal*, 71(3), 812.

Herbel CH, FN Ares & RA Wright. 1972. Drought Effects on a Semidesert Grassland Range. *Ecology*, 53(6), Bloor, J. M. G., Bardgett, R. D. (2012). *Stabili*.

Bea SA, SA Wilson, KU Mayer, GM Dipple, IM Power & P Gamazo. 2012. Reactive Transport Modeling of Natural Carbon Sequestration in Ultramafic Mine Tailings. *Vadose Zone Journal*, 11(2), 0.

Mayer KU, RT Amos, S Molins & F Gerard. 2012. Reactive Transport Modeling in Variably Saturated Media with MIN3P: Basic Model Formulation and Model Enhancements. *Groundwater Reactive Transport Models*, (January), 186–211.

Burgos JJ & AL Vidal. (1951). Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. *Meteoros* 1, 1–32.

Soil Survey Staff, 2014. *Keys to Soil Taxonomy* (12th Ed.). United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service.

Cabrera AL. 1976. *Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería*. Tomo II. Fascículo I. Regiones fitogeográficas Argentinas., second ed. Editorial Acme S.A.C.I, Buenos Aires.

Granier A. 1985. Une nouvelle methode pour la mesure du flux de seve brute dans le tronc des arbres. *Annales Des Sciences Forestieres*, 42(2)(2), 193–200.

Bitterlich W. 1948. Die Winkelzahlprobe. *Allg. forst- u. holzw. Ztg* 59, 4-5

Bouyoucos GJ. 1936. Directions for making mechanical analyses of soils by the hydrometer method. *Michigan Agricultural & Eperitmental Station*, 269, 225–229.

Doherty JE. 2016. *Model-independent Parameter Estimation User Manual Part I: Pest Sensan and Global Optimisers*. Watermark Numerical Computing, Brisbane, Australia, 390.

Engel V, EG Jobbágy, M Stieglitz, M Williams & RB Jackson. 2005. Hydrological consequences of Eucalyptus afforestation in the Argentine Pampas. *Water Resources Research*, 41(10), 1–14.

Lambais GR, C Jourdan, M de Cássia Piccolo, A Germon, RC Pinheiro, Y Nouvellon, ... JP Laclau JP. 2017. Contrasting phenology of Eucalyptus grandis fine roots in upper and very deep soil layers in Brazil. *Plant and Soil*, 1–18.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**¿LOS PURINES DE TAMBO AUMENTAN LA SALINIDAD DEL SUELO?**

**Heredia O.S.<sup>1</sup>, P. Cañada<sup>2</sup>, D. Medina<sup>3</sup>, E. Gronberger<sup>3</sup>, C. Raimondo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Cátedra Edafología, FAUBA, Av. San Martín 4453, CABA, [heredia@agro.uba.ar](mailto:heredia@agro.uba.ar)

<sup>2</sup> Cátedra de Nutrición y Alimentación Animal-FAUBA, Técnico I+D CREA [pcanada@crea.org.ar](mailto:pcanada@crea.org.ar)

<sup>3</sup>-Estudiantes de la carrera agronomía, FAUBA

**RESUMEN:** En Argentina, antes de las regulaciones específicas sobre el uso agronómico de los purines se pensaba en estos como efluentes sin valor, ni biológico, ni económico. Los purines contienen nutrientes orgánicos (MO, N y P) para aportar a los suelos sustituyendo las formas sintéticas. El uso agronómico de los purines sin el adecuado conocimiento de su composición al ser aplicado al suelo puede afectar su calidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto sobre la salinidad y el pH del suelo por la aplicación del purín a la siembra de un cultivo de maíz para silo. Se realizó un ensayo en un Argiudol abruptico serie Henry Bell, franco limoso del partido de Suipacha, Bs. As., se aplicaron 3 dosis de purines: D1=0, D2: 12.500 l/ha y D3: 25.000 l/ha. El purin fresco presentaba una CE media de 5,55 dS/m y un pH 6,45. Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0-20 cm a la siembra y a la cosecha del cultivo. Los resultados fueron analizados por un ANOVA y un test de comparación de medias apareadas. A partir de los mismos se encontró que existieron diferencias en los niveles de pH del suelo ( $p < 0,05$ ), aumentando el pH a la cosecha del cultivo, también hubo diferencias estadísticamente significativas para la CE entre siembra y cosecha ( $p < 0,0081$ ) siendo menor la CE al final del cultivo. No hubo diferencias entre los tratamientos (dosis) para pH y CE. Se concluye que los purines no aumentan la salinidad del suelo en este ensayo pero si aumento en el pH. Esto representa un ensayo de corto tiempo por lo que se recomienda analizar lo que ocurre en el suelo con aplicaciones repetidas de estos productos ya que presentan una CE que pueden a largo plazo afectar la química del suelo.

**PALABRAS CLAVE:** Argiudol, reuso de efluentes de tambo.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**MODELACIÓN DE PROCESOS DE SALINIZACIÓN EN SUELOS DE PASTIZALES  
FORESTADOS MEDIANTE TRANSPORTE REACTIVO**

**Mujica C.R.<sup>1</sup>, G.M. Milione<sup>2</sup>, S.A. Bea<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> CONICET, IHLLA. Av. Rca de Italia 780, Azul, Buenos Aires, Argentina. - [cmujica@ihlla.org.ar](mailto:cmujica@ihlla.org.ar).

<sup>2</sup> CONICET, IHLLA y Cátedra de Dasonomía (UNCPBA). Av. Rca de Italia 780, Azul, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> CONICET, IHLLA. Av. Rca de Italia 780, Azul, Buenos Aires, Argentina.

**RESUMEN:** La interacción entre las raíces y el agua del suelo es uno de los mecanismos que controlan los flujos de solutos en los ecosistemas. El reemplazo de la vegetación ha demostrado tener grandes efectos en los ambientes, así por ejemplo la forestación de pastizales generó, en muchos casos, salinización, sodificación y acidificación/alcalinización de los suelos. Los mecanismos que controlan esta interacción están acoplados de forma no lineal y su correcta evaluación es difícil ya que es necesario considerar un conjunto de procesos simultáneamente. En el presente trabajo se propone evaluar mediante un modelo numérico los procesos dominantes en los cambios químicos de un pastizal forestado emplazado sobre la Llanura Pampeana (Castelli, BA). Para este propósito, se utilizó información hidrológica y química de una transecta que incluye pastizal nativo y forestación de *Eucalyptus camaldulensis*. El modelo incluye, además de los procesos químicos y físicos del suelo, la intrusión de agua salina profunda, toma, exclusión y exudación de solutos por las raíces, respiración y bio-reciclaje de solutos. Esta metodología nos permitió reproducir cada uno de los mecanismos que actúan y a la vez determinar cuales son clave para el desarrollo del proceso de salinización. Los resultados del modelo muestran que la gran transpiración de la forestación arrastra hacia la superficie aguas subterráneas profundas con diferentes características químicas a las someras, y con potencial de salinizar el suelo. En el margen externo de la forestación, el agua que se transpira favorece la sodificación del suelo y alcalinización (pH ~9). En cambio, en el centro de la forestación, se genera acidificación del suelo (pH ~6). La salinización que se desarrolla aquí muestra gran dependencia de la hidrogeoquímica del sitio, aguas de distintas características químicas generaron impactos muy distintos en la fertilidad del suelo y difícilmente reversibles.

**PALABRAS CLAVE:** Salinización, Modelación del Transporte Reactivo

**INTRODUCCION:**

La intensificación en las actividades agropecuarias ha surgido como respuesta de la gran demanda de alimentos y productos primarios en el mundo (Lal, 2003; Ickowitz et al., 2019). Esta tendencia condujo a una alta presión sobre la productividad del suelo, con el consecuente cambio en el uso de este para adaptarlo a diferentes actividades con rentabilidad económica (p.ej., agricultura, silvicultura, etc.). Uno de estos cambios en el uso del suelo con impacto en la productividad de los mismos fue la transición entre pastizales y forestaciones (Fuchs et al., 2015; Ramankutty et al., 2018). La forestación de pastizales impacta localmente tanto el balance de agua del sistema, como el balance de solutos, y propiedades físico-químicas del suelo (Nosetto et al., 2007; Hong et al., 2018). Existen muchos trabajos que describen las causas y efectos derivados de estos cambios en los usos del suelo (Berthrong et al., 2009; Heuperman, 1999; Jackson et al., 2002; Jackson et al., 2009; Jobbágy & Jackson 2001-2007; Nosetto et al., 2007-2012), pero los procesos implicados no fueron lo suficientemente

estudiados desde el punto de vista cuantitativo y de manera comprensiva y simultánea (Hong et al. 2018).

Conocer y cuantificar los procesos que afectan la productividad de los suelos en función de su uso es crucial para una óptima gestión hídrica de las cuencas asociadas en donde se desarrollan estas actividades (Nosetto et al., 2007). Varios trabajos han tratado cualitativamente los potenciales mecanismos que controlarían la acidificación y salinización de los suelos en pastizales forestados. Dentro de estos mecanismos propuestos podemos citar: (1) la intrusión de agua profunda producto de la descarga inducida por la forestación (Heuperman, 1999; Jobbágy & Jackson, 2007); (2) la toma selectiva de nutrientes (Nye, 1981; Ae et al., 2001; Hong et al., 2018) y (3) exudación de solutos por parte de las raíces (Dakora & Phillips, 2002); (4) el reciclaje de solutos del sistema (Jobbágy & Jackson 2001, 2003); y (5) la mayor tasa de respiración en el suelo forestal (O'Connel, 1987; Epron et al., 2004). Para evaluar y/o predecir el impacto de la actividad forestal en estos ambientes, es necesario tener en cuenta un gran número de procesos físicos, químicos y biológicos que actúan acoplados. Considerando la complejidad y la no linealidad de estos procesos acoplados hace necesario hacer uso de herramientas numéricas que permitan capturar y validar estos mecanismos como los modelos de transporte reactivo (TR, van Breemen et al. 1983; Steefel et al, 2005). En la actualidad se han desarrollado varios modelos de TR que tienen los procesos acoplados mencionados anteriormente (Šimůnek & Hopmans, 2009; Mayer et al., 2012; Bea et al., 2012). Estos modelos de TR tienen en cuenta: (1) el flujo del agua y el transporte de solutos a través de la matriz del suelo; (2) procesos químicos como, por ejemplo, la formación de complejos acuosos, el intercambio catiónico, la disolución y precipitación de minerales, reacciones ácido/base, etc; (3) procesos de la rizósfera, tales como toma de agua y nutrientes, exudación y respiración (Hinsinger et al., 2005). Sin embargo, a pesar de la relevancia de estudiar con modelos los procesos asociados a la rizósfera de forestaciones freatófitas (p.ej., eucaliptos) acoplados a la química del suelo, los mismos no han sido estudiados hasta el momento.

El objetivo del presente trabajo es identificar y validar aquellos mecanismos y condiciones que conducen a los cambios químicos en el suelo en pastizales forestados haciendo uso del TR. El modelo de TR usado es MIN3P (Mayer et al., 2012; Bea et al., 2012) que ha sido modificado para tener en cuenta los fuertes desbalances eléctricos que tienen lugar en la rizósfera de las forestaciones. Este modelo ha sido aplicado a una típica parcela de pastizal forestada en la llanura Pampeana con evidencias de salinización de suelo (Castelli, Jobbágy & Jackson 2004, 2007, Engel et al., 2005).

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

La llanura Chaco-Pampeana es caracterizada por bajas pendientes topográficas, y el flujo de agua es preferencialmente vertical. Esto sumado al clima sub-húmedo a húmedo (800-1000 mm/año), resulta en un acuífero somero en toda la región (Tricart, 1973), y con un tipo de agua dominante del tipo HCO<sub>3</sub>-Na (Zabala et al., 2016). La zona de estudio del presente trabajo involucra una transecta de pastizal/forestación ubicada en la localidad de Castelli (-36°02.0', -57°50.3'). Consiste de 50 ha de *Eucalyptus camaldulensis* plantadas en 1951, en una matriz de pastizal típico de la Pampa Deprimida (Cabrera, 1976). Las precipitaciones medias en el sitio de estudio fueron de ~980 mm año<sup>-1</sup> y los niveles freáticos variaron entre ~0.45 y ~5.5 m de profundidad, ese segundo valor coincide con el valor de máxima profundidad observada alcanzada por las raíces (Jobbágy & Jackson, 2004). Cabe destacar que se observó un descenso del nivel freático debajo de la forestación, de ~30 a 70 cm respecto del nivel en el pastizal. La tasa de transpiración de la forestación es de ~2.16 mm día<sup>-1</sup> sostenida por un consumo de agua freática de ~290 a ~390 mm año<sup>-1</sup> (Engel et al., 2005). El pH de suelo varía a lo largo de la transecta, es de ~8 en el pastizal, ~9 en el margen exterior y ~6.5 en el centro de la forestación (Figura 2). De la misma manera, la química del suelo y del freático varía desde el pastizal hacia la forestación. El agua debajo de la forestación es ~5 veces más salina, con un mayor contenido en Cl y Na (Tabla1). En la química del suelo hay en promedio un ~20 % más de Na intercambiable, ~800 g m<sup>-2</sup> más de Cl y ~10 y ~30 más salinidad. La gran biomasa acumulada en la parcela forestal (~754 Mg ha<sup>-1</sup>) tiene una



composición química que difiere en sus proporciones respecto del suelo y agua subterránea, y refleja el efecto de la toma selectiva de nutrientes (información no mostrada).

El código utilizado para modelar las situaciones observadas en la forestación de esta transecta fue el MIN3P (Mayer et al., 2012; Bea et al., 2012) al cual se le incorporó una función de balanceo de cargas ya que la toma selectiva de nutrientes/solutos puede generar un desbalance eléctrico en la solución acuosa que es compensado por las raíces por medio de la exudación de un ion (p. ej.  $H^+/OH^-$ , en el presente trabajo), e internamente en MIN3P es calculado en el término  $Q_j^{a, ch}$  como:

$$Q_j^{a, ch} = F_{m, j} \cdot \left( 1 - \frac{\sum_i^{N_a} (Z_i C_i)}{\sum_i^{N_c} (Z_i C_i)} \right) \rho_r$$

Donde  $F_{m, j}$  es el flujo máximo de entrada de la  $j$ -ésima especie química ( $H^+/OH^-$ )  $Z_i$  y  $C_i$  son la carga eléctrica y concentración del  $i$ -ésimo ion, y  $N_a$ ,  $N_c$ , son el número total de aniones y cationes, respectivamente.

Los modelos de TR se construyeron con un dominio unidimensional basados en modelos de flujo previos en el mismo sitio de estudio (ver Engel et al., 2005; Jobbágy & Jackson, 2007). El dominio del modelo base consistió de un bloque de 30 m de profundidad de loess, y un área unitaria (1 m<sup>2</sup>). El mismo se discretizó en 19 capas, cada una con propiedades físico-químicas diferentes, se partió de las condiciones químicas iniciales similares al observado en la parcela de pastizal. La información de las propiedades físicas y químicas del suelo fueron recopiladas en trabajos previos cuyos detalles metodológicos pueden obtenerse en Jobbágy & Jackson (2003, 2004, 2007) y Engel et al. (2005). Asimismo, se completó la información necesaria para el cálculo de la curva de retención con el software Rosetta Lite v.1.1 (Schaap et al., 2001).

Las condiciones de contorno impuestas en el dominio en su parte superior son de flujo prescrito representando la precipitación media de lluvia, con su respectiva química recolectada en la superficie del suelo de la forestación, considerándose así el aporte de nutrientes/solutos reciclados (Jobbágy & Jackson 2003, 2007). En la parte inferior se impone un nivel fijo variable en el tiempo, que representa el freático (basado en mediciones y observaciones, ver Jobbágy & Jackson 2004 y Engel et al., 2005). Para contemplar la intrusión de aguas más profundas se calcularon mezclas con la química de Fm. Paraná (ver Carol et al., 2010). Para esto se partió de la química de 6 y 16 m encontradas en el pastizal mezclándolas con Fm. Paraná para que se aproximen a las proporciones químicas de las aguas encontradas en margen y centro de la forestación a 6 m, respectivamente (Tabla 1, se usó el modelo PHREEQC, Parkhurst & Appelo, 1999). La tasa de toma de nutrientes fue calibrada de acuerdo a las cantidades encontradas en la biomasa y se aplicó una tasa de liberación de CO<sub>2</sub> (O'Connell, 1982) para representar la respiración del suelo forestado.

Tabla 1 Composición química de las aguas medidas y calculadas.

Muestras	Posición (m)	EC (dS/m)	pH	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2+</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>2+</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>+</sup> mg/l	Na:Cl
Coletores de lluvia	100	0.00	5.91	0.71	0.18	0.53	0.59	0.71	0.10	0	0	1.15
Pastizal (6 m)	100	0.87	7.73	58	28	46	38	15	11	12	537	4.73
Pastizal (16 m)	100	1.24	7.77	40	26	161	34	70	36	14	725	3.55
Margen de forestación (6 m)	-50	2.02	7.96	31	36	250	42	264	104	76	752	1.75
Centro de forestación (6 m)	-150	4.21	7.26	186	112	478	23	1165	216	0	387	0.63
Mezcla MF <sup>b</sup>	-50	1.74 <sup>a</sup>	7.69	72	42	239	40	238	71	0	540	1.55
Mezcla CF <sup>b</sup>	-150	9.76 <sup>a</sup>	7.61	219	185	1646	85	2315	658	0	719	1.10
Formación Paraná <sup>c</sup>	-	26.5	7.01	719	678	6630	118	10700	2900	0	659	0.96

<sup>a</sup> calculadas según Miller et al., 1988. <sup>b</sup> Calculadas por modelación inversa con PHREEQC para asemejarse a las proporciones encontradas en margen y centro de la forestación. <sup>c</sup> Extraído de BDH, 2019. MF: Margen de la forestación. CF: Centro de la forestación.

## RESULTADOS Y DISCUSION:

En términos generales los modelos reprodujeron satisfactoriamente los potenciales procesos responsables de los cambios químicos observados en los suelos de parcelas forestadas, en particular en el sitio de estudio localizado en Castelli (Buenos Aires). Con respecto al modelo MF, la salinización (~30 veces), acumulación de Cl (~600 g m<sup>-2</sup>), PSI (~30%) y pH (~8), son consistentes con las observaciones en ese sector (Figura 1, parte superior). La mayor liberación de Ca en este escenario (es decir, desplazado del complejo de cambio, por el Na), induce una mayor precipitación de calcita (resultados no mostrados). Con respecto CFP, el aumento de la salinidad se mantuvo en ~40 veces, Cl- acumulado alcanzó ~800 g m<sup>-2</sup>, el PSI fue de ~10% y el pH del suelo ~6 (Figura 1, parte inferior). Cabe destacar que una menor relación molar Na:Cl (Tabla 1) tiene impacto directo en el control del pH ya que habría una compensación eléctrica por parte de la rizósfera por el exceso de aniones. Sin embargo, esta acidez generada por el desbalance eléctrico estaría controlada por la disolución de los carbonatos presentes en el sistema (resultados no mostrados).

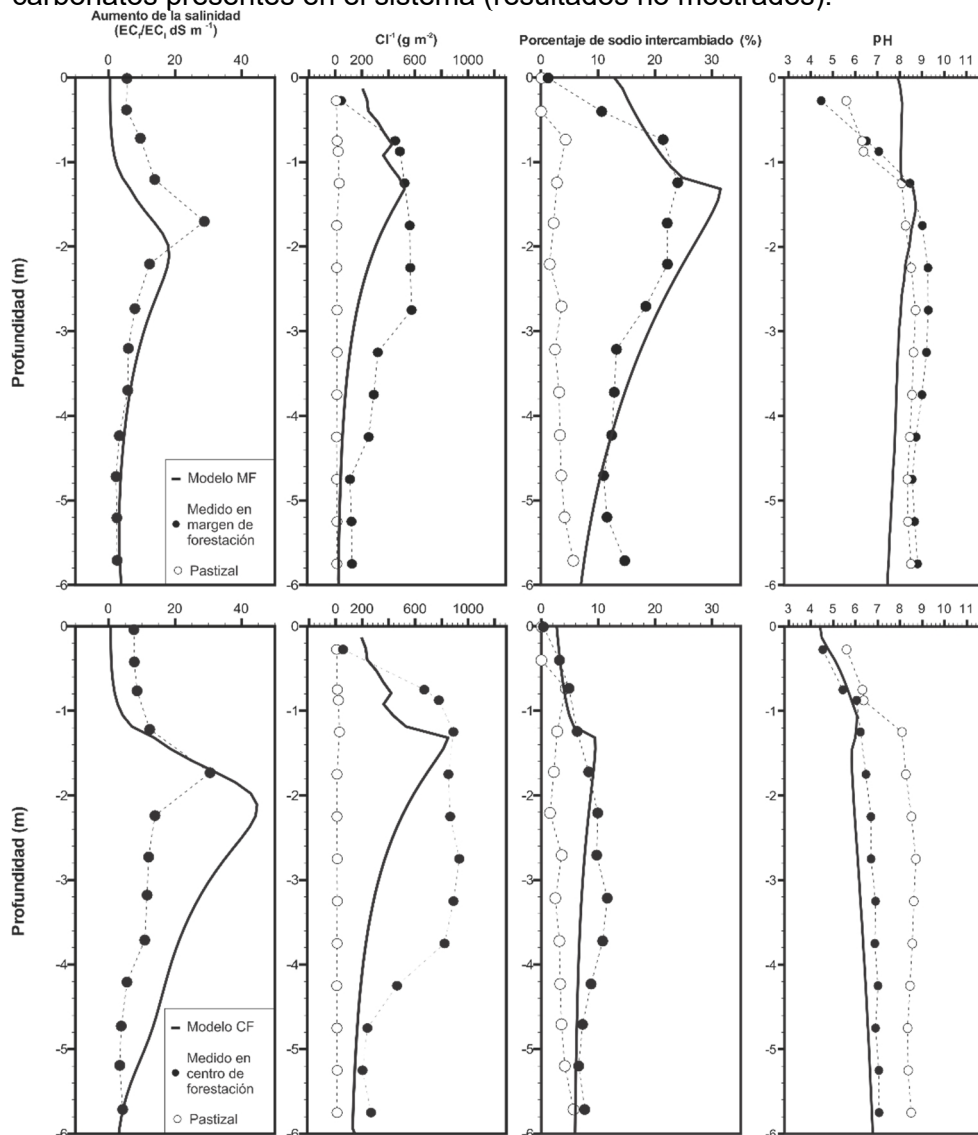


Figura 1. Resultados de modelación

La intensidad y el tipo de cambios químicos tanto en el margen como en el centro de la forestación son consecuencia del uso de agua subterránea por parte de las freatófitas (Jobbágy & Jackson 2007), y de las características hidroquímicas de estas. En este sentido, incluir mezcla con aguas de mayor salinidad (como la de la Fm. Paraná), presentan un mejor

ajuste en las variables químicas observadas (respecto de varios escenarios modelados, no mostrados aquí), y es consistente con los bajos contenidos de  $^3\text{H}$  medidos en el centro de la forestación por Jobbágy & Jackson (2007). Los resultados del modelo presentados en este trabajo sugieren que, además de los procesos de intercambio catiónico Na/Ca y disolución/precipitación de calcita, otros procesos como la exclusión, absorción selectiva de nutrientes y la exudación  $\text{H}^+/\text{OH}^-$  por parte de las raíces para compensar eléctricamente la solución acuosa serían los principales procesos responsables de los cambios químicos bajo la forestación.

### CONCLUSIONES:

Los modelos conceptuales presentados aquí fueron objeto de duda en muchos trabajos a lo largo de varias décadas. A través de la modelación numérica del TR ha sido posible capturar los complejos procesos acoplados suelo-raíz inducidos por el cambio en el uso del suelo entre pastizal y forestación. La salinización, acidificación y/o alcalinización de los suelos forestados, sólo se dan con una combinación de condiciones específicas, y los resultados de la modelación numérica sugieren que son principalmente controlados por la hidroquímica de las aguas subterráneas existente debajo de la forestación.

### BIBLIOGRAFIA:

- Ae N, J Arihara, K Okada & A Srinivasan. 2001. Plant Nutrient Acquisition. New BDH. 2019. Base de Datos Hidrológicos. Available at: <http://www.azul.bdh.org.ar>. (último acceso febrero, 2019).
- Bea SA, SA Wilson, KU Mayer, GM Dipple, IM Power & P Gamazo. 2012. Reactive Transport Modeling of Natural Carbon Sequestration in Ultramafic Mine Tailings. *Vadose Zone Journal*, 11(2), 0. Mayer KU, RT Amos, S Molins & F Gerard. 2012. Reactive Transport Modeling in Variably Saturated Media with MIN3P: Basic Model Formulation and Model Enhancements. *Groundwater Reactive Transport Models*, (January), 186–211.
- Berthrong ST, EG Jobbágy & RB Jackson. 2009. A global meta-analysis of soil exchangeable cations, pH, carbon, and nitrogen with afforestation. *Ecological Applications*, 19(8), 2228–2241. <https://doi.org/10.1890/08-1730.1>
- Cabrera AL. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería (2da. ed). Tomo II, Fase 1 ACME, Buenos Aires. 85 pp.
- Carol ES, EE Kruse & JL Pousa. 2010. Eco-hydrological role of deep aquifers in the Salado sedimentary basin in the Province of Buenos Aires, Argentina. *Environmental Earth Sciences*, 60(4), 749–756. <https://doi.org/10.1007/s12665-009-0212-4>
- Dakora FD & DA Phillips. 2002. Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments, 35–47.
- Engel V, EG Jobbágy, M Stieglitz, M Williams & RB Jackson. 2005. Hydrological consequences of Eucalyptus afforestation in the Argentine Pampas. *Water Resources Research*, 41(10), 1–14.
- Fuchs R, M Herold, PH Verburg, JGPW Clevers & J Eberle. 2015. Gross changes in reconstructions of historic land cover/use for Europe between 1900 and 2010. *Global Change Biology*, 21(1), 299–313. <https://doi.org/10.1111/gcb.12714>
- Heuperman A. 1999. Hydraulic gradient reversal by trees in shallow water table areas and repercussions for the sustainability of tree-growing systems. *Agricultural Water Management*, 39(2–3), 153–167. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(98\)00076-6](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(98)00076-6)
- Hinsinger P, GR Gobran, PJ Gregory & WW Wenzel. 2005. Rhizosphere geometry and heterogeneity arising from root mediated physical and chemical processes. *New Phytologist*, 168, 293–303.
- Hong S, S Piao, A Chen, Y Liu, L Liu, S Peng, ... J Peñuelas. 2018. Afforestation neutralizes soil pH. *Nature Communications*, (2018), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-02970-1>
- Ickowitz A, B Powell, D Rowland, A Jones & T Sunderland. 2019. Agricultural intensification, dietary diversity, and markets in the global food security narrative. *Global Food Security*, 20(February 2018), 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.11.002>

Jackson RB, JL Banner, EG Jobbágy, WT Pockman & DH Wall. 2002. Ecosystem carbon loss with woody plant invasion of grasslands, 277(July), 2000–2003.

Jackson RB, R Avissar, EG Jobbágy, SB Baidya Roy, D J Barrett, ... BC Murray. 2009. Trading Water for Carbon with Biological Carbon Sequestration., 1944(2005).

Jobbágy EG & RB Jackson. 2001. The distribution of soil nutrients with depth : Global patterns of the imprint of plants. *Biogeochemistry*, 53, 51–77.

Jobbágy EG & RB Jackson. 2003. Patterns and mechanisms of soil acidification in the conversion of grasslands to forests. *Biogeochemistry*, 64(2), 205-229.

Jobbágy EG & RB Jackson. 2004. Groundwater use and salinization with grassland afforestation. *Global Change Biology*, 10(8), 1299–1312.

Jobbágy EG & RB Jackson. 2007. Groundwater and soil chemical changes under phreatophytic tree plantations. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 112(2), 1–15.

Lal R. 2003. Offsetting global CO<sub>2</sub> emissions by restoration of degraded soils and intensification of world agriculture and forestry. *Land Degradation and Development*, 14(3), 309–322. <https://doi.org/10.1002/ldr.562>

Nosetto MD, EG Jobbágy, AB Brizuela & RB Jackson. 2012. The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 154, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.01.008>

Nosetto MD, EG Jobbágy, T Tóth & CM Di Bella. 2007. The effects of tree establishment on water and salt dynamics in naturally salt-affected grasslands. *Oecologia*, 152(4), 695–705.

Nosetto MD, EG Jobbágy, T Tóth & RB Jackson. 2008. Regional patterns and controls of ecosystem salinization with grassland afforestation along a rainfall gradient. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(2), 1–12. <https://doi.org/10.1029/2007GB003000>

Nye PH. 1981. Changes of pH across the rhizosphere induced by roots. *Plant and Soil*, 61(1–2), 7–26. <https://doi.org/10.1007/BF02277359>

O’Connell AM. 1987. Litter decomposition, soil respiration and soil chemical and biochemical properties at three contrasting sites in karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) forests of southwestern Australia. *Australian Journal of Ecology*, 12(1), 31–40.

Epron D, Y Nouvellon, O Roupsard, W Mouvondy, A Mabilia, L Saint-André, ... O Hamel. 2004. Spatial and temporal variations of soil respiration in a *Eucalyptus* plantation in Congo. *Forest Ecology and Management*, 202(1–3), 149–160.

Parkhurst DL & CAJ Appelo. 1999. User’s guide to PHREEQC (version 2)—a computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations. *Water-resources investigations report*, 99(4259), 312.

Perspectives. Springer, Tokyo, Berlin

Ramankutty N, Z Mehrabi, K Waha, L Jarvis, C Kremen, M Herrero & LH Rieseberg. 2018. Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. *Annual Review of Plant Biology*, 69(1), annurev-arplant-042817-040256.

Schaap M G, FJ Leij & MT Van Genuchten. 2001. Rosetta: A computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. *Journal of Hydrology*, 251(3–4), 163–176. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00466-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00466-8)

Šimůnek J & JW Hopmans. (2009). Modeling compensated root water and nutrient uptake. *Ecological Modelling*, 220(4), 505–521.

Steefel CI, CAJ Appelo, B Arora, D Jacques, T Kalbacher, O Kolditz, ... GT Yeh. 2015. Reactive transport codes for subsurface environmental simulation. *Computational Geosciences* (Vol. 19).

Tricart JL. 1973, *Geomorfología de la Pampa Deprimida: Base Para los Estudios Edafológicos y Agronómicos*, Colección Cient., vol. 12, 202 pp., Inst. Nac. Tecnol. Agropecuaria, Buenos Aires.

van Breemen N, J Mulder & CT Driscoll. 1983. Acidification and alkalinization of soils. *Plant and Soil*, 75(3), 283–308.

Zabala ME, S Martínez, M Manzano & L Vives. 2016. Groundwater chemical baseline values to assess the Recovery Plan in the Matanza-Riachuelo River basin, Argentina. *Science of the Total Environment*, 541, 1516–1530. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.006>



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**PRACTICAS CORRECTORAS DE SUELO BAJO RIEGO COMPLEMENTARIO**

**Steinbach H.S.<sup>1\*</sup>, C.R. Alvarez<sup>1</sup>, H. Rimski-Korsakov<sup>1</sup>, E. Sabatté<sup>1</sup>, J. Rosso Alba<sup>1</sup>, A. Gonzalez<sup>1</sup>, F. Mayol<sup>1</sup>, G. Peralta<sup>2</sup>, F. Lodos**

<sup>1</sup>Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, FAUBA.

<sup>2</sup>CONICET. \*Contacto: steinbac@agro.uba.ar

**RESUMEN:** El objetivo del trabajo fue evaluar el impacto de la aplicación de yeso agrícola y una labranza mínima sobre las propiedades físicas edáficas y rendimiento de maíz bajo riego complementario en el Sudoeste Bonaerense. Se seleccionó un lote, considerando que presentaba problemas de compactación subsuperficial con valores moderados de PSI y RAS. Se establecieron los siguientes tratamientos: 1) Laboreado con rastra, 2) laboreado y aplicación de 1000 kg de yeso ha<sup>-1</sup>, 3) laboreado y aplicación de 1500 kg de yeso ha<sup>-1</sup> y 4) laboreado y aplicación de 2000 kg de yeso ha<sup>-1</sup>. El yeso se aplicó al voleo incorporándose con labranza un mes antes de la siembra del maíz. A los dos meses, se tomaron muestras de suelo de los estratos de 0-10 y 10-20 cm y se determinó: pH, conductividad eléctrica (CE) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Se midió infiltración, resistencia a la penetración (RP) (0-5, 5-10, 10-15 y 15-20 cm), densidad aparente (Dap) y humedad gravimétrica (HG) (0-5 y 10-15 cm). En madurez de cosecha se determinó el rendimiento de maíz. Los datos se analizaron con ANVA y test de Tukey (P<0.05). Los análisis químicos de suelo (promedio de los 3 bloques y tratamientos) del estrato 0-10 cm fueron: pH 6,33, CE 1,55 dS/m, PSI 3,36% y RAS 1,58; para el estrato 10-20 cm: pH 6,98, CE 0,53 dS/m, PSI 4,61% y RAS 3,03. La RP, la infiltración y el rendimiento del cultivo de maíz (11 t ha<sup>-1</sup>, promedio) no se afectaron por ninguno de los tratamientos. La falta de respuesta al laboreo y al yeso puede estar asociada a que el sitio del lote seleccionado para el ensayo no presentaba, previamente a la aplicación de los tratamientos, niveles críticos de PSI, RAS, CE y pH que pudieran afectar las propiedades evaluadas y el rendimiento del maíz.

**PALABRAS CLAVE:** yeso, propiedades físicas, laboreo, riego



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**PRODUCCION DE BIOMASA DE *Panicum coloratum* Y *Chloris gayana* PURAS Y EN MEZCLA EN UN BAJO ALCALINO SODICO DE LA PAMPA DEPRIMIDA**

**Pesqueira J.<sup>1</sup>, J. Otondo<sup>2</sup>, A.E. Villordo<sup>3</sup>, M. Corlito<sup>3</sup>, A.E. De Loof<sup>4</sup>, M.D. García<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Docente-Investigador, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Lomas de Zamora. [julietapesqueira@gmail.com](mailto:julietapesqueira@gmail.com)

<sup>2</sup> Técnico Chacra Experimental Integrada Chascomús - Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires.

<sup>3</sup> Becarios (CIN y CIC), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Lomas de Zamora.

<sup>4</sup> Alumno colaborador de proyecto de investigación. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Lomas de Zamora.

**RESUMEN:** *Panicum coloratum* (Pc) y *Chloris gayana* (Cg) son gramíneas perennes subtropicales con tolerancia a varios factores de estrés abiótico que ya han sido evaluadas en la región de la Pampa Deprimida. Sin embargo, la posibilidad de consociarlas con otras especies que aporten calidad y disponibilidad durante el año es el objetivo que nos planteamos en este trabajo. Los tratamientos consistieron en la siembra de Cg cv. Katambora (CgK) y Pc cv. KleinVerde (PcKV), puras y en mezcla con *Lotus tenuis* (Lt), *Melilotus alba* (Ma) ó *Thinopyrum ponticum* (Tp), en un suelo bajo alcalino-sódico (pH= 8,95±0,24; PSI= 26,2±2,32 %; Ce<sub>s</sub>= 0,35±0,03 dS.m<sup>-1</sup>). El experimento fue un DCA con estructura factorial de dos especies principales (CgK y PcKV) por cuatro combinaciones de especie acompañante (Ninguna, Lt, Ma y Tp), con tres repeticiones (parcelas de 6 m<sup>2</sup>). Los datos se expresan como la media ± EEM (Tukey, p≤0,05). En el período desde la siembra (28-11-2018) hasta la última cosecha (17-4-2019) se registraron 437 mm de precipitaciones acumuladas y un promedio de 20,2 °C de temperaturas medias mensuales. A los 75 días desde la siembra (dds), los porcentajes de cobertura de las especies principales CgK y PcKV no mostraron diferencias (p=0,8353), siendo los mismos de 61,7±6,89 % y 59,7±6,55 %, respectivamente. Las especies acompañantes estuvieron presentes en todas las parcelas en las que se sembraron, con un promedio general de cobertura de 14,4 %, sin diferencias entre tratamientos (p=0,6928). Solamente el factor especie principal produjo diferencias en la biomasa seca total (p=0,0134); las parcelas de CgK en promedio produjeron 2540,36±242,68 kg ha<sup>-1</sup> y las de PcKV 1548,94±257,4 kg ha<sup>-1</sup>.

**PALABRAS CLAVE:** COBERTURA-BIOMASA-MEZCLAS



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE P SOLUBLE EN AGUA SUBTERRÁNEA Y  
PARÁMETROS DE SALINIDAD**

**Tarditti A.J.<sup>1</sup>, M. Cueva Tacuri<sup>2</sup>, O.S. Heredia<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Becario doctoral UBA. Edafología-FAUBA.

<sup>2</sup> Estudiante Programa Maestría en Cs. del Suelo, EPG-FAUBA.

<sup>3</sup> Profesora Edafología, UBA. Av. San Martín 4453, CABA. heredia@agro.uba.ar.

**RESUMEN:** Con el objetivo de estudiar si existe una relación entre el contenido de P soluble en agua y los dos parámetros más importantes indicadores de salinidad como son el pH y el contenido de sales (CE), se analizaron aguas de 15 freáticos ubicados en diferentes posiciones del paisaje Loma (L), Media Loma (ML) y Bajo (B) de 3 establecimientos (n=15), con igual secuencia del paisaje del Departamento de Unión, Córdoba. La CE y el pH fueron medidos por potenciometría y el P por Murphy y Riley. Los valores de CE de las aguas variaron entre 2,58 y 28 dS.m<sup>-1</sup>, el pH fue de 7,4 a 8,3; el contenido de P soluble varió entre 0,025 y 1,4 ppm. Del análisis de regresión realizados en todas las muestras, no se encontró relación lineal entre los contenidos de P, pH y CE, sin embargo entre pH y P hay una tendencia positiva entre ambos parámetros (R<sup>2</sup>:0,99; p<0,05). En las ML, existió una regresión lineal negativa entre P y CE, la pendiente de la recta indica que hay una disminución de 0,5 ppm por cada aumento de 3,62 dS.m<sup>-1</sup> en la CE. Analizadas las aguas de los bajos por separado al resto de las posiciones del paisaje, estos indican que el P no está explicado ni por la CE y el pH, no hubo correlaciones entre las variables analizadas.

**PALABRAS CLAVE:** haplustoles, conductividad eléctrica, pH en agua.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**RELACIÓN ENTRE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CLORUROS EN SUELOS Y AGUAS DE AMBIENTES SALINOS**

**Tarditti A.J.<sup>1</sup>, A.N. Martinez Soto<sup>1</sup>, O.S. Heredia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Catedra de Edafología, Fac de Agronomía-UBA. Av San Martín 4453, 1417. C.A.B.A.  
Email: [andrestarditti@gmail.com](mailto:andrestarditti@gmail.com), [heredia@agro.uba.ar](mailto:heredia@agro.uba.ar)

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo fue estudiar la relación entre la conductividad eléctrica (CE) y cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) en suelos y aguas del acuífero freático (AF). Se tomaron muestras de suelos de bajos salinos del Sudeste de Córdoba diferenciados por la vegetación predominante, Gramon (GR), donde domina *Cynodon dactylon*, Salino (Sal) donde la *Salicornia* sp es la dominante con baja cobertura y costra salina, y el Bajo (BJ) donde domina *Distichlis* sp. En estas tres situaciones se tomaron muestra de suelos en perfil, cada 5 cm hasta los 20 cm de profundidad y luego cada 20 cm hasta alcanzar la napa. En el AF las muestras fueron recolectadas con baileros en freáticos previamente instalados. Se determino en el extracto de saturación de suelo CE (potenciometría) y  $\text{Cl}^-$  (método de Mohr), realizando las mismas determinaciones en AF. Con los datos obtenidos se calculó la relación entre CE y  $\text{Cl}^-$ . Los resultados indican un comportamiento diferencial entre los tres sitios analizados. En cuanto a la distribución de la CE en el suelo del GR aumenta en profundidad de  $0,72 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  hasta  $6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . El SAL tiene una alta conductividad desde la superficie  $24,4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y disminuye en profundidad  $6,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . El BJ tiene una alta conductividad desde la superficie  $15,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  siendo errática su distribución hasta la napa. Con respecto a los  $\text{Cl}^-$ , su distribución es igual a la CE, lo que varía es  $\text{CE}/\text{Cl}^-$ , esta se comporta en un rango semejante (0,16 y 0,23) en las muestras muy salinas independientemente de la posición en el paisaje. En las muestras de GR superficial este rango es mayor (0,38 a 0,41). Las aguas presentan altas CE variando de  $10,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  en SAL a  $14,25 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  en BJ y una relación  $\text{CE}/\text{Cl}^-$  semejante a los suelos salinos. Como conclusión podemos decir  $\text{CE}/\text{Cl}^-$  podría ser promisoria en el análisis de los suelos salinos.

**PALABRAS CLAVE:** Haplustol, Sureste de Córdoba, extracto de saturación.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**RELACIONES ENTRE LOS ESTADOS DE GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLANTAS JÓVENES DE CULTIVARES DE CANOLA PARA LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD, Y ROL DE LA PROLINA**

**Fabricius H.<sup>2</sup>, M. Sáinz<sup>2</sup>, M. Di Paolo<sup>3</sup>, G.Eyherabide<sup>1</sup>, J. Lúquez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata. - jeluquez@mdp.edu.ar

<sup>2</sup> Graduadas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

<sup>3</sup> Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

**RESUMEN:** La canola es la tercera oleaginosa en importancia de acuerdo a la demanda mundial, después de la soja y la palma. En Argentina, tercer país con mayor superficie de suelos afectados por halomorfismo en el mundo, se lo consideró una opción alternativa al trigo para realizar dos cultivos en el año. Es necesario conocer la respuesta varietal cuando los cultivares se siembran y transcurre su estado juvenil en sustratos salinos. Se realizaron dos ensayos en condiciones controladas. En el primero se sembraron 11 cultivares en diferentes concentraciones salinas y se determinaron variables asociadas a la germinación. En el segundo se sembraron cinco cultivares y se determinaron variables asociadas a plantas jóvenes en crecimiento en 0 y 120 mM NaCl. Los cultivares Solar Cl, Inspiration y Bioaureo 2486 coincidieron en ambos ensayos. Se determinó prolina en parte aérea y raíz de plantas jóvenes. Los tres cultivares germinaron normalmente hasta 160 mM de NaCl. Inspiration y Solar Cl presentaron los pesos fresco y seco más altos en germinación, en tanto Bioaureo 2486 y Solar CL lo hicieron en plantas jóvenes. La raíz fue más afectada por la sal que la parte aérea en ambos estados. Solar CL e Inspiration florecieron bajo tratamiento salino y el primero tuvo el mayor contenido de prolina en la parte aérea. Bioaureo 2486 presentó el mayor peso seco y contenido de prolina de la raíz así como diámetro del tallo, y junto a Inspiration, los mayores pesos secos aéreos e integridad de membranas. Solar y Bioaureo 2486, alcanzaron el mayor peso fresco de raíz. Los resultados hallados en los tres cultivares en ambos estados apoyaría el hecho de que la tolerancia a la salinidad está genéticamente determinada y podría estar relacionada entre estados, siendo una herramienta valiosa para seleccionar germoplasmas tolerantes.

**PALABRAS CLAVE:** salinidad, canola, variabilidad, prolina.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**RELACIÓN ESPACIAL ENTRE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA APARENTE, PROPIEDADES EDÁFICAS Y PRODUCCIÓN FORRAJERA EN SUELOS GANADEROS**

**Cicore P.L.<sup>1,2</sup>, J.L. Costa<sup>2</sup>, N.R. Peralta<sup>3</sup>, M. Castro Franco<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Balcarce, Ruta Nacional 226 km 73,5, C.C.276, CP 7620, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata (FCA- UNMdP), Ruta Nacional 226 km 73,5, C.C.276, CP 7620, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Bayer Crop Science, Market Development. Ruta 188 Km 77, CP 2700, Pergamino, Argentina.

<sup>4</sup> Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Calle 58 norte No. 3BN-110, Cali, Colombia.

**RESUMEN:** Los suelos ganaderos presentan una elevada heterogeneidad que provoca variabilidad en la producción de forraje. Los objetivos fueron determinar, a escala de lote, si la relación entre conductividad eléctrica aparente (CEa) y propiedades edáficas, permite delimitar zonas de manejo potenciales (ZMP) y evaluar si estas se relacionan, en primavera y otoño, con la variación espacial de la producción de forraje de una pastura de festuca alta creciendo con y sin limitantes de nitrógeno (N). En un lote de 5,75 ha se midió la CEa y se georreferenciaron 43 áreas de muestreo (AM) donde se determinaron propiedades edáficas. Además, en cuatro rebrotes, se marcaron dos parcelas en cada AM y se aplicaron dos tratamientos: N0 (sin aplicación de N) y N250 (250 kg ha<sup>-1</sup> de N) para determinar la biomasa seca acumulada (BA). La salinidad y el % de arena fueron las variables que más explicaron la variabilidad de la CEa ( $R^2=0,67$ ). Para el lote bajo estudio se delimitaron dos ZMP hallándose, durante los rebrotes primaverales, diferencias significativas entre estas en la BA. Por lo tanto, la CEa podría ser usada para delimitar ambientes, no solo por su estrecha relación con propiedades edáficas sino también porque las ZMP muestran diferente producción de forraje, tanto en condiciones nutricionales potenciales como con deficiencias de N. Sin embargo, este comportamiento no se manifestó en los rebrotes otoñales.

**PALABRAS CLAVE:** Festuca alta, manejo por ambientes, sistemas de información geográfica.

**INTRODUCCION:**

La pampa deprimida se caracteriza por una serie de restricciones edáficas (e.g: salinidad, alcalinidad, escasa profundidad del horizonte A, presencia de horizonte Bt, etc.) y topográficas que restringen el normal crecimiento de los cultivos (Taboada *et al.*, 1999). Por lo tanto, estos ambientes suelen destinarse a la cría vacuna en base a pastizales naturales o pasturas implantadas.

Los suelos de esta región, a nivel de lote, presentan una elevada heterogeneidad edáfica (Cicore *et al.*, 2015) que provocaría variabilidad espacial en la producción de forraje. Los factores que influyen en esta variabilidad son varios. Por lo tanto, el análisis de estos y sus interacciones es dificultoso. Por ejemplo, la disponibilidad deficitaria de nitrógeno (N) podría provocar que ambientes con diferente potencial, debido a la variabilidad intralote de otras propiedades edáficas, manifiesten una respuesta similar.

Por otra parte, la complejidad edáfica de estos suelos no sólo implica diferencias espaciales en la capacidad de producir forraje sino también en la eficiencia en el uso de los recursos o insumos utilizados, generándose así la necesidad de ajustar prácticas de manejo. En este

contexto, la delimitación de zonas de manejo potenciales (ZMP), la cuales son áreas dentro de un lote con potenciales de producción diferentes (Bullock & Bullock, 2000), sería el primer paso para realizar un uso más eficiente de recursos. La conductividad eléctrica aparente (CEa) del suelo, la cual se define como la capacidad que tiene el suelo para conducir la corriente eléctrica, sería un parámetro confiable para delimitar ZMP. Esto se debe que los valores de CEa están influenciados por una combinación de propiedades físico-químicas del suelo, [e.g: salinidad (Rhoades *et al.*, 1976), textura (Sudduth *et al.*, 2003), MO (Corwin & Lesch, 2005) y pH (Serrano *et al.*, 2010)] relacionadas al potencial productivo. Además, la CEa tiene la ventaja de que su medida resulta ser estable en el tiempo. Los valores relativos de la CEa cambian con el contenido de agua del suelo, pero los patrones de variación permanecen relativamente estables (Farahani & Flynn, 2007).

La información disponible sobre la relación de la CEa con características edáficas y en consecuencia con la productividad, es, en la región pampeana, abundante para suelos de aptitud agrícola (Peralta *et al.*, 2013). Sin embargo, el uso de este parámetro en suelos de aptitud ganadera es escaso. Por lo tanto, el objetivo fue (I) determinar, a escala de lote, si la relación entre CEa y propiedades edáficas, permite delimitar ZMP en un suelo característico de la pampa deprimida y (II) evaluar si estas zonas se relacionan con la variación espacial de la producción de forraje de una pastura de festuca alta [*Lolium arundinaceum* (Schreb.) Darbysh., formerly *Festuca arundinacea* (Schreb.)] creciendo con y sin limitantes de N.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

La experiencia se realizó en el partido de Ayacucho, en un lote de 5.75 ha (37° 5' 8''S y 57° 52' 58''O) que tenía implantada una pastura de festuca alta. En el mismo se determinó la CEa utilizando el Veris 3100 (Veris 3100, Division of Geoprobe Systems, Salina, KS). El equipo se conectó a un DGPS (Trimble R3, Trimble Navigation Limited, USA) para georreferenciar cada punto de CEa medido. El lote se recorrió en transectas paralelas separadas entre sí 15 m dado que distancias mayores a 20-25 m generan errores de estimación y pérdida de información (Farahani & Flynn, 2007).

Para describir la variabilidad espacial de la CEa se utilizó la geoestadística. El primer paso fue confeccionar el semivariograma experimental, función básica que describe y cuantifica la dependencia espacial de una variable, es decir, su autocorrelación espacial. A continuación, se procedió al ajuste de un modelo teórico para describir esa variabilidad. Finalmente se realizó la predicción en puntos, dentro del lote, donde no se tomaron muestras mediante el método de interpolación kriging ordinario, obteniendo como resultado una superficie continua (mapa) de la CEa. Para la realización de cada uno de los pasos anteriormente mencionados se utilizó el software ArcGIS 10.2 (ESRI, Redlands, CA).

Por otra parte, en el lote bajo estudio, se estableció una grilla de 30x30 m donde se georreferenciaron 43 áreas de muestreo (AM) de 3 m<sup>2</sup>. En cada AM se tomaron muestras de suelo hasta los 30 cm de profundidad y en el laboratorio se determinó la conductividad eléctrica del extracto (CEe) (salinidad), el pH, la textura (% de arena, limo y arcilla), el contenido de materia orgánica (MO), la relación de adsorción de sodio (RAS) y los contenidos de humedad gravimétrica, a 33 y 1500 kPa (capacidad de campo y punto de marchitez permanente, respectivamente). La identificación de las propiedades edáficas que se relacionaron con la CEa se efectuó mediante análisis de regresión múltiple (SAS, SAS Institute Inc., 2007). Los valores de CEa a utilizar en la regresión se calcularon con la herramienta Buffer 3D Analyst Tools de ArcGIS 10.2. (ESRI, Redlands, CA).

Se delimitaron de dos a cuatro ZMP usando la CEa, los valores y amplitud de las zonas fueron obtenidos mediante la clasificación de los datos en cuantiles (Peralta *et al.*, 2013). Con las ZMP como tratamientos y las UE como repeticiones se realizaron los análisis de varianza (ANVA) correspondiente a las propiedades de suelo definidas como las más significativas en la regresión múltiple. Los análisis estadísticos se realizaron con el PROC GLM (SAS Institute, 2007). Para establecer el número óptimo de ambientes se procedió a seleccionar la menor cantidad de ZMP con diferencias significativas para las variables analizadas.

En cada AM se marcaron dos unidades experimentales (UE) de 1 x 1.5 m, donde se realizó, al inicio de cuatro rebrotes (dos primaverales y dos otoñales), un corte de emparejamiento a 3 cm de altura y la aplicación de dos tratamientos: N0 (sin aplicación de N) y N250 (250 kg ha<sup>-1</sup> de N, considerado sin limitantes). Las UE recibieron, en todos los rebrotes, 30 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo para evitar déficits de este nutriente. Transcurridos 350-400 °Cd (temperatura base: 4°C) el forraje verde (FV) acumulado de cada UE fue cortado, pesado en el campo y del mismo se extrajo una submuestra para determinar el porcentaje de materia seca (%MS). La biomasa seca acumulada (BA) se calculó a partir del FV y el %MS y fue expresada en kg MS ha<sup>-1</sup>.

Finalmente, para cada estación de crecimiento (primavera y otoño), se comparó la BA mediante un ANVA donde fueron testeados el efecto de las ZMP anteriormente delimitadas, el N y la interacción entre estos factores (ZMP x N). Este análisis estadístico se realizó con el PROC MIXED (SAS Institute, 2007).

### RESULTADOS Y DISCUSION:

En la Figura 1 se presenta el mapa de distribución espacial de CEa obtenido por kriging ordinario. El coeficiente de variación de este parámetro fue elevado (82,3%). Esto sugiere que la CEa podría usarse para detectar variabilidad edáfica como ha sido mencionado en trabajos realizados en suelos de aptitud agrícola (Peralta *et al.*, 2013 y ganadera (Cicore *et al.*, 2015) de la pampa húmeda. En este sentido, el análisis de regresión múltiple mostró que la CEe y el % de arena fueron las variables que se relacionaron significativamente con la CEa ( $R^2 = 0,67$ ;  $P < 0,01$  y  $0,04$  respectivamente) (Figura 2). Este comportamiento se debería al efecto de la salinidad sobre la medición de la CEa (Rhoades *et al.*, 1976). Asimismo, la inclusión del % de arena en el modelo estaría relacionada con las propiedades físicas de esta fracción, las cuales tienen un efecto amortiguador en la dispersión de los agregados producida por el elevado contenido de sodio presente en los suelos de la pampa deprimida (Vázquez *et al.*, 2001).

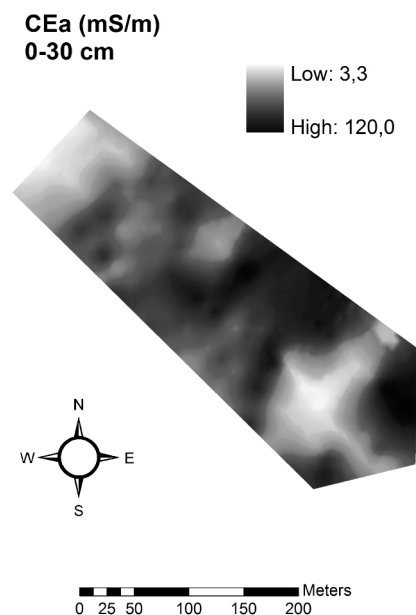


Figura 1. Mapa de conductividad eléctrica aparente (CEa) medida hasta los 30 cm de profundidad.

Se utilizaron sólo dos rangos de CEa para delimitar ZMP debido a que con esta cantidad de ambientes se determinaron diferencias significativas entre zonas ( $P < 0,05$ ) en las variables

CEe y % de arena (Figura 3). En cambio, con tres o cuatro ambientes no se hallaron diferencias significativas en alguna de las propiedades edáficas (datos no mostrados). La identificación de zonas de manejo es el primer paso para la implementación de la agricultura de precisión (Moral *et al.*, 2010). En primavera se determinó interacción significativa entre tratamientos de fertilización y zonas (Tabla 1;  $P < 0,05$ ). Con el agregado de N, la ZB mostró una acumulación de forraje mayor que la ZA, mientras que en N0 fueron detectadas menores diferencias (Tabla 1). Estos resultados pueden deberse a que la respuesta a N depende de la disponibilidad de agua en el perfil del suelo (Errecart *et al.*, 2014), la cual varía espacialmente ya que está asociada a la variabilidad edáfica y topográfica (McCutcheon *et al.*, 2006). Además, en esta estación de crecimiento se registró efecto significativo de la ZMP (Tabla 1;  $P < 0,05$ ). Estos resultados indicarían que la delimitación de ambientes fue adecuada en primavera. Las diferencias halladas en la BA entre ambientes coinciden con lo reportado en alfalfa por Bernardi *et al.* (2016). Sin embargo, la información referida a la delimitación de ZMP en gramíneas templadas es nula. Por lo tanto, este es el aporte más significativo del presente estudio.

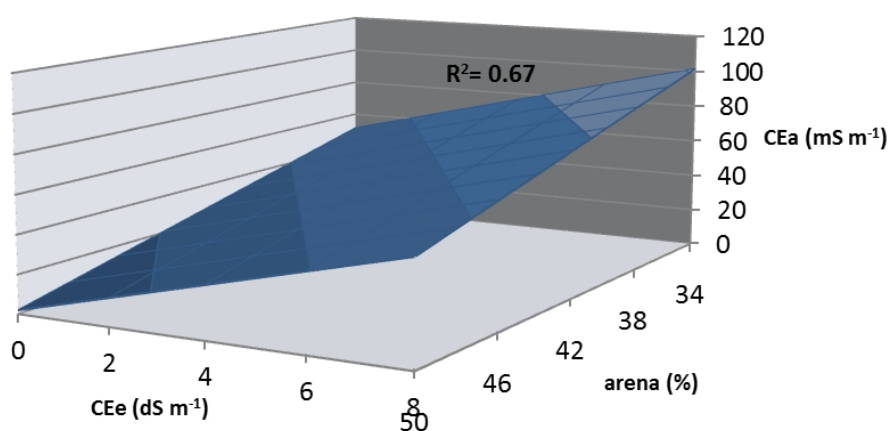


Figura 2. Modelo predictivo de la conductividad eléctrica aparente medida hasta los 30 cm de profundidad. Estimaciones de los parámetros: Intercepto: 156,13; CEe: 6,25 y % de arena: -2,84.

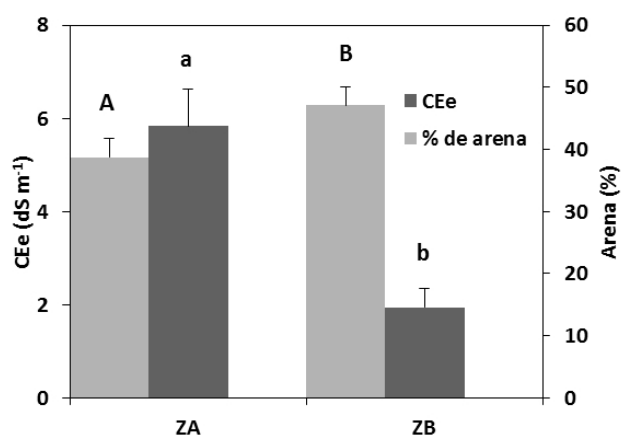


Figura 3. Media y desvío estándar de la conductividad eléctrica del extracto (CEe) y el % de arena para dos zonas de manejo potenciales (ZMP): zona de baja CEa (ZB) y zona de alta CEa (ZA). Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre ZMP en la CEe (minúsculas) y el % de arena (mayúsculas).

En otoño, no se registró interacción entre los factores de tratamiento ni efecto significativo de la ZMP (Tabla 1;  $P > 0,05$ ). Esto podría deberse al balance hídrico positivo determinado en esta estación de crecimiento (datos no mostrados), que habría minimizado las diferencias de agua disponible entre ZMP. En cambio, se determinó, sobre la BA, efecto significativo de la aplicación de N (Tabla 1) coincidiendo con lo reportado por Barbieri *et al.* (2006).

Tabla 1. Biomasa acumulada (BA) en una pastura de festuca alta creciendo en primavera (PRIM) y otoño (OTO) para dos tratamientos de fertilización: N250 y N0 y dos zonas de manejo potenciales (ZMP): zona de baja CEa (ZB) y zona de alta CEa (ZA).

		PRIM	OTO
		BA (kg MS ha <sup>-1</sup> )	
N250	ZB	2431a	1985
	ZA	1485b	1568
N0	ZB	1183a	1128
	ZA	711b	860
Medias	N0	938	989
	N250	1939	1768
	ZB	1098	1557
	ZA	1807	1214
Fuente de variación		ANVA	
N		**	**
ZMP		**	ns
ZMP x N		*	ns

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre ZMP cuando hubo interacción entre los factores de tratamiento.

\*\* $P < 0,01$ ; \* $P < 0,05$ , ns: no significativo.

## CONCLUSIONES:

En el lote bajo estudio áreas con diferente CEa presentaron diferencias en las propiedades de suelo. Por lo tanto, la CEa podría ser utilizada para delimitar ZMP. Sin embargo, hay que considerar que si bien la CEa también está relacionada espacialmente a la producción de pasto durante la época del año donde se produce el 70% del forraje (primavera), independientemente de la disponibilidad de N, este comportamiento no se manifestó durante los rebrotes otoñales.

## BIBLIOGRAFIA:

- Barbieri, PA; HE Echeverría; HR Sainz Rozas & LI Picone. 2006. Nitrogen use efficiency from urea applied to a tall wheatgrass (*Elytrigia elongata*) prairie in a sodic soil. *Aust. J. Exp. Agr.* 46: 535-543.
- Bernardi, ACC; GM Bettiol; RP Ferreira; KEL Santos; LM Rabello & RY Inamasu. 2016. Spatial variability of soil properties and yield of a grazed alfalfa pasture in Brazil. *Precis. Agric.* 17: 737-752.
- Bullock, DS & DG Bullock. 2000. From agronomic research to farm management guidelines: A primer on the economics of information and precision technology. *Precis. Agric.* 2: 71-101.
- Cicore, PL; HR Sánchez; NR Peralta; M Castro Franco; VC Aparicio & JL Costa. 2015. Delimitación de ambientes edáficos en suelos de la pampa deprimida mediante la conductividad eléctrica aparente y la elevación. *Ci. Suelo* 33: 135-146.
- Corwin, DL & SM Lesch. 2005. Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity: Part II. Case study. *Comp. Electron. Agric.* 46: 135-152.
- Environmental System Research Institute. ArcGis 10.2. Disponible en: <http://www.esri.com/>  
Fecha ultimo acceso: 18/11/16.

Errecart, PM; MG Agnusdei; FA Lattanzi; MA Marino; & G Berone. 2014. Critical N concentration declines with soil water availability in Tall Fescue. *Crop Sci.* 54:1-13.

Farahani, HJ & RL Flynn. 2007. Map Quality and Zone Delineation as affected by Width of Parallel Swaths of Mobile Agricultural Sensors. *Biosyst. Eng.* 96: 151-159.

McCutcheon, MC; HJ Farahani; JD Stednick; GW Buchleiter & TR Green. 2006. Effect of soil water on apparent soil electrical conductivity and texture relationships in a dryland field. *Biosyst. Eng.* 94: 19-32.

Moral, FJ; JM Terrón & JR Marques da Silva. 2010. Delineation of management zones using mobile measurements of soil apparent electrical conductivity and multivariate geostatistical techniques. *Soil & Tillage Res.* 106: 335-343.

Peralta, NR; JL Costa; M Balzarini & H Angelini. 2013. Delineation of management zones with measurements of soil apparent electrical conductivity in the southeastern pampas. *Can. J. Soil Sci.* 93: 205-218.

Rhoades, JD; P.A Raats & RJ Prather. 1976. Effects of liquid-phase electrical conductivity, water content, and surface conductivity on bulk soil electrical conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40:651-655.

SAS Institute INC. 2007. SAS/STAT-JMP Users Guide. Release 7. Cary, NC, USA. pp. 506.

Serrano, J; J Peca; J Marques da Silva & S Shaidian. 2010. Mapping soil and pasture variability with an electromagnetic induction sensor. *Comp. Electron. Agric.* 73: 7-16.

Sudduth, KA; NR Kitchen; GA Bollero; DG Bullock & WJ Wiebold,. 2003. Comparison of electromagnetic induction and direct sensing of soil electrical conductivity. *Agron. J.* 95: 472-482.

Taboada, MA; RS Lavado; HA Svartz & ML Segat. 1999. Structural stability changes in a grazed grassland Natraquoll of the Flooding Pampa of Argentina. *Wetlands* 19: 50-55.

Trimble Navigation Limited. Disponible en: <http://www.trimble.com> Fecha ultimo acceso: 10/06/15.

Vásquez, PM; JL Costa; G Monterubbianesi; & P Godz. 2001. Predicción de la productividad primaria de pastizales naturales de la pampa deprimida utilizando propiedades del horizonte A. *Ci Suelo.* 19: 136-143.

Veris Technologies. Frequently asked questions about soil electrical conductivity. Disponible en: [http:// www.veristech.com](http://www.veristech.com) Fecha ultimo acceso: 10/09/18.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**RESPUESTA A LA FERTILIZACION Y DENSIDAD DE SIEMBRA DE *Chloris gayana***  
**SEMBRADA EN UN SUELO ALCALINO-SÓDICO**

**García M.D.<sup>1</sup>, J. Otondo<sup>2</sup>, A.E. Villordo<sup>3</sup>, M. Corlito<sup>3</sup>, A.E. De Loof<sup>4</sup>, J. Pesqueira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Docente-Investigador, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Lomas de Zamora. [mariadinagarcia@gmail.com](mailto:mariadinagarcia@gmail.com) – [julietapesqueira@gmail.com](mailto:julietapesqueira@gmail.com)

<sup>2</sup>Técnico Chacra Experimental Integrada Chascomús - Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires.

<sup>3</sup> Becarios (CIN y CIC), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Lomas de Zamora.

<sup>4</sup>Alumno colaborador de proyecto de investigación. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Lomas de Zamora.

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de *Chloris gayana* a dos factores de manejo (densidad de siembra y fertilización) sobre la cobertura y producción de biomasa. Semillas de *C. gayana* cv. Katambora (diploide), cedidas por PGG Wrightson, se sembraron en un bajo alcalino-sódico (pH= 9±0,2; PSI= 26,2±2,32 %; Ce<sub>s</sub>= 0,35±0,03 dS m<sup>-1</sup>) de la Pampa Deprimida, en parcelas de 3 m<sup>2</sup>. El arreglo experimental fue un Diseño Completamente Aleatorizado con estructura factorial de 2 niveles de densidad de siembra (8,3 y 16,6 kg ha<sup>-1</sup>) por dos niveles de fertilización con fosfato diamónico (0 y 200 kg ha<sup>-1</sup>), y 3 repeticiones. Los datos se expresan como media ± EEM (Tukey, p≤0,05). Las parcelas se sembraron y fertilizaron el 28 de noviembre de 2017. Los datos se tomaron el 27 de marzo de 2018 (4 meses después de la siembra) durante la etapa de implantación y el 28 de febrero de 2019, durante el segundo año de cultivo. Durante el periodo de implantación, los factores evaluados, *i.e.* densidad de siembra y fertilización, no afectaron la cobertura (p=0,0599 y p=0,1046, respectivamente) ni la producción de biomasa seca (p=0,0909 y p=0,2584, respectivamente). El porcentaje de cobertura promedio fue de 65,21±13,89 % y la producción de biomasa seca fue de 3717,1±611,2 kg ha<sup>-1</sup>. El segundo año de cultivo, el porcentaje de cobertura promedio de las parcelas fue de 85,8±6,32 %, o sea un 31,6 % de incremento con respecto a la cobertura del año de implantación; y la producción de biomasa seca promedio (cosechada 1 mes antes que en la etapa de implantación) fue 1289,9±59,95 kg ha<sup>-1</sup>.

**PALABRAS CLAVE:** PRODUCCIÓN FORRAJERA – GRAMA RHODES – ALCALINIDAD – FERTILIZACIÓN – DENSIDAD DE SIEMBRA





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**RESPUESTA DIFERENCIAL AL ESTRÉS INDIVIDUAL Y COMBINADO DE HIPOXIA Y SALINIDAD EN CULTIVARES DE *Chloris gayana* K.**

**Ribotta A.<sup>1,2</sup>, E. López Colomba<sup>1,2</sup>, E. Tommasino<sup>1,2</sup>, S. Griffa<sup>1,2</sup>, K. Grunberg<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales (IFRGV), CIAP-INTA - ribotta.andrea@inta.gob.ar

<sup>2</sup> Unidad de Estudios Agropecuarios (UDEA), INTA-CONICET

**RESUMEN:** *Chloris gayana* es una gramínea que forma parte de la cadena forrajera para el desarrollo de la ganadería de cría y recria. Esta actividad, en el marco del cambio climático, se complica por incrementos de la frecuencia de condiciones edafoclimáticas restrictivas como combinación de anegamiento-salinidad. El objetivo de este trabajo fue conocer si existe variabilidad al estrés individual y combinado de hipoxia-salinidad en cultivares de *C. gayana*. Esto es importante para el mejoramiento genético tendiente a obtener nuevo germoplasma que conducirá a beneficios para los productores. El ensayo se realizó en cámara de cría, en hidroponía con plántulas de cinco cultivares en diferentes tratamientos: control, hipoxia, salino (400 mM NaCl) y combinado. Se evaluaron variables de estrés oxidativo (EO) a las 72h y morfológicas a final de ensayo (14 días). Los resultados se evaluaron mediante un índice de tolerancia obtenido como proporción entre la condición de estrés y la media del control, para cada tratamiento y cultivar. Según los resultados obtenidos, en hipoxia y combinado, los cultivares Katambora y Tolgar, contrariamente a Santana, fueron los más tolerantes con menor daño en peso seco aéreo (PSA), de raíz (PSR), longitud radicular (LR), altura (ALT) y número de macollos (NM). El buen desarrollo morfológico a final de ensayo puede ser atribuido al control temprano del EO (determinado por MDA). El incremento de las enzimas SOD y CAT, evidencian el control enzimático en hipoxia, mientras que en el combinado se observó además el no enzimático (medido por FRAP). En salinidad, Katambora y Reclaimer fueron tolerantes con menor daño en PSA, PSR, ALT y número de hojas verdes. Por otro lado, Santana, Tolgar y Finecut tuvieron menor PSA a pesar que pudieron controlar el EO al igual que los cultivares tolerantes. La respuesta diferencial entre los cultivares en cada tipo de estrés aportan antecedentes para el mejoramiento genético.

**PALABRAS CLAVE:** hipoxia, estrés combinado, estrés oxidativo



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**SCREENING DE ACCESIONES DE CEBADILLA CRIOLLA PARA TOLERANCIA A SAL  
UTILIZANDO PRUEBAS DE GERMINACIÓN**

**Aulicino M.B.\*, M.B. Collado, H.J. Barca, M. del C. Molina**

Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Camino de Cintura Km 2 s/n, (1836) Llavallol, Buenos Aires, Argentina.

\* Email: [mbaulicino@yahoo.com](mailto:mbaulicino@yahoo.com)

**RESUMEN:** En los últimos años se ha producido un aumento de salinización en suelos. El mercado futuro de forrajeras deberá contar con variedades capaces de crecer en ambientes con limitantes. Las pruebas de germinación en sal permiten evaluar numerosas accesiones en corto tiempo. Nuestro objetivo fue realizar un screening para tolerancia a sal de accesiones (8 líneas y 8 poblaciones) de cebadilla criolla (*Bromus catharticus*) pertenecientes al banco de germoplasma del IFSC (FCAYF, UNLP), usando pruebas en cámaras bajo condiciones controladas (25°C y 12 hs de luz). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones. Cada repetición constaba de una bandeja con 100 semillas. Los tratamientos utilizados fueron 0 y 100 mM de ClNa. El número de semillas germinadas fue registrado cada dos días desde el inicio del ensayo hasta el día 12. Se calcularon los siguientes parámetros de germinación: porcentaje de germinación final (PGF, en %), tiempo medio de germinación (TMG, en días), coeficiente de velocidad de germinación (CVG), Índice de germinación (IG). Las variables con mayor discriminación de grupos fueron MGT, el CVG y GI. El PGF, no mostró diferencias significativas entre los dos tratamientos, en consecuencia no sería un índice confiable. Los índices GI y MGT coincidieron en identificar genotipos con mejor comportamiento en sal (no mostrando diferencias con sus respectivos controles). GI sería un buen indicador de la germinación ya que combina porcentaje y velocidad. Se identificaron a la mayoría de las líneas experimentales y a las variedades comerciales como las más tolerantes. La mayoría de las poblaciones tuvieron un ranking inferior, con excepción de la población "Magdalena". Esto indicaría que una selección previa asociada a la producción forrajera en ausencia de estrés, mejoraría indirectamente el comportamiento de germinación en salinidad. La presencia de una mayor variabilidad genética en las poblaciones podría explicar su mediocre performance.

**PALABRAS CLAVES:** *Bromus catharticus*, pruebas de germinación, selección, tolerancia a sal.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE *Ipomoea batatas* (L.) Lam. EN CONDICIONES DE SALINIDAD A TRAVÉS DE UN ÍNDICE DE PARÁMETROS BIOMÉTRICOS**

**Zunino I. M.<sup>1\*</sup>, C. M. Arizio<sup>2</sup>, E. Larraburu<sup>3</sup>, G. Santa María<sup>4</sup>**

1. INTA. Agencia de Extensión Rural Mercedes (EEA Pergamino). Avda 2 y 35 (6600) Mercedes, Buenos Aires, Argentina.
2. INTA. Instituto de Recursos Biológicos. Las Cabañas y Los Reseros s/n. (1686) Hurlingham, Argentina
3. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Lujan. Ruta 5 y Avenida Constitución (6700) Luján, Argentina.
4. Instituto Tecnológico Chascomús. CONICET-UNSAM. Avda Int Marino km 8,2. (7130) Chascomús, Argentina.

\*[Zunino.ignacio@inta.gob.ar](mailto:Zunino.ignacio@inta.gob.ar)

**RESUMEN:** Seleccionar variedades de batata de buen desempeño ante diferentes condiciones de estrés es un pre-requisito para el mejoramiento de esta especie. Esto supone el empleo de procedimientos adecuados para la caracterización del fenotipo del material conservado en bancos de germoplasma. El objetivo de este trabajo fue evaluar 6 variedades de batata conservadas en el banco de germoplasma de INTA Castelar según su performance en condiciones de salinidad. El ensayo se llevó a cabo en el año 2017 en instalaciones del INTA Castelar y tuvo una duración de 60 días. Se evaluaron tres tratamientos salinos (0-40-80 mM NaCl) con 10 repeticiones en macetas de 3 l (3arena:1vermiculita v/v) cuyo volumen de agua a capacidad de campo fue 0,7 l. A cosecha se obtuvo el peso de biomasa aérea y radical, el número de hojas y el contenido de clorofila. También se midieron componentes del rendimiento: número, calibre, longitud y peso de los engrosamientos. Para analizar los efectos de la salinidad sobre todas estas variables simultáneamente se elaboró un índice de parámetros biométricos (BPI). La variabilidad de respuestas que se observan en los valores del índice nos permitió categorizar los materiales, encontrando un genotipo que conserva un buen desempeño aún en condiciones de elevada salinidad (Morada INTA) y una variedad susceptible (en términos absolutos) al estrés salino (Blanca Brasil). A partir de la identificación de estos materiales contrastantes se podrá evaluar con mayor nivel de detalle los rasgos fisiológicos que contribuyen a la tolerancia a estrés salino. Asimismo concluimos que la elaboración de los BPI es una valiosa herramienta para categorizar variedades, con varios tratamientos y parámetros simultáneamente.

**PALABRAS CLAVE:** Salinidad, índice biométrico, *Ipomoea batatas*(L) Lam.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**SELECCIONANDO FESTUCA TOLERANTE A SALINIDAD**

**Schrauf G.E., L. Castro, E. Musacchio, M.P. Herrera Bravo, P. Peralta Roa, M. Sawa, F. Alonso Nogara, M. Iannicelli, P. Rush**

Universidad de Buenos Aires (UBA) - Facultad de Agronomía - Cátedra de Genética –  
Criadero FAUBA “Cultivos del Sur”. e-mail: gschrauf@gro.uba.ar

**RESUMEN:** *Festuca arundinacea* Schreb. es la gramínea forrajera perenne más sembrada en la Argentina. Se destaca por su utilización en pasturas polifíticas en una amplia heterogeneidad de ambientes edáficos y climáticos, sin embargo, no se la utiliza en ambientes salinos debido a su baja tolerancia a salinidad. El presente trabajo explora la variación presente en dos poblaciones sembradas en campos de la provincia de Buenos Aires. En uno de estos campos se seleccionaron plantas sobrevivientes y productivas a un evento de anegamiento de casi un año de duración y en el otro campo se seleccionaron plantas sobrevivientes y productivas en microambientes con un alto nivel de sales en superficie. Las floraciones de ambos materiales colectados no eran coincidentes por lo que se manipuló el fotoperíodo para hacerlas coincidir e hibridar ambas poblaciones en el campo experimental de la FAUBA. Se comparó respecto a los materiales comerciales originales sembrados, la producción de semillas y el comportamiento ante roya de estos materiales híbridos. Las progenies híbridas y los materiales comerciales testigos se desafiaron a condiciones de salinidad, salinidad+anoxia, anoxia y control (con solución nutritiva y aireador). La producción de semilla de las plantas híbridas fue superior al de las poblaciones originales, mientras que se halló variación en susceptibilidad a roya. Las progenies sometidas a salinidad mostraron la menor sobrevivencia (17%), de los individuos de los materiales comerciales testigos analizados en salinidad y en salinidad+anoxia, sólo sobrevivió el 8% en ambas condiciones, mientras que hubo 8 progenies de individuos híbridos que sobrevivieron el 92% en ambas condiciones. Los resultados muestran presencia de variabilidad y dan la posibilidad de aplicar selección en forma exitosa para tolerancia a salinidad y roya. Es posible deducir que los eventos de halohidromorfismo a las que fueron sometidas ambas poblaciones condujeron a la selección de genotipos con mayor tolerancia a salinidad.

**PALABRAS CLAVE:** *Festuca arundinacea*, crecimiento inicial, producción de semillas, tolerancia estrés biótico y abiótico.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



## **SILICIO SOLUBLE EN SUELOS SALINOS DE CÓRDOBA**

**Boni Plaza L.<sup>1</sup>, J. Chirkes<sup>2</sup>, A. Tarditti<sup>2</sup>, O.S. Heredia<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Estudiante de Ciencias Ambientales, FAUBA

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires  
chirkes@agro.uba.ar.

**RESUMEN:** Los suelos salinos están caracterizados por poseer en solución un exceso de sales más solubles que el carbonato de calcio. La Argentina tiene un total de 31 millones de hectáreas de uso agrícola y 129 millones de hectáreas se caracterizan por la presencia de sales en el perfil. Se desconoce el efecto de la salinidad sobre el silicio (Si) disponible en suelos. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue evaluar el Si disponible en distintos suelos salinos y determinar si existe alguna relación alguna variable fisicoquímica. Los suelos provienen de la localidad de Pascanas (Córdoba) de un campo agrícola, las muestras analizadas pertenecen topográficamente a zonas de bajos. Se analizaron parámetros físico químicos como pH, CE, textura y Si disponible (extraído con  $\text{CaCl}_2$ ) y con colorimetría, en muestras de perfil de suelos en 3 posiciones de bajo. Los resultados muestran que en uno de los suelos con *Distichlis spicata*, se encuentra una relación negativa con el pH ( $R^2=0.39$ ) y positiva con la CE ( $p>0.05$ ). Se observa en los tres sitios analizados un patrón que muestra un aumento en la concentración de Si en función de la profundidad ( $R^2=0.40$ ). Respecto del porcentaje de arcillas y de arenas, el Si regresiona positivamente con las arcillas ( $R^2=0.43$ ) y negativamente con el porcentaje de arenas ( $p>0.05$ ). La relación que se observa entre el Si el pH, coincide con lo hallado por otros autores. Y lo mismo ocurre entre el Si, el porcentaje de arcillas y la profundidad. Respecto de la arena, este es un resultado esperado ya que las arenas poseen baja concentración de Si disponible, coincidiendo con trabajos propios de otras zonas pampeanas. Comparando los valores de Si de estos suelos (4mg/kg-15mg/kg) y otros no salinos (20mg/kg-80mg/kg), la concentración es muy inferior en estos suelos salinos.

**PALABRAS CLAVE:** pH, perfil, *Distichlis spicata*.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**SOLUBILIZACIÓN DE FOSFATOS DE UN SUELO ALCALINO POR HONGOS ENDÓFITOS SEPTADOS OSCUROS (DSE) Y RESPUESTA DE *Sorghum bicolor***

**Barresi O.<sup>1, 2</sup>, V.M. Chiocchio<sup>1, 2</sup>, R.S. Lavado<sup>2, 3</sup>**

<sup>1</sup> Microbiología Agrícola. Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453, C1417DSE CABA.

<sup>2</sup> INBA (CONICET/UBA).

<sup>3</sup> Fertilidad y fertilizantes. Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453, C1417DSE CABA.

**RESUMEN:** Como parte de un proyecto que propone la expansión agrícola hacia suelos alcalinos utilizando sorgos tolerantes a esta limitante, se estudia la capacidad de este cultivo para adquirir fósforo (P) a través de la utilización de microorganismos. Los hongos incrementan la disponibilidad del P insoluble del suelo, liberando ácidos orgánicos, enzimas y quelantes. Entre estos hongos se encuentran los endófitos septados oscuros (Dark Septate Endophytes - DSE). En la región Pampeana existen grandes superficies ocupadas con suelos alcalinos, que poseen diferente aptitud de uso. El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es un importante cereal a nivel mundial, destinado a consumo humano y animal. Es producido y exportado por Argentina, que ocupa el séptimo lugar en el ranking global. Estudios previos determinaron que hongos DSE forman una asociación mutualista con esta especie, pero su habilidad para facilitar la absorción de P por el sorgo, es desconocida. El objetivo fue determinar la eficiencia de la actividad solubilizadora de P de hongos DSE, previamente pre-seleccionados de medios alcalinos. Se desarrolló un experimento en cámara de crecimiento, inoculando las plantas de un genotipo promisorio de sorgo con *Alternaria alternata*, *Curvularia* sp. y *Ophiosphaerella* sp. Los testigos fueron: no inoculados y con un hongo filamentoso comercial. Adicionalmente se co-inocularon los hongos DSE con el filamentoso. Como sustrato se utilizó un Natracualf Típico (pH en pasta 8.5), arena y perlita tinalizado y se fertilizó con nitrato de potasio y urea. Las mayores biomásas se registraron con los hongos *Curvularia* sp y *Ophiosphaerella* sp., aunque no se diferenciaron del testigo, y las menores con *Alternaria alternata* y *Penicillium bilaiae*. No se encontraron respuestas positivas a la co-inoculación. Resta determinar en qué medida esas diferencias se deben a absorción de P diferencial o a causas como efecto de hormonas u otros factores de crecimiento.

**PALABRAS CLAVE:** sorgo, hongos DSE, solubilización de P



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**USO DEL NDVI PARA IDENTIFICAR EL USO AGRICOLA DE SUELOS CON LIMITANTES SALINAS Y SODICAS EN EL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA**

**Aimetta M.B.<sup>1</sup>, S.A. Muñoz<sup>1</sup>, D.A. Bustos<sup>3</sup>, V. Davidenco<sup>4</sup>, C.R. Cazorla<sup>1</sup>, C.M. Galarza<sup>1</sup>, F. Salvagiotti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> EEA INTA Marcos Juárez, CC 21, CP 2580, Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup> Grupo Manejo de Cultivos, Suelo y Agua-EEA INTA Oliveros.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Agropecuarias, Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales.

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.  
aimetta.bethania@inta.gob.ar

**RESUMEN:** En los últimos años se incorporaron a la producción agrícola gran proporción de suelos salinos o sódicos, que anteriormente se dedicaban a la actividad ganadera. Esto, afecta la sustentabilidad al reemplazar las pasturas perennes o vegetación natural por cultivos anuales por lo que, es importante cuantificar el área sembrada sobre estos suelos. El Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) calculado con imágenes satelitales puede ser integrado con información de suelo para estimar uso y cobertura. El objetivo del trabajo fue cuantificar la superficie implantada con trigo, soja y maíz, en suelos afectados por sodio y/o sales en el sudeste de la provincia de Córdoba (departamentos Marcos Juárez y Unión). Se utilizaron cartas de suelo digitalizadas escala 1:50.000 y se les incorporó el “carácter” de suelo (salino, sódico y salino-sódico) y el “grado” de limitante (leve, moderado y fuerte) según intensidad del fenómeno y proporción en la unidad cartográfica. Se determinó cobertura mediante NDVI a partir de imágenes Landsat 8 OLI 2016-2017. Ambas fuentes de información se combinaron por geoproceto y se calculó el área correspondiente a cada cultivo. Los suelos salinos y/o sódicos representaron 30 y 48% de la superficie total de Marcos Juárez y Unión respectivamente. En Marcos Juárez y Unión el 17 y 29% del área sembrada con estos cultivos se realizó sobre suelos salinos y/o sódicos, correspondiendo la mitad a soja. Este trabajo pone en evidencia la magnitud de cultivos agrícolas implantados en suelos con limitantes por sales o sodio, poniendo en relevancia la necesidad de ajustar tecnologías de producción y manejo que optimicen el uso de los mismos.

**PALABRAS CLAVE:** cartas de suelo, Unión, Marcos Juárez



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**UTILIZACIÓN DE UN ÍNDICE DE TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN *Melilotus albus* Medik. COMO CRITERIO DE SELECCIÓN EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO**

**Varea I.<sup>1</sup>, A. Andrés<sup>1,2</sup>, M.A. Tomás<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales (ECANA) – Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA). Av. Frondizi km 4,5. Pergamino, Buenos Aires. Email: ivanavarea@unnoba.edu.ar.

<sup>2</sup> Estación Experimental Agropecuaria (EEA) - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Pergamino, Buenos Aires.

<sup>3</sup> Estación Experimental Agropecuaria (EEA) - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA Rafaela, Santa Fe.

**RESUMEN:** El Trébol de olor blanco (*Melilotus albus* Medik) es una especie forrajera alógama leguminosa cultivada en Argentina en áreas moderadamente salinas, donde otras especies leguminosas no pueden prosperar. El objetivo del presente trabajo fue calcular y utilizar un índice de tolerancia a la salinidad como herramienta en la selección. Se instaló un ensayo bajo condiciones controladas en invernáculo en la EEA INTA Pergamino en sistema hidropónico, en donde cada maceta contenía solución nutritiva de Hoagland, se aplicaron 2 tratamientos salinos: 1) 0 mM de NaCl y 2) 240mM de NaCl. Se evaluaron 18 familias de medio-hermanos (FMH) con 10 plantas cada una y 3 repeticiones. Luego de 35 días de iniciado el tratamiento se cosecharon las plantas de manera individual y se separaron las fracciones hoja, tallo y raíz. Se secaron y pesaron obteniéndose los pesos secos (PS). Se determinó el índice de tolerancia del peso seco aéreo (ITPSA) de la siguiente manera:  $ITPSA = \frac{PS \text{ aéreo de cada planta individual en sal}}{PS \text{ aéreo promedio del tratamiento control}}$ . Se realizaron análisis multivariado (Análisis de componentes principales) que complementan esta selección y se construyó un biplot con las dos primeras componentes para estudiar la relación entre las variables. Además, se hicieron gráficos relacionando los IT con las variables productivas. De manera gráfica y práctica se determinó que las FMH con alto rendimiento (PSaéreo) y tolerancia a la salinidad fueron las FMH 5, 14 y 18.

**PALABRAS CLAVE:** salinidad, *Melilotus albus*, hidroponia, familias de medio-hermano.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**VARIACION EN LA FERTILIDAD EDÁFICA ENTRE MICROSITIOS Y SU RELACION CON LA ESPECIE VEGETAL QUE LO OCUPA. ESTUDIO EN EL PASTIZAL HALOFÍTICO DE LA PAMPA DEPRIMIDA**

**Bolaños V.R.A.<sup>1,3</sup>, A.E. Pellegrini<sup>2</sup>, M.C. Vecchio<sup>3</sup>, R.A. Golluscio<sup>4,5</sup>, M.A. Taboada<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) La Plata. La Plata, Buenos Aires (Bs. As.), Argentina (Arg.). [victor.bolaos@agro.unlp.edu.ar](mailto:victor.bolaos@agro.unlp.edu.ar) // [victorarielbolaos@gmail.com](mailto:victorarielbolaos@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Facultad de Ciencia Agraria y Forestales (FCAyF), Laboratorio de Edafología. La Plata, Bs. As., Arg.

<sup>3</sup> UNLP. FCAyF. Cátedra de Forrajicultura y Praticultura. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> Universidad de Buenos Aires (UBA). Facultad de Agronomía. Cátedra de Forrajicultura. Bs. As., Arg.

<sup>5</sup> CONICET-UBA. Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura. Bs. As., Arg.

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, Instituto de Suelos y CONICET, Hurlingham, Bs. As., Arg.

**RESUMEN:** La cobertura vegetal determina cambios a nivel superficie de suelo como en la rizosfera, regulando, cuanti-cualitativamente, el stock de carbono (C) orgánico del suelo. En la estepa de halófitas del pastizal de la Pampa Deprimida, el manejo del pastoreo del ganado doméstico y su exclusión, han generado cambios diferentes a los hallados en otros ambientes no halofíticos del mismo pastizal. Nuestro objetivo fue estudiar las propiedades químicas del suelo, C y halomorfismo, considerando específicamente la escala microsítio y su relación con la especie vegetal que lo ocupa, en un ambiente halofítico con diferentes niveles de cobertura. Se seleccionó tres estepas para que integren un gradiente con dos relaciones crecientes: 1) cobertura total/suelo desnudo y 2) cobertura específica, *Stafochloa berroil*/*Distichlis scoparia*. Las estepas fueron nombradas estepa cobertura baja, media y alta. Dentro de cada estepa se seleccionaron tres microsítios: dos específicos con cada especie y uno con suelo desnudo. Se usó un diseño completamente aleatorizado con arreglo anidado y se comparó medias entre microsítios de cada estepa. En la estepa cobertura baja, el microsítio de *Sporobolus pyramidatus* tuvo mayor contenido de C, lo cual fue explicado por la fracción gruesa del C. En la estepa cobertura alta, el microsítio de *S. berroi* tuvo más C de la fracción fina, mientras que tuvo ambos, fracción gruesa y fina, en la estepa cobertura media. Los microsítios de ambas especies tuvieron menor sodicidad y pH. El suelo desnudo, tuvo en todos los casos menor contenido de C y mayor sodicidad y pH. Se demostró que las propiedades químicas edáficas cambiaron entre los microsítios identificados por especie ocupante. El carbono del suelo expresó las diferencias entre microsítios, pero sus fracciones gruesa o fina intervinieron según la historia del ambiente y su cobertura.

**PALABRAS CLAVE:** propiedades químicas; suelo; cobertura; estepa de halófitas.

**INTRODUCCION:**

La cobertura vegetal determina cambios tanto a nivel de la superficie de suelo como de la rizosfera y es un regulador clave del stock de carbono en el suelo. A nivel de la superficie del suelo, la cobertura regula el régimen hídrico y térmico (Phillips, 1984) y en última instancia, ciertos procesos se ven favorecidos y otros desfavorecidos. Del mismo modo que una cobertura con mayor densidad y altura genera un ambiente más húmedo y fresco

(Thompson et al., 1977), menos oxidativo para la actividad microbiana, propendiendo la humificación. Un escenario con mayor suelo desnudo y presencia de sales, aumenta el riesgo de salinización y/o alcalinización por acenso y acumulación de los cationes en superficie (Lavado & Taboada, 1987). Se halló que los suelos halomórficos del pastizal de la Pampa Deprimida con mayor cobertura tuvieron menores sodicidad y pH respecto a otros con menor cobertura (Otondo, 2011; Vecchio et al., 2018).

A nivel de la rizosfera, el tipo de cobertura genera a través de diferentes procesos cambios en las propiedades químicas y físicas del suelo. Una cobertura con altas tasas de crecimiento aumenta la presión parcial de CO<sub>2</sub>, dada por la mayor respiración de las raíces y de la actividad microbiana, y la concentración de protones provenientes de exudados radicales. Dicha condición favorece la disolución de la calcita (CaCO<sub>3</sub>) presente en el suelo, hay reemplazo del Na<sup>+</sup> adsorbido a los coloides por el Ca<sup>++</sup> previamente liberado y un consecuente descenso de pH (Semple et al., 2003; Qadir et al., 2007). Asimismo, el mayor volumen de raíces promueve cambios estructurales en el suelo como la creación de bioporos que disminuyen la densidad aparente (Elkins et al., 1977; Qadir et al., 2007), que además actuarían de salvoconductos para la migración del Na<sup>+</sup> a profundidad.

Por último, la vegetación existente determina la cantidad y la proporción de las distintas fracciones del carbono orgánico (CO) en el suelo y éstas fracciones, a su vez, afectan a muchas de las propiedades del suelo. La vegetación es el principal aportante de residuos orgánicos, que una vez incorporados en el suelo parte se descompone y otra parte inicia un proceso de humificación (Jackson, 1964). El stock de CO está integrado por diferentes componentes orgánicos con diferente grado de alteración, mediante el fraccionamiento físico con tamices se compartimentaliza el CO en fracción gruesa (>53µm) y fina (Galantini 2005). La fracción gruesa, denominada carbono particulado, se corresponde a restos vegetales nada o poco humificados, sensible a cambios ante modificaciones del flujo de residuos y fácilmente mineralizable, por tal, responsable de muchas de las propiedades químicas del suelo. La fracción fina, incluye al CO estable acomplejado a la fracción mineral y es responsable, en mayor medida, de las propiedades físicas del suelo, concretamente la estructuración. En este sentido, la vegetación genera cambios inmediatos en la fracción del CO particulado a través del flujo de residuo (cantidad/calidad), pero también, puede propender cambios en las condiciones que favorezcan al proceso de humificación y generar, a más largo plazo, cambios a en el CO estable (Araujo & Austin, 2015).

La estepa de halófitas del pastizal de la Pampa Deprimida, es un ambiente que se desarrolla, principalmente, sobre suelo alcalino *Natracualf típico* (Pereman et al., 2001). La cobertura vegetal suele ser pobre (menor al 60%) y las especies que integran la comunidad en su mayoría son gramíneas perennes estivales C<sub>4</sub>, adaptadas a las restricciones edáficas intrínsecas del ambiente como lo son el anegamiento, periodos de estrés hídrico y elevado pH (Burkart et al., 2005). En este ambiente, el manejo del pastoreo del ganado doméstico y su exclusión, han generado cambios diferentes a los hallados en otros ambientes no halofíticos del mismo pastizal (Chaneton et al., 1996; Pulh et al., 2014). A nivel vegetación, aumenta el porcentaje de suelo desnudo en estepas sobre pastoreadas (Chaneton et al., 1988; Puhl et al., 2014, Vecchio et al., 2019) y a nivel edáfico, hay mayor sodicidad y pH y menor contenido de materia orgánica (Vecchio et al., 2018). Si bien se ha avanzado en el estudio del efecto del pastoreo tanto a nivel vegetación y suelo, poco se ha estudiado acerca de la relación entre ambos niveles. Información que resulta clave para entender los procesos en el avance de la degradación por sobrepastoreo, como en su reversión si lo hubiera. Nuestro objetivo fue estudiar las propiedades químicas del suelo, C y halomorfismo, considerando específicamente la escala microsítio y su relación con la especie vegetal que lo ocupa, en un ambiente halofítico con diferentes niveles de cobertura.

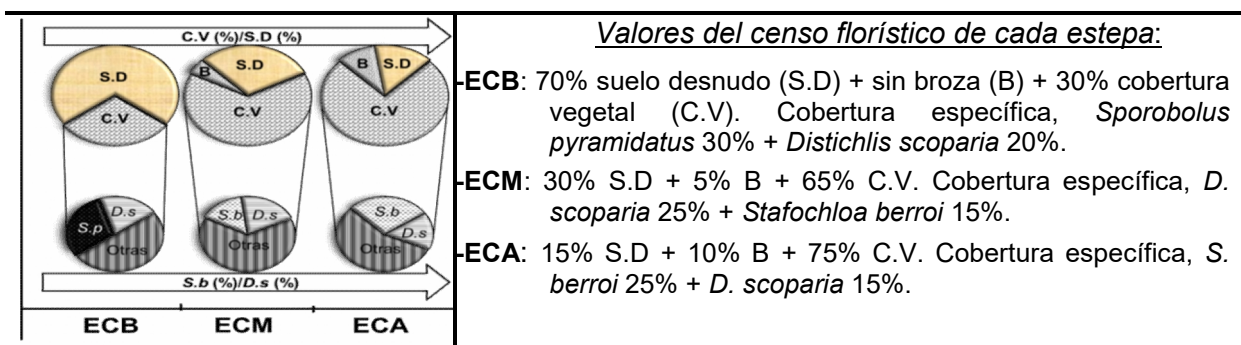
## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

Se tomaron tres estepas de halófitas que integran un gradiente creciente en las relaciones 1) y 2):

- 1)  $(\text{cobertura (vegetal + broza)}(\%))/(\text{suelo desnudo}(\%))$   
 2)  $(\text{cobertura específica } \textit{Stafochloa berroi}(\%))/(\text{cobertura específica } \textit{Distichlis scoparia}(\%))$

Las estepas del gradiente serán nombradas desde aquí como estepa cobertura baja (ECB), media (ECM) y alta (ECA) (Figura 1). Todas ellas están distanciadas a menos de 5 km, desarrolladas sobre suelo *Natracualf* típico y el único disturbio antrópico ha sido el pastoreo de ganado doméstico. La ECB es manejada con pastoreo continuo, la ECM se le da descansos temporales y la ECA corresponde a una exclusión de cuatro años.

Dentro de cada estepa se definieron tres microsítios de tal forma que dos se correspondan con las dos especies predominantes en la cobertura vegetal (microsítio especie-específico) y el tercero con suelo desnudo. Los microsítios especie-específico resultantes fueron dentro de la ECB por debajo de las plantas de *Sporobolus pyramidatus* y de *Distichlis scoparia* y dentro de la ECM y ECA por debajo de plantas de *Stafochloa berroi* (ex *Chloris berroi*) y *D. scoparia*. Se recolectó un total de diez muestras compuestas de los primeros 0-10 m de suelo (n=10) por cada microsítio para hacer las determinaciones químicas edáficas.



**Figura 1.** Estepa de halófitas cobertura baja (ECB), media (ECM) y alta (ECA). De cada una el círculo superior muestra la proporción (%) de suelo desnudo (S.D) + cobertura vegetal (C.V) + broza (B) y el círculo inferior, la contribución a la cobertura vegetal (%) de las dos especies dominantes. *Sporobolus pyramidatus* (S.p) y *Distichlis scoparia* (D.s) en ECB y *Stafochloa berroi* (S.b) y *D. scoparia* en ECM y ECA. Las estepas se ubican en un gradiente con dos relaciones crecientes: 1)  $(C.V+B)/S.D$  y 2) coberturas específicas  $S.b/D.s$ .

Variables edáficas determinadas en laboratorio.

Porcentaje de sodio intercambiable (PSI); pH actual, como relación suelo/agua 1/2,5, mediante vía potenciométrica (PROMAR, 1991) y conductividad eléctrica (CE) en extracto de la pasta saturada, determinada por conductimetría. Carbono oxidable (CO) determinado por Walkley & Black modificado, por vía húmeda, micro-método. Carbono particulado (Duval *et al.*, 2013) tamizado de 53  $\mu\text{m}$  y 105  $\mu\text{m}$  de diámetro de malla obteniendo tres fracciones: gruesa ( $\text{CO}_{\text{particuladoG}} 105-2000 \mu\text{m}$ ), media ( $\text{CO}_{\text{particuladoM}} 53-105 \mu\text{m}$ ) y fina ( $\text{CO}_{\text{estable}} < 53 \mu\text{m}$ ).

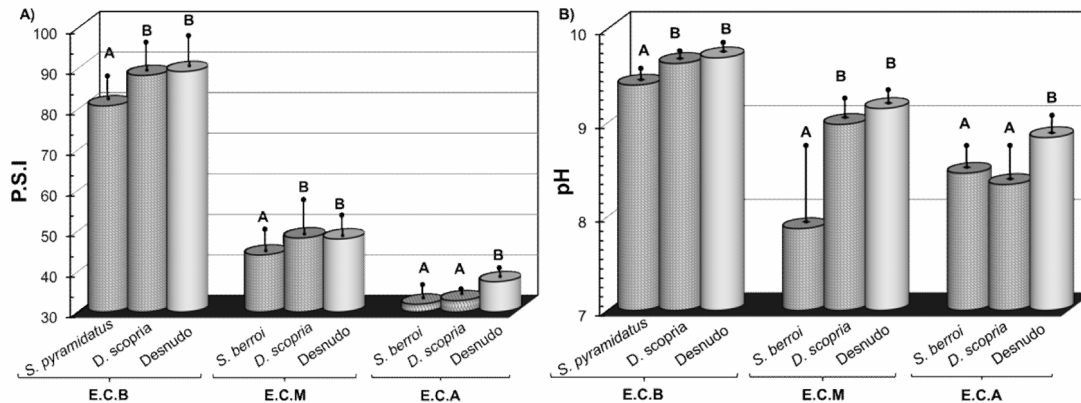
Estadística: Para cada variable edáfica se analizó la variabilidad entre microsítios dentro de cada estepa mediante ANOVA bajo un DCA anidado (estepa>microsítio). La comparación de medias fue entre microsítios (Tukey,  $\alpha=0,05$ ). Se corroboraron los supuestos de normalidad del error a partir de la prueba Shapiro-Wilks y de homocedasticidad de la varianza con la prueba Levenne, además de los métodos gráficos. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión 1.1 (Di Rienzo *et al.*, 2016).

**RESULTADOS Y DISCUSION:**

*Porcentaje de sodio intercambiable, pH y conductividad eléctrica.*

Dentro de las tres estepas hubo variabilidad entre microsítios en el PSI y el pH, pero solo en las estepas cobertura baja (ECB) y media (ECM) hubo un microsítios especie-específico con menor PSI y pH: en la ECB fue el de *Sporobolus pyramidatus* y en la ECM el de *Stafochloa berroi* (Figura 2). En la estepa cobertura alta (ECA) no hubo diferencia entre microsítios especie-específico, solo el suelo desnudo se diferenció significativamente con mayor PSI y pH (Figura 2). Esta mayor alcalinidad bajo suelo desnudo indica que la

cobertura es un factor determinante en el flujo vertical de sales sódicas en el suelo, afectando el pH en superficie (Di Bella *et al.*, 2015). La conductividad eléctrica (CE) se mantuvo siempre por debajo de  $4 \text{ dSm}^{-1}$ , tal como es esperable en estas estepas que se desarrollan sobre suelos no salinos o de salinidad moderada, pero siempre alcalino sódicos (León *et al.*, 1979). La CE no mostró variabilidad entre microsítios ni en la ECB ni en la ECA pero si hubo en la ECM ( $F=10,4 \text{ p}<0,01$ ), donde el microsítio de *S. berroi* tuvo significativamente menor CE ( $2,39 \pm 0,38$ ) respecto al de *D. scoparia* ( $2,76 \pm 0,26$ ) y el suelo desnudo ( $2,8 \pm 0,13$ ).



**Figura 2.** Estepa de halófitas cobertura baja (ECB), media (ECM) y alta (ECA), dentro de cada una se distinguen tres microsítios, dos corresponden a las especies que mayor aporte hacen a la cobertura vegetal y uno a suelo desnudo. En ECB las especies fueron *Sporobolus pyramidatus* y *Distichlis scoparia* y en ECA y ECM *Stafochloa berroi* y *D. scoparia*. Los cilindros muestran, en A) porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y en B) pH. Línea vertical sobre cada cilindro indica +D.E. Letras distintas indica diferencia entre microsítios de cada estepa (Tukey,  $\alpha < 0,05$ ). Notar que eje x no corta en cero al eje y.

### Carbono del suelo

El contenido total de carbono orgánico (CO) mostró variabilidad entre microsítios dentro de las tres estepas, pero solo en la ECB y ECM hubo diferencia significativa entre los microsítios especie-específico. En la ECB tuvo más CO el microsítio de *S. pyramidatus* y en la ECM el de *S. berroi*, en ambos casos el de *D. scoparia* no se diferenció al de suelo desnudo. En la ECA solo el suelo desnudo se diferenció con menor CO (Figura 3).

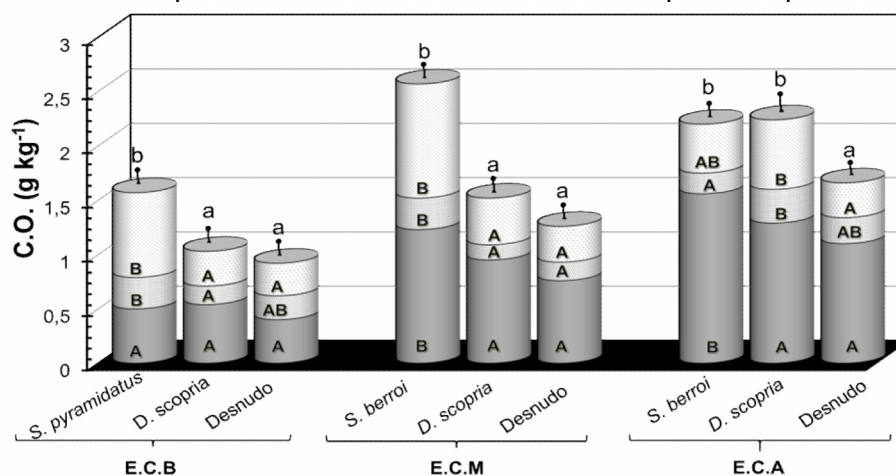
**-Fracción fina ( $\text{CO}_{\text{estable}}$ ).** La ECB no mostró diferencia de  $\text{CO}_{\text{estable}}$  entre microsítios, pero si sucedió en la ECM ( $F=13,7 \text{ p}< 0,01$ ) y ECA ( $F=23,6 \text{ p}< 0,01$ ). En estas últimas el microsítio de *S. berroi* tuvo más  $\text{CO}_{\text{estable}}$  (Figura 3).

**-Fracción media ( $\text{CO}_{\text{particuladoM}}$ ) y gruesa ( $\text{CO}_{\text{particuladoG}}$ ).** Las tres estepas mostraron diferencias entre microsítios en ambas fracciones, pero solo en las estepas bajo pastoreo (ECB y ECM) hubo un microsítio especie-específico con más  $\text{CO}_{\text{particuladoG}}$ . Dentro de la ECB fue el de *S. pyramidatus* y en la ECM fue el de *S. berroi*. Dentro de la estepa excluida al pastoreo -ECA- el  $\text{CO}_{\text{particuladoG}}$  no mostró diferencias entre microsítios especie-específico (Figura 3). El  $\text{CO}_{\text{particuladoM}}$  mostró un comportamiento similar al de  $\text{CO}_{\text{particuladoG}}$  en la ECM, pero distinto en la ECB y ECA (Figura 3).

En las ECB y ECM hubo un microsítio relacionados a una especie vegetal que resultó tener mayor stock de CO, esa especie fue *S. pyramidatus* en la ECB, más degradada, y *S. berroi* en la ECM. El mayor contenido de CO puede atribuirse al sustancial aumento de la fracción del  $\text{CO}_{\text{particuladoG}}$  en el caso del microsítio de *S. pyramidatus*, y de todas las fracciones en el de *S. berroi*. Dentro de ECA, excluida al pastoreo, no hubo diferencia entre microsítios especie-específico en el  $\text{CO}_{\text{particuladoG}}$ , pero si en el  $\text{CO}_{\text{estable}}$ . Por lo tanto, dentro del gradiente de las estepas, se puede advertir que la mayor cobertura vegetal homogeneizó la variabilidad del  $\text{CO}_{\text{particuladoG}}$  entre microsítios especie-específicos y, en sentido inverso, la menor cobertura homogeneizó la variabilidad del  $\text{CO}_{\text{estable}}$ .

La diferencia de  $\text{CO}_{\text{particuladoG}}$  entre microsítios especie-específico de las estepas bajo pastoreo -ECB y ECM- pueden resultar de un aporte diferencial (cantidad y/o calidad) de

residuo vegetal que hace *S. pyramidatus* y *S. berroi* respecto al que hace *D. scoparia*, ésta última con residuo más pobre. En tal caso, en un escenario como el de la estepa excluida al pastoreo -ECA-, con mucha cobertura y con una matriz de vegetación intrincada, es probable se pierda el efecto del aporte diferencial de residuo de una especie respecto a otra.



**Figura 3.** Estepa de halófitas cobertura baja (ECB), media (ECM) y alta (ECA), dentro de cada una se distinguen tres microsítios, dos corresponden a las especies que mayor aporte hacen a la cobertura vegetal y uno a suelo desnudo. En ECA y ECM las especies fueron *Stafochloa berroi* y de *Distichlis scoparia* y en ECB *Sporobolus pyramidatus* y *D. scoparia*. Los cilindro muestran el contenido de carbono orgánico (CO) compartimentalizado en tres fracciones fina (base del cilindro), intermedia (sección media) y gruesa (parte superior) medido en cada microsítio. Línea vertical sobre el cilindro indica +D.E. Letras mayúsculas distintas indican diferencias entre microsítios dentro de cada estepa para las distintas fracciones del CO y letra minúscula en el CO total (Tukey, α < 0,05).

Por otro lado, la diferencia de CO<sub>estable</sub> entre microsítios especie-específico en estepas con mayor cobertura -ECM y ECA-, puede mostrar el cumplimiento de estos dos supuestos: a) un aporte diferencial de residuo vegetal de *S. berroi* y b) una condición ambiental diferente a la que hay en la ECB, que propendería al proceso de humificación. La idea de pensar un ambiente más oxidativo en la ECB está relacionada al hecho del predominio de suelo desnudo, pero no debiera descartarse un posible efecto positivo que el animal tiene sobre la tasa de mineralización de los residuos vegetales (McNaughton et al., 1997). De este modo, en el escenario de la ECB con predominio de suelo desnudo y mayor actividad de pastoreo, los aportes de residuos diferenciales que hace *S. pyramidatus* afectan al flujo de CO<sub>particulado</sub>, pero dada la alta tasa de mineralización no se traduce en un incremento del CO<sub>estable</sub>. Por el contrario, el aporte de residuo diferencial que hace *S. berroi* en la ECM y ECA logra impactar positivamente en el CO<sub>estable</sub>, pero el intrincado de la vegetación en la ECA es lo que no permite distinguir diferencias del CO<sub>particulado</sub> entre microsítios especie-específico.

**CONCLUSIONES:** En el marco de los cambios encontrados a nivel vegetación y suelo tras la exclusión del ganado en la estepa de halófitas, los microsítios identificados por especie ocupante variaron su stock de carbono y halomorfismo. Las dos especies de interés fueron, *Sporobolus pyramidatus* en la estepa más degradada y *Stafochloa berroi* en la estepa con cobertura media. El microsítio suelo desnudo, tuvo en todos los caso menor contenido de carbono orgánico y mayores sodicidad y pH. El carbono del suelo expresó las diferencias entre microsítios, pero lo hizo en la fracción gruesa en la estepa con predominio de suelo desnudo y en la fina (CO<sub>estable</sub>) cuando la cobertura fue mayor.

#### BIBLIOGRAFIA:

Araujo, PI & AT Austin. 2015. A shady business: Pine afforestation alters the primary controls on litter decomposition along a precipitation gradient in Patagonia, Argentina. Jour. of Ecol. 103:1408-1420.

Burkart, SE., MF Garbulsky, CM Ghersa, JP Guerschman, RJC. León, M Oesterheld & SB Perelman. 2005. Las comunidades potenciales del pastizal pampeano bonaerense. En: La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Eds: M Oesterheld, MR Aguiar, CM Ghersa y JM Paruelo. Editorial FAUBA, 379-399.

Chaneton, EJ & RS Lavado. 1996. Soil nutrients and salinity after long-term grazing

Chaneton, EJ., JM Facelli & RJC León. 1988. Floristic changes induced by flooding on grazed and ungrazed lowland grasslands in Argentina. *J. Range Manage*, 41: 495-499.

Di Bella, CE, AM Rodriguez, E Jacobo, RA Golluscio & MA Taboada. 2015. Impact of cattle grazing on temperate coastal salt marsh soils. *Soil Use and Management*, 31: 299-307.

Duval, ME; JA Galantini; JO Iglesias; S Canelo; JM Martinez & L Wall. 2013. Analysis of organic fractions as indicators of soil quality under natural and cultivated systems *Soil Tillage Res.*, 131, pp.11-19.

Elkins, C, R Haaland & C Hoveland. 1977. Grass root as a tool for penetrating soil hardpans and increasing crop yields. En: Proceedings of the 34 th southern pasture and forage crop improvement conference. Auburn, Alabama, EEUU. 21-26.

exclusion in a Flooding Pampa grassland. *J. Range Manage*, 49:182-187.

Galantini J.A. 2005. Separación y análisis de las fracciones orgánicas. En: Manual "Tecnología en Análisis de Suelos: Alcances a laboratorios agropecuarios" (Eds. L. Marban y S. Ratto) AACCS. Capitulo IV parte 2, 95-106.

Jackson, ML. 1964. Chemical composition of soils. En: Chemistry of the Soil. Ed: F.E Bear. Am. Chem. Soc. Monograph 160, 2nd Edn. Reinhold, New York. 71-141.

Lavado, RS & MA Taboada. 1987. Soil salinization fluxes as an effect of grazing in a native grassland soil in the Flooding Pampa in Argentina. *Soil, Use and Management*, 4:143-148.

León, RJC, S Burkart & C Movia. 1979. Relevamiento fitosociológico del pastizal del Norte de la Depresión del Salado. Serie Fitogeográfica. INTA Buenos Aires, 17-90.

MacNaughton, SJ., FF Banyikwa & MM McNaughton. 1997. Promotion of the cycling of diet-enhancing nutrients by African grazers. *Science*, 278:1798-1800.

Otondo, J. 2011. Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable. Tesis Magister. Escuela para Graduados Alberto Soriano. FAUBA, Argentina. 100-136.

Perelman, SB, RJC León & M Oesterheld. 2001. Cross-Scale vegetation patterns of Flooding Pampa grasslands. *J. Ecology*, 89: 562-577.

Phillips, RE. 1984. Soil moisture. En: No-tillage agriculture. Principles and practices. Eds. RE Phillips & SH Phillips. Van Nostrand Reinhold Co., New York, USA. 66-86.

PROMAR (Programa de métodos analíticos de referencia). 1991. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo - Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. Carbono, Materia orgánica. pp. 25.

Puhl, LE, SB Perelman, WB Batista, SE Burkart & RJC León. 2014. Local and regional long-term diversity changes and biotic homogenization in two temperate grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 25: 1278–1288.

Qadir, M, JD Oster, S Schubert, AD Noble & KL Sahrawat. 2007. Phytoremediation of sodic and saline sodic soils. *Advances in Agronomy*, 96: 197-247.

Semple, WS, IA Cole & TB Koen. 2003. Performance of some perennial grasses on severely salinized sites on the inland slopes of New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43: 357-371.

Thompson, K., JP Grime & G Mason. 1977. Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature. *Nature*, 267: 147-149.

Vecchio, MC, RA Golluscio, MA Rodriguez, MA Taboada. 2018. Improvement of Saline-Sodic Grassland Soils Properties by Rotational Grazing in Argentina. *Rangeland Ecology & Management*, 71: 807-814.

Vecchio, MC, VRA Bolaños, RA Golluscio, MA Rodriguez. 2019. Rotational grazing and exclosure improves grassland condition of the halophytic steppe in Flooding Pampa (Argentina) compared with continuous grazing. *The Rangeland Journal*, 41: 1-12.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**CALIDAD FÍSICA Y FÍSICO QUÍMICA DEL SUELO EN PRODUCCIONES HORTÍCOLAS  
ORGÁNICAS DEL CINTURÓN VERDE DE BUENOS AIRES**

**Harris M.<sup>1</sup>, C. Alvarez<sup>2</sup>, D. Frezza<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Cátedra de Horticultura, Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Av San Martín 4453. CABA. C1417DSE. Correo de contacto: [mharris@agro.uba.ar](mailto:mharris@agro.uba.ar)

<sup>2</sup> Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires

**RESUMEN:** El Cinturón Verde de Buenos Aires es una zona de producción hortícola que rodea a la ciudad. Tradicionalmente se produce de manera convencional a campo y en invernadero. Los suelos presentan procesos de degradación -salinidad, sodicidad,- debido a la calidad del agua de riego y la fertilización, especialmente en invernadero. En los '90 surge la producción orgánica certificada, que por ley "*debe mantener o incrementar la fertilidad del suelo [...] para suministrar los nutrientes destinados a la vida vegetal*". Sin embargo, poco hay estudiado respecto a la calidad de los suelos en este tipo de producciones. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la fertilidad física y físico-química de suelos a campo y en invernadero de producciones orgánicas del Cinturón Verde. Se seleccionaron al azar 9 lotes a campo y 9 de invernadero de establecimientos de La Plata que certifican su producción. Se midió de 0-20 cm: materia orgánica (%), pH, conductividad eléctrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ), porcentaje de sodio intercambiable (PSI-%) e infiltración ( $\text{mm min}^{-1}$ ). El muestreo fue sistemático en zig-zag. Todos los lotes presentaron un valor de materia orgánica menor al 2,4%, inclusive algunos solamente 1%. A campo, además, el pH fue mayor a 8 en 3 lotes. En invernadero se observaron mayores limitantes: en 3 lotes el pH del suelo fue alcalino (mayor a 8) y el PSI de 12 a 14,5%. Como consecuencia, en 2 de esos tres lotes, la tasa de infiltración inicial fue extremadamente lenta, de 0,135 y 0,41  $\text{mm min}^{-1}$ . En otros tres lotes, la conductividad eléctrica fue de 5,25; 5,45 y 5,5  $\text{dS m}^{-1}$ . Los resultados observados no se corresponden a lo planteado por la ley sobre el mantenimiento o incremento de la fertilidad. Especialmente en invernadero, son suelos pobres en materia orgánica, salinos y salino-sódicos, procesos de degradación históricamente descriptos en producciones hortícolas convencionales de la zona.

**PALABRAS CLAVE:** limitantes de capacidad productiva, producción intensiva, invernadero, campo.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**COMPARACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS Y QUÍMICAS SOBRE UN SUELO CON NIVELES ALTOS DE SODIO. ENSAYO MACETERO**

**Ballestero J. <sup>1</sup>, M. Barbazán<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Profesor Ayudante y Estudiante de Maestría, Dpto Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay - [jballestero@fagro.edu.uy](mailto:jballestero@fagro.edu.uy).

<sup>2</sup> Profesora Adjunta, Dpto Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

**RESUMEN:** Un alto nivel de sodio (Na) en el suelo puede afectar en forma adversa algunas de sus propiedades. Una de las técnicas para disminuir este efecto es la aplicación de una fuente de calcio (Ca) que desplace al Na en el complejo de intercambio catiónico y, a su vez, forme sales muy solubles. El objetivo del trabajo fue evaluar distintas enmiendas químicas y orgánicas en un suelo con niveles relativamente altos de Na durante 90 días, en condiciones de invernáculo. Para la elaboración del ensayo, se tomaron aproximadamente 25 kg de los primeros 20 cm de un suelo con niveles de relación de adsorción de Na (RAS) de 4,52 ubicado en la Estación Experimental Mario Cassinoni (EMMAC), Paydandú, Uruguay. Se emplearon macetas para elaborar microlisímetros y cada 30 días se recolectó el lixiviado de 250 mL de agua desionizada. En cada maceta se colocaron 1000 g de suelo y se le aplicaron 5 enmiendas, por triplicado, en las dosis: 2250 kg ha<sup>-1</sup> de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>); 2500 kg ha<sup>-1</sup> de yeso (CaSO<sub>4</sub>); 2500 kg de yeso sumado a 40000 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol vacuno; 40000 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol vacuno; y 1525 kg ha<sup>-1</sup> de caliza (CaCO<sub>3</sub>); más el testigo. Se midió la concentración de Ca, Mg, K y Na en el lixiviado y en el suelo; pH (1:1 agua) y conductividad eléctrica (CE) (pasta saturada). El CaCl<sub>2</sub> tuvo una disminución en el RAS del 18 %, pero un aumento en la CE del 60 %. Los resultados del lixiviado y del suelo muestran que las enmiendas de yeso y yeso más estiércol fueron las que disminuyeron más el valor del RAS (en un 24 % aproximadamente, respecto del valor inicial) y del pH.

**PALABRAS CLAVE:** Solubilidad, lixiviación, microlisímetros.





**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**DISTRIBUCIÓN DE LA HUMEDAD EN UN SUELO BAJO RIEGO COMPLEMENTARIO  
OBTENIDA MEDIANTE EXPLORACIÓN ELETROMAGNÉTICA Y MODELADO 1D**

**Iseas M.S.<sup>1</sup>, S.J. Alonso<sup>1</sup>, C.M. Sainato<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Cátedra de Física, Departamento de Ingeniería Agrícola y Uso de la Tierra, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

**RESUMEN:** La Conductividad eléctrica aparente (CEap) ha demostrado ser una variable sensible no sólo a la salinidad sino también al contenido hídrico del suelo. Su utilización como parámetro en la evaluación de la infiltración en un suelo bajo riego requiere de cierta precisión en la determinación del volumen infiltrado. El objetivo fue analizar la distribución de la humedad del suelo modelando la CEap medida a través de sensores electromagnéticos en un lote agrícola bajo riego complementario con pivote central en la localidad de Suipacha, Provincia de Buenos Aires. En una transecta de 200 m que abarcó distintas zonas de humedad (ZH); “riego reciente”, “riego 48 hs antes” y “secano” (fuera del pivote), se determinaron 40 sitios de medición. En cada uno se midió la humedad volumétrica (HV) con sensor TDR y la Conductividad Eléctrica Aparente (CEap) del suelo con sensor electromagnético EMP400 con tres frecuencias de exploración. Luego mediante la inversión de los datos experimentales se obtuvo un modelo 1D de CEap en cada punto de medición en función de la profundidad con el software EM1DFC. Mediante interpolación lineal se obtuvo un modelo 2D a lo largo de la transecta. Se encontró una fuerte relación entre las variables HV y CEap con un  $R^2=0,82$ . El modelo 2D de la distribución de la CEap obtenido resultó similar al comportamiento de la humedad. Los mayores valores de de humedad y CEap se presentan en la zona de “riego reciente”, luego decrecen en la zona de “riego 48 hrs antes” y finalmente los menores se registran en “secano”. Se concluye que la inversión de los datos de CEap del suelo medida con sensor electromagnético constituye una buena y practica herramienta para predecir el contenido hídrico del suelo y resulta apropiado para reconocer zonas de humedad contrastantes.

**PALABRAS CLAVE:** Conductividad Eléctrica Aparente, Riego Complementario, sensor electromagnético, humedad volumétrica.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EFFECTO DEL  $\text{NaHCO}_3$  EN LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD DE FRUTOS DE PLANTAS DE TOMATE**

**Ganganelli I.M.<sup>1</sup>, M.L. Alegre<sup>1</sup>, M.Ch. Steelheart<sup>1</sup>, J. Vera Bahima<sup>1</sup>, G.J. Millán<sup>2</sup>, P. Baldet<sup>3</sup>, Ch. Rothan<sup>3</sup>, D. Just<sup>3</sup>, C. Brès<sup>3</sup>, C.G. Bartoli<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> INFIVE, Facultades de Ciencias Agrarias y Forestales y Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata-CCT CONICET La Plata, Argentina. [inti\\_ganga@hotmail.com](mailto:inti_ganga@hotmail.com); [carlos.bartoli@agro.unlp.edu.ar](mailto:carlos.bartoli@agro.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Centro de investigación de Suelos para la Sustentabilidad Agropecuaria y Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

<sup>3</sup> Fruit Biology and Pathology Research Unit, INRA, Bordeaux, Francia.

**RESUMEN:** El agua de riego utilizada en los invernáculos del Cinturón Hortícola del Gran La Plata (CHLP) tiene altos contenidos de sales y particularmente de  $\text{NaHCO}_3$ . Para conocer el impacto del  $\text{NaHCO}_3$  en la producción y calidad de frutos se cultivaron plantas de tomate, cv MicroTom, en hidroponía de acuerdo a valores de concentración medidos en agua de riego y suelos de invernáculos del CHLP (0, 5, 10 y 15  $\text{mg L}^{-1}$ ). Para determinar si el estrés oxidativo participa en la tolerancia a este creciente problema ambiental se utilizaron mutantes deficientes en ácido ascórbico, antioxidante central en las plantas. Se analizaron la biomasa de raíces, hojas y frutos, las concentraciones de diversos minerales, la actividad fotosintética y la transpiración. Se observó que el  $\text{NaHCO}_3$  afecta la conductancia estomática impactando negativamente sobre la fotosíntesis. La tasa de asimilación de  $\text{CO}_2$  mostró una mayor reducción que la velocidad de transporte fotosintético de electrones, incluso la liberación fotosintética de  $\text{O}_2$  en condiciones saturantes de  $\text{CO}_2$  fue escasamente afectada. Además, produjo una disminución del número de frutos y un aumento en el tiempo de maduración entre estadios verde a rojo. Se determinó que el principal desbalance iónico ocurre en las hojas que presentaron los valores más altos de sodio y menores de potasio respecto a otros órganos. Todo ello podría ser la causa de la disminución de la biomasa de la planta entera y particularmente de frutos. También se observó que plantas con menor concentración de ácido ascórbico son más sensibles que los silvestres a las concentraciones de  $\text{NaHCO}_3$  más altas. Tomados en su conjunto los resultados sugieren que una concentración de  $\text{NaHCO}_3$  como la medida en el agua de riego en el CHLP es suficiente para impactar negativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate.

**PALABRAS CLAVE:**  $\text{NaHCO}_3$ , frutos, tomate



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EFFECTO DEL RIEGO COMPLEMENTARIO EN EL SUDOESTE BONAERENSE SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO**

**Álvarez C.R.<sup>1\*</sup>, H. Rimski-Korsakov<sup>1</sup>, H.S. Steinbach<sup>1</sup>, A. Gonzalez<sup>1</sup>, F. Mayol<sup>1</sup>, J. Rosso Alba<sup>1</sup>, E. Sabatté<sup>1</sup>, G. Peralta<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. FAUBA. \* Contacto: alvarezc@agro.uba.ar

<sup>2</sup> CONICET

**RESUMEN:** En el Sudoeste Bonaerense el riego complementario es una práctica de adopción reciente. Cuando se utiliza agua de mala calidad puede salinizar y/o sodificar el suelo. El objetivo del trabajo fue determinar el impacto del riego complementario sobre propiedades físicas y químicas de los suelos. Se trabajó en 6 lotes pertenecientes a campos del Grupo de Riego del Sudoeste Bonaerense donde realizan riego complementario. Los tratamientos fueron Secano y Riego (corner y círculo de riego, respectivamente). En muestras de suelo de 0 a 10 y 10 a 20 cm de profundidad, se determinó: pH, conductividad eléctrica (CE) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Se midió infiltración, resistencia a la penetración (RP) (0-5, 5-10, 10-15 y 15-20 cm), densidad aparente (Dap) y humedad gravimétrica (HG) (0-5 y 10-15 cm). Se analizó los datos con Prueba de t apareada. El riego incrementó el pH de 0 a 10 cm (6,37 y 6,60) y el PSI en ambas profundidades (0-10 cm: 1,98 y 5,04% y 10-20 cm: 2,44 y 5,00%). La CE no mostró diferencias en ninguna de las profundidades (0,41 y 0,44 dS m<sup>-1</sup>, para 0-10 y 10-20 cm respectivamente). La infiltración en promedio fue de 85,6 y 67,6 mm h<sup>-1</sup> para Secano y Riego respectivamente, sin mostrar diferencias. La RP tampoco presentó diferencias. La HG promedio fue de 18,7 y 21,7% de 0-5 y 10-15 cm respectivamente, sin diferencias. La Dap del primer estrato fue similar en ambas situaciones (1,25 g cm<sup>-3</sup>, promedio) y 5% mayor en el tratamiento Riego de 10 a 15 cm (1,32 vs 1,39 g cm<sup>-3</sup>). Los valores de pH y PSI se incrementaron por el riego, sin alcanzar niveles críticos. Por otra parte, las propiedades físicas no presentaron un efecto o por el riego, posiblemente asociado con niveles de PSI no tan elevados.

**PALABRAS CLAVE:** porcentaje sodio intercambiable, conductividad eléctrica, propiedades físicas.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EVALUACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS SOBRE EL SUELO Y CULTIVOS HORTÍCOLAS PROTEGIDOS**

**Larrieu L.<sup>1</sup>, M. Cuellas<sup>2</sup>, A.E. Pellegrini<sup>1</sup>, M. Alconada Magliano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Catedra de Edafología, Facultad de Cs Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. larrieu@unlp.edu.ar

<sup>2</sup> AEA La Plata, EEA INTA AMBA

**RESUMEN:** Los sistemas de producción hortícola emplazados en el cinturón hortícola platense tienen como práctica habitual la incorporación de camas de pollo sin un control estricto en cuanto a dosis y consecuencias en el suelo, producción y ambiente. El objetivo fue evaluar el efecto que produce la aplicación de cama de pollo fresca y compostada sobre la salinidad, alcalinidad, carbono orgánico (CO) del suelo, y en el rendimiento de dos cultivos hortícolas bajo cubierta plástica, sin la aplicación de fertilizantes sintéticos. En un invernáculo instalado sobre un suelo *Hapludert típico*, se compara: T1, testigo sin enmiendas; T2, cama de pollo fresca en dosis conforme se efectúa en la región (40 t.ha<sup>-1</sup>); T3, compost de cama de pollo, dosis equivalente al contenido de materia orgánica del T2; y T4, compost en doble dosis del T3. Se aplican en dos años consecutivos, antes de la implantación del cultivo de lechuga (2015) y de tomate (2016). Se muestreó el suelo a 0-10 y 10-20 cm de profundidad al inicio (M1) y final del ensayo (M2). El CO a 0-10 cm en ambas fechas aumentó significativamente en T4 sólo respecto al T1 (testigo). El pH, CE y RAS, no difieren significativamente en ninguna fecha y profundidad entre tratamiento, pero sí varían entre fechas de muestreo en todos los casos, no siendo entonces atribuible al tratamiento. El pH aumenta hacia M2, y la CE y RAS disminuye hacia M2. Es posible atribuir el cambio de pH y RAS a la calidad del agua de riego, y la disminución de la CE a que no se aportaron fertilizantes. La alta CE de los abonos no modificó la salinidad general. El rendimiento del cultivo de tomate (2016) fue el único que aumentó significativamente en el T4, asociado posiblemente a la disminución de la CE y aumento de CO.

**PALABRAS CALVE:** salinización, enmienda, tomate protegido.

**INTRODUCCIÓN:**

El Cinturón Hortícola del Gran La Plata es el que produce la mayor parte de la producción flori-hortícola del Cinturón Metropolitano, siendo la producción a campo e invernáculo. En estos últimos se utiliza un alto número de insumos, con laboreo intensivo del suelo y fertirriego, que conducen a degradaciones edáficas tales como salinización, alcalinización, pérdida de materia orgánica, estructura y disminución de la permeabilidad, con desequilibrios nutritivos y reducción de rendimientos. Esta situación se intenta revertir sin lograrlo e incrementando los costos, con un mayor uso de fertilizantes y abonos orgánicos (Ponceta *et al.*, 2006; Alconada *et al.*, 2011). Uno de los abonos orgánicos más utilizados en la región es la cama de pollo fresca (estiércol en cascara de arroz) teniendo como finalidad mejorar la estructura y la permeabilidad edáfica. Sin embargo, se agregan sin control en relación a dosis, frecuencia y sin considerar los efectos que tienen en el suelo, la producción y el ambiente al aportar también sales, nutrientes e incluso patógenos (Alconada *et al.*, 2019). FAO (2010) recomienda el tratamiento de estiércoles previo a su aplicación y dosis de 40 t.ha<sup>-1</sup>. Cabe indicar que esta dosis no ha sido científicamente probada y en la región, llegan hasta duplicarse en el año. Se plantea entonces, la necesidad de mejorar la producción intensiva y particularmente el uso de abonos orgánicos. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de cama de pollo fresca y compostada sobre algunas propiedades del suelo Hapludert típico y en el rendimiento de cultivos protegidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS:

El ensayo se realizó en la Chacra Experimental de Gorina, Ministerio de Asuntos Agrarios, provincia de Bs. As., en un invernáculo parabólico, sobre un suelo Hapludert típico. El riego fue por goteo (sin fertilizantes) y las características del agua de riego fueron: pH 7,6; CE 0,75 dS m<sup>-1</sup>; RAS 5,8. Se cultivó en 2015 lechuga (*Lactuca sativa var Lores*) y tomate (*Solanum Lycopersicum*), y en 2016 solo tomate. Se efectuaron dos aplicaciones de enmienda, el 22/04/15 (previo a la lechuga) y el 15/8/16 (previo al tomate). Los tratamientos fueron: T1: testigo; T2: cama de pollo fresca (40 t.ha<sup>-1</sup>); T3: compost de cama de pollo, dosis correspondiente al contenido de materia orgánica del T2; y T4: compost de cama de pollo con doble dosis del T3. Se muestreó el suelo superficialmente a 0-10cm (desarrollo de raíces, horizonte A) y sub-superficialmente a 10-20 cm (sin raíces abundantes, inicio del Bt), en dos fechas, al inicio del ensayo (M1, 20/05/15) con lechuga y fin del ensayo (M2 fecha 15/03/17), con tomate.

**Determinaciones de laboratorio:** Tanto al suelo como las enmiendas orgánicas se les determinaron carbono orgánico por Walkey y Black (CO %), pH en pasta, conductividad eléctrica en extracto de pasta saturada (CE dS m<sup>-1</sup>), relación de adsorción de sodio (RAS) (SAMLA, 2004). A su vez, a las enmiendas se les determinaron Nitrógeno Total (micro kjeldahl %) Fosforo (Bray Kurtz N°1 ppm) y presencia de metales pesados (datos no presentados).

**Diseño y análisis estadístico:** ANOVA para un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, total 16 parcelas. Prueba de F test unilateral (p 0,05 -0,01) entre tratamientos y entre fechas de muestreo. Comparación de medias por Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSION:

Las características de las enmiendas agregados se presentan en la Tabla 1. Se aprecia que si bien ambos materiales son muy salinos, alcalinos y con elevado contenido de CO, disminuye al ser compostado. Igualmente, continúa siendo una fuente importante de sales y CO. Los contenidos de micronutrientes y elementos contaminantes (Ni, Pb, Cd, Zn, Fe, Cu y Mn, datos no presentados) son también menores en el material compostado que en el fresco. Si bien, las concentraciones no se encuentran en niveles tóxicos, son suficientemente elevados como prever una acumulación en el suelo. Se destaca el aporte de P que favorecería la hiperfertilización característica de la región (Alconada *et al.*, 2000).

Tabla 1 Composición de las enmiendas ensayadas

Determinación	Unidades	Cama de Pollo Fresca	Cama de Pollo compostada
pH pasta		8,88	6,74
CE	(dS.m <sup>-1</sup> )	23,6	14,9
CO	[%]	44	23
Nt	[%]	2,1	1,9
P Bk	[ppm]	142	181
RAS		54,8	11,8

En la Figura 1 se presentan los valores de CO (%) para los tratamientos y el testigo en las dos fechas de evaluación y profundidad de muestreo. Hubo diferencias significativas en superficie del T4 respecto al testigo (T1) al inicio (M1) y al final del ensayo (M2). En ambas fechas, el T2 y T3 no difieren del T4, ni del T1. Se destaca que el T2, cama fresca, mantiene un valor de CO muy próximo al testigo. Esto es coincidente con Campitelli (2010) quien encuentra aumentos de CO cuando las enmiendas orgánicas son compostadas. A 10-20 cm no hubo diferencias significativas en ningún caso, muy posiblemente debido a la dificultad de incorporación de los materiales ensayados en el Bt muy arcilloso.

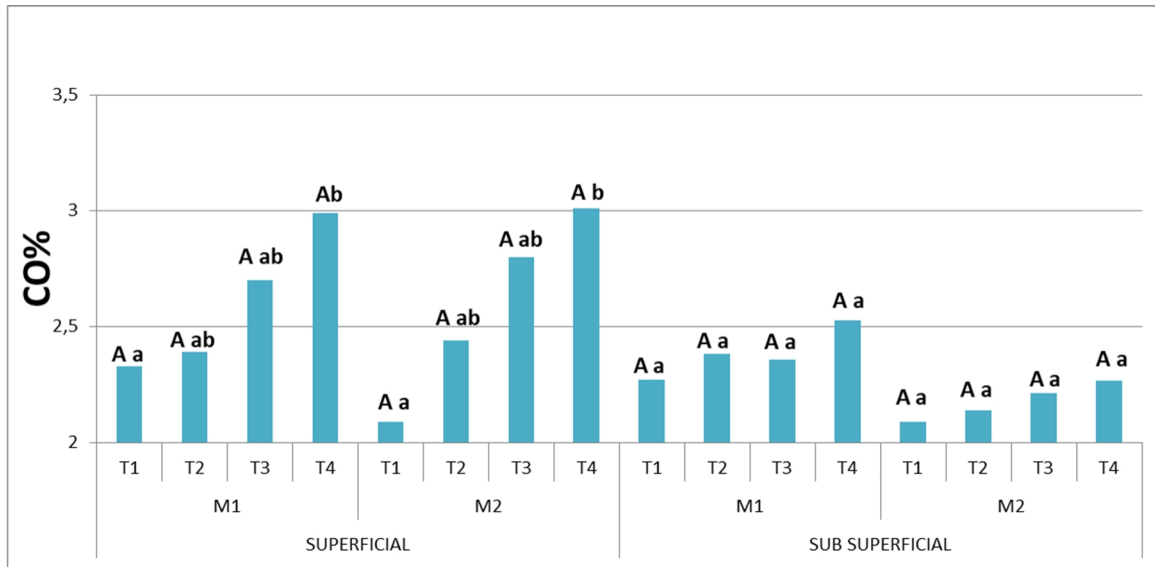


Figura 1. Carbono orgánico (CO%) promedio a 0-10 cm (superficial) y 10-20 cm (subsUPERFICIAL) en M1 (inicio) y M2 (final del ensayo). Diferentes letras minúsculas, diferencias significativas entre tratamientos, y mayúsculas entre fechas para cada tratamiento ( $p < 0,05$ ).

En la Figura 2 se presentan los valores promedio de pH para ambas fechas y profundidades, El pH no difiere entre tratamientos en M1 ni M2, pero aumentó significativamente en todos los sitios hacia final de ciclo (M2), superando en general una unidad de pH. Así se destaca el testigo donde el pH a 0-10 cm fue de 6,7 en M1, y 8,0 en M2. Consecuentemente, la alcalinidad no puede ser atribuido al tratamiento, siendo posible explicarlo por el momento del cultivo, época de muestreo y calidad del agua de riego (pH 7,6).

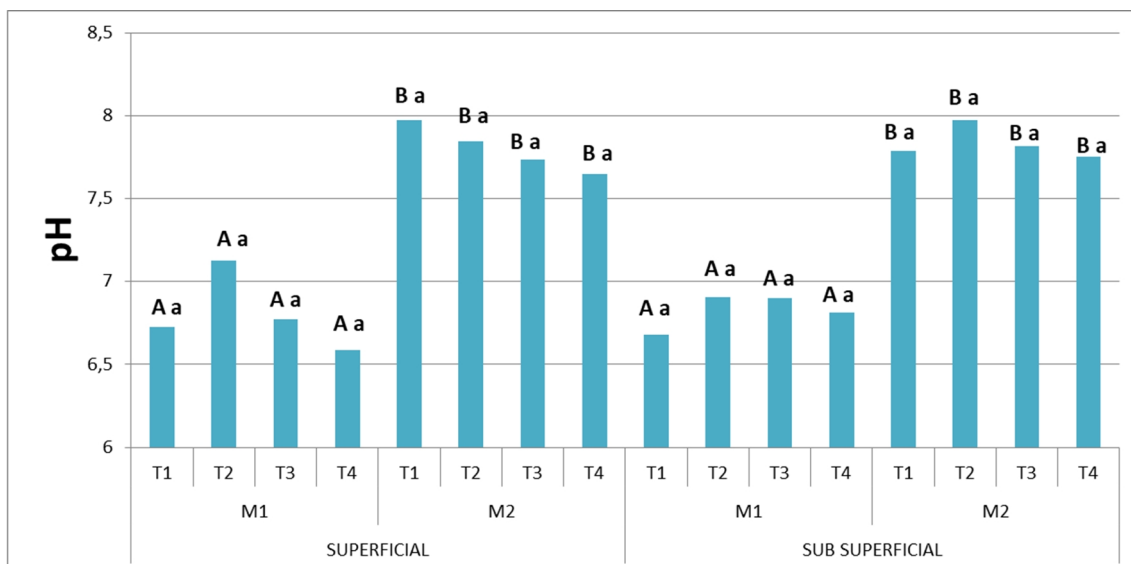


Figura 2. Valores promedio de pH al inicio (M1) y final del ensayo (M2) a 0-10 y 10-20 cm de profundidad. Diferentes letras minúsculas, diferencias significativas entre tratamientos, y mayúsculas entre fechas para cada tratamiento ( $p < 0,05$ ).

En la Figura 3 se presenta la salinidad promedio medida en CE ( $\text{dS m}^{-1}$ ) en todos los sitios al inicio y final del ensayo. Se observa tanto a 0-10 cm como a 10-20 cm que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las dos fechas, pero si la hubo entre fechas para todos los tratamientos. Respecto a la falta de significancia estadística entre tratamiento en M1, aun teniendo un valor promedio de CE en T4 de  $9,0 \text{ dS m}^{-1}$ , puede ser debido al elevado coeficiente de variabilidad de las muestras que integran dicho valor

promedio (CV 57%). El muestreo en M1 fue a los pocos días del agregado de un volumen elevado de abono principalmente en T4 (doble dosis). La disminución de salinidad que se produce en todos los tratamientos y en ambas profundidades, pudo deberse a que no hubo otras fuentes de sales, dado que no se aplicaron fertilizantes por dos años. Es de destacar, que aun sin diferenciarse estadísticamente del resto, en T3 la salinidad resulta menor. No obstante la disminución de salinidad ocurrida en M2 esta se mantiene en valores superiores a los del suelo en su condición natural ( $< 1 \text{ dS.m}^{-1}$ ), y se corresponde con la salinización general indicada para estos sistemas productivos en la región (Alconada y Zembo, 2000). Se aprecia entonces, que el agregado de enmiendas orgánicas a pesar de su alta salinidad (Tabla 1), no agudizó el problema de salinización del suelo estudiado, con más de 10 años en producción intensiva conforme manejos tradicionales, pero tampoco mejoró las condiciones edáficas de modo de permitir disminuir dicha salinidad. Como se indicó al inicio de este trabajo, la finalidad del agregado de estiércoles en la región, es mejorar el drenaje a fin de disminuir la salinidad-alcalinidad.

En relación a la salinidad del agua de riego utilizada en la región y en el presente estudio en particular, resulta en general baja y la acumulación en superficie se asocia principalmente al manejo (Alconada y Zembo, 2000). Asimismo, es importante señalar para el suelo Hapludert típico con manejo intensivo, que se caracteriza por presentar una muy elevada variabilidad en la salinidad debido a variaciones importantes en la humedad edáfica en función del riego, condiciones climáticas, y por ser un suelo con un régimen de humedad extremo (propiedades vérticas y elevado Na) (Alconada *et al.*, 2019).

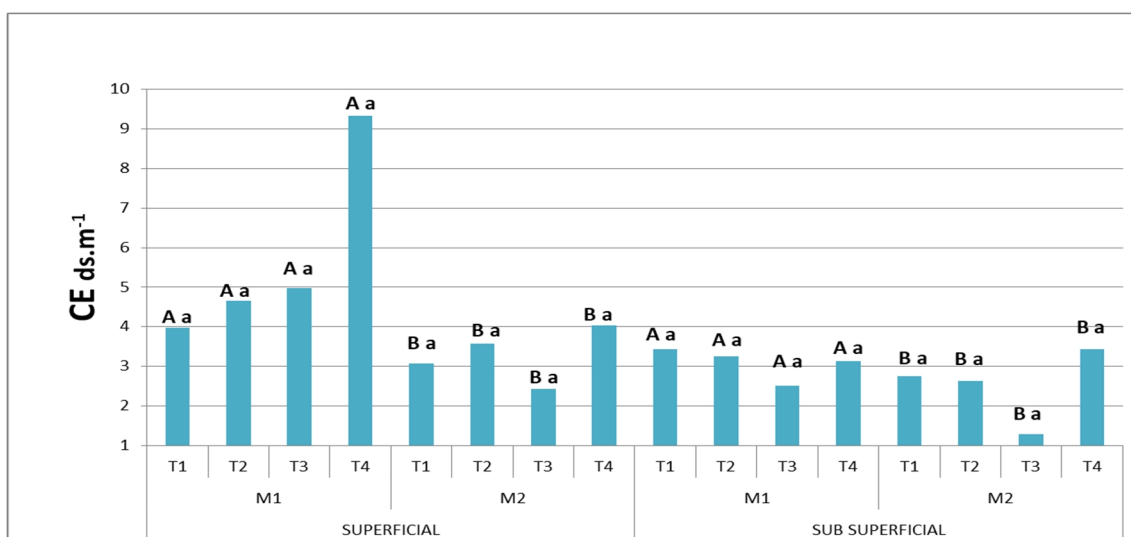


Figura 3. Conductividad eléctrica promedio (CE) a 0-10 y 10-20 cm de profundidad al inicio (M1) y final del ensayo (M2). Diferentes letras minúsculas, diferencias significativas entre tratamientos, y mayúsculas entre fechas para cada tratamiento ( $P < 0,05$ ).

En la Figura 4 se presentan los valores promedio de RAS al inicio y final del ensayo en todos los sitios analizados, En ninguna de las dos fechas hubo diferencias significativas entre tratamientos pero si las hubo entre fechas de muestreo para todos los tratamientos ( $p < 0,05$ ). Al igual que lo comentado para la CE, la ausencia de significancia en M1 puede ser debida al elevado CV de los valores promedios presentados (CV 73 % a 0-10cm y CV 95 a 10-20 cm). Asimismo, la RAS disminuye hacia M2 pero se mantiene elevada, en valores superiores a las condiciones del suelo natural. El agua de riego tuvo una RAS de 5,8, y al igual que lo comentado para este y otros suelos de la región, la RAS de estos suelos puede ser sólo parcialmente controlada con el manejo debido a que la RAS del agua es en general elevada (Alconada y Zembo, 2000; Cuellas y Alconada, 2018).

Se aprecia entonces, que las enmiendas utilizadas aportan sodio y sales solubles que se hicieron muy evidentes en M1 en las variables RAS y CE, y si bien al final del ensayo disminuyen sus valores significativamente se mantienen en valores superiores a las del suelo natural. Esta disminución podría deberse a un proceso de lavado de elementos

solubles, asociado al manejo del riego o debido a que no se aportaron fertilizantes de síntesis durante el ensayo.

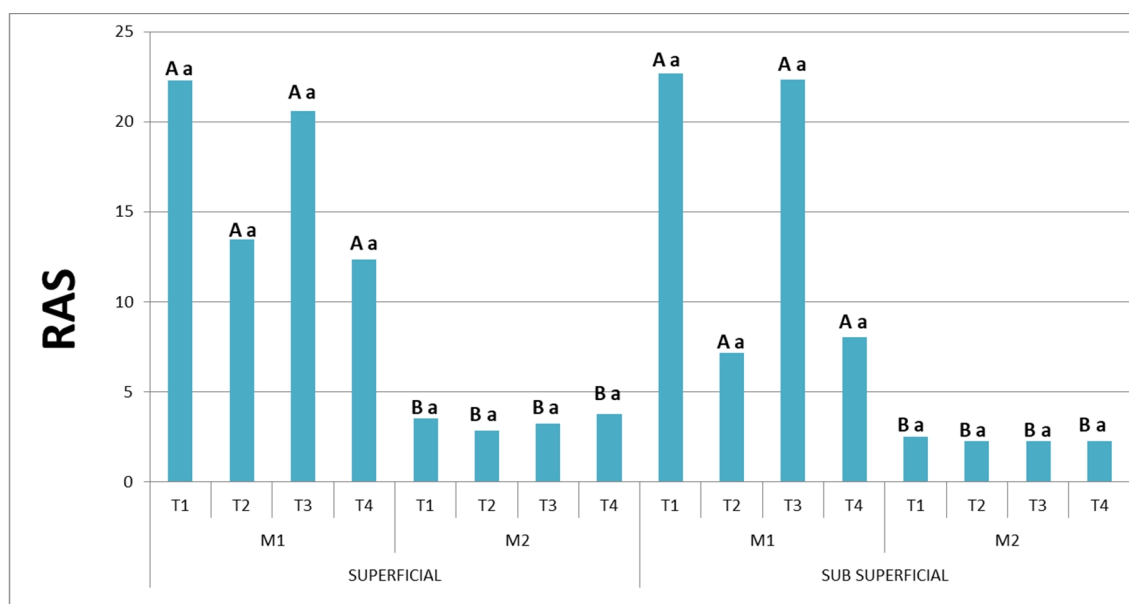


Figura 4. RAS promedio en superficie (0-10 cm) y subsuperficial (10-20 cm), al inicio (M1) y final del ensayo (M2). Diferentes letras minúsculas, diferencias significativas entre tratamientos, y mayúsculas entre fechas para cada tratamiento ( $p < 0,05$ ).

**Rendimiento de los cultivos:** El cultivo de lechuga implantado como primer cultivo (se corresponde con M1), no presentó diferencias significativas entre tratamientos. El rendimiento promedio varió entre 23,3 y 24,5 t.ha<sup>-1</sup>. El suelo presentó desde el inicio un contenido de nutrientes elevados e incluso una situación de hiperfertilización en fósforo extractable (> 200 ppm) (Calandrelli y Falcón, 2018) siendo además elevado el contenido de CO. Se destaca, que el cultivo de lechuga es muy sensible a la salinidad, siendo la salinidad óptima de crecimiento inferior a 1,25 dSm<sup>-1</sup> (Nuez *et al.*, 2003), Ünlükara *et al.* (2010) determinaron que a partir de 1,1 dS m<sup>-1</sup>, por cada unidad de CE que se aumente, la lechuga reduce su rendimiento en aproximadamente un 9-10%. En el presente estudio en todos los sitios los valores fueron en general superiores (Figura 3).

Respecto al primer cultivo de tomate, que se implantó a continuación de la lechuga, no hubo tampoco diferencias significativas entre los tratamientos (Úngaro, 2017). Sin embargo, en el cultivo plantado en el segundo año, el T4 se diferenció significativamente ( $p < 0,05$ ) del tratamiento 3, cuyos rendimientos fueron 133 t.ha<sup>-1</sup> y 94 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Si bien, el cultivo de tomate tienen mayor tolerancia salina (umbral 2,0 dS m<sup>-1</sup>) que el cultivo de lechuga (Nuez *et al.*, 2003), los valores medidos en el presente estudio pueden comprometer su desarrollo y producción por efectos directos sobre el cultivo o en el suelo (Alconada *et al.*, 2019). Maggio *et al.*, (2007) indican que el tomate reduce un 6% su rendimiento por cada unidad de CE que se incrementa a partir de los 2,5 dS m<sup>-1</sup>.

## CONCLUSIONES:

Si bien hubo una tendencia a mayor contenido de CO % con el agregado de enmiendas, solo resultó estadísticamente significativo con el compost aplicado en mayor dosis. No hubo diferencias significativas en la salinidad y alcalinidad atribuible a los tratamientos ensayados. Disminuye la CE y RAS luego de dos años de ensayo, y aumenta el pH en todos los sitios. Esto se vincula a que no se realizaron fertilizaciones. No obstante, la salinidad y alcalinidad resulta mayor que la condición del suelo natural debido a la composición química de los abonos, calidad del agua de riego y manejo. No hubo diferencias en el rendimiento del cultivo de lechuga debido a que la salinidad se mantuvo elevada. Por el contrario, en el segundo cultivo de tomate, se observó un mayor rendimiento con el material compostado en doble dosis. Esto se corresponde con un mayor contenido de CO y a una disminución de la CE. Futuras investigaciones deberán realizarse a fin de establecer la forma en que los



compost pueden ser utilizados en reemplazo de los fertilizantes de síntesis y controlar que no se constituyan en fuentes de sales y otros contaminantes.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

- Alconada M., L. Giuffrè L., Huergo C., Pascale, 2000. Hiperfertilización con fósforo de suelos Vertisoles y Molisoles en cultivo de tomate protegido. En Avances en Ingeniería Agrícola 1998-2000. Ed. Facultad de Agronomía, UBA. 343-347p.
- Alconada M., J. Zembo, 2000. Influencia cualitativa del riego con aguas subterráneas en suelos con producciones intensivas a campo y en invernáculo. 1er Joint World Congress on Groundwater. Brasil.
- Alconada M., M. Cuellas, P. Poncetta, S. Barragán, E. Inda, A. Mitidieri. 2011. Fertirrigación en cultivo de tomate protegido: I- Nutrición nitrogenada. Efectos en el suelo y en la producción. <http://www.horticulturaar.com.ar/buscador.php>
- Alconada M., M. Garbi S., Martínez, 2019. Producción intensiva flori-hortícola sustentable en el Gran La Plata. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73390/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73390/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Calandrelli L., M.L. Falcón, 2018. Evaluación de enmienda orgánica sobre el suelo y cultivo protegido (*Lactuca sativa*). Tesis de grado, FCyF UNLP. [http://dnrct02.mincyt.gob.ar/vufind/Record/SEDICI\\_ce22d298c496987771c2dedbc9db5ea6](http://dnrct02.mincyt.gob.ar/vufind/Record/SEDICI_ce22d298c496987771c2dedbc9db5ea6)
- Campitelli, A.P., 2010. Calidad de compost y vermicompost para su uso como enmiendas orgánicas en suelos agrícolas. Tesis doctoral. UNC. Córdoba. Argentina.
- Cuellas M., M. Alconada, 2018. Drenes subsuperficiales: control de la salinización edáfica en producciones intensivas bajo cubierta. Revista RIA 44 (1): 60-69. <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/ria/article/view/9357>
- FAO. 2010. Publicado en internet, disponible en <http://www.fao.org/newsroom/es/news/>.
- Maggio A., G. Raimondi, A. Martino, and S. De Pascale. 2007. Salt stress response in tomato beyond the salinity tolerance threshold. Environmental and Experimental Botany 59:276–282.
- Nuez F, G Ortega & J. Costa. 2003. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. 607 p. Mundi Prensa, Madrid, España.
- Poncetta P., M. Alconada, R. Lavado, 2006. Producción de tomate protegido en suelos decapitados con diferentes planes de fertirrigación. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Salta. N° 481.
- SAMLA. 2004. Recopilación de técnicas de laboratorio. Formato CD-ROM. ISBN 987-9184-40-8.
- Úngaro S., 2017. Evaluación de enmiendas orgánicas (compostadas y sin compostar) en las propiedades físicas y formación de humus en suelos Vertisoles y en el cultivo de tomate protegido (*Lycopersicon esculentum*). Tesis de grado, FCsAg y Fs, UNLP. [http://dnrct02.mincyt.gob.ar/vufind/Record/SEDICI\\_821b7b6d257b5157fc60c5dc36f3e9f8](http://dnrct02.mincyt.gob.ar/vufind/Record/SEDICI_821b7b6d257b5157fc60c5dc36f3e9f8).
- Ünlükara, A., B. Cemek, S. Karaman, and S. Erşahin. 2010. Response of lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) to salinity of irrigation water. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 36(4):265-273.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**EVALUACIÓN DE TRES MODALIDADES DE RIEGO EN CULTIVO DE ALCAUCIL (*Cynara cardunculus* var. *scolymus*) INOCULADOS CON ALGAS Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO**

**Chale W.R<sup>1</sup>, S. Martínez<sup>2</sup>, J. Pomés<sup>3</sup>, M. Garbi<sup>1,3</sup>, M.A. Masi<sup>3</sup>, C. Zanek<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Profesor adjunto Riego y Drenaje UNNOBA y Ayudante Diplomado Facultad de ciencias Agraria y Forestales. UNLP

<sup>2</sup> Profesora titular Horticultura y Floricultura Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires

<sup>3</sup> Integrantes del curso de Horticultura y Floricultura de la Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires

<sup>4</sup> Universidad Nacional de Lujan

**RESUMEN:** En Junín, Pcia de Bs. As., se pretende introducir el cultivo de alcaucil como alternativa de los cultivos tradicionales; para ello se condujo en el campo experimental de la UNNOBA, un ensayo trasplantado el 15 de abril de 2017 con el híbrido Artemysa F1. Se evaluó el efecto de tres sistemas de riego sobre el rendimiento de alcaucil inoculado. El agua tenía una salinidad de 0,85 ds/m, una alcalinidad total de 215mg/l y un valor de dureza media. Para su estudio se implementó un diseño de parcelas subdivididas donde la parcela principal fueron los sistemas de riego: riego gravitacional (R1); riego por goteo superficial (R2) y riego por goteo subterráneo (R3) y las subparcelas a dos tratamientos, un testigo (T) sin tratar y otro inoculado con el extracto de algas (T1), en parcelas de tres plantas con tres repeticiones. Tanto T y T1 tuvieron los tres sistemas de riego. Cintas de riego marca Toro con goteros a 20 cm. En el riego subterráneo fueron enterradas a 20 cm de profundidad. El extracto de alga fue aplicado por aspersión sobre el follaje al trasplante y se realizó un refuerzo a los 15 días. Se contabilizaron el número y peso de los capítulos cosechados. Se utilizó el Test de Tukey  $p=0,05\%$  para discernir diferencias. Analizados los datos no se observaron diferencias significativas sobre el rendimiento ni entre las plantas inoculadas y testigos, sin embargo hubo una tendencia a mayor rendimiento, en R1 y R3, lo mismo ocurrió con T1. La utilización de los extractos de algas resultó promisorio, y por la época de trasplante es menester ajustar los sistemas de riego en las fechas recomendadas por las empresas proveedoras de plantines. Se recomienda repetir análisis de suelo por posibles cambios en su constitución química.

**PALABRAS CLAVES:** Riego, Alcaucil, algas, aguas alcalinas



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**IMPACTO DEL RIEGO COMPLEMENTARIO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL SUELO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

**Peralta G. <sup>1\*</sup>, B. Agosti<sup>2</sup>, R.C. Gil<sup>3</sup>, H. Rimski Korsakov<sup>4</sup>, C.R. Alvarez<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> CONICET - \* Contacto: guillermoeperalta@gmail.com

<sup>2</sup> Sistema Chacras - AAPRESID

<sup>3</sup> INTA – Instituto de Suelos

<sup>4</sup> Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. FAUBA.

**RESUMEN:** El uso de riego puede afectar negativamente al suelo si el agua es de calidad deficiente. Se propuso el objetivo de evaluar el impacto del riego sobre propiedades físicas y químicas de los suelos. El estudio se realizó en tres establecimientos de los partidos de Salto y Chacabuco, provincia de Buenos Aires donde utilizan riego complementario para producción de semilla. Se establecieron dos tratamientos: secano y riego, correspondiendo a las posiciones de corners y dentro del círculo de riego, respectivamente. Se midieron variables físicas: densidad aparente (DAP, método del cilindro), resistencia a la penetración (RP, penetrómetro manual) e infiltración básica (IB, permeámetro de disco) de 0-10 cm y de 10-20 cm de profundidad. También se midieron variables químicas: pH (agua 1:2,5, Potenciométrico), conductividad eléctrica (CE, conductimétrico) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI, fotometría de llama), de 0-20 cm. Las propiedades físicas no mostraron diferencias entre los tratamientos en ninguna de las profundidades evaluadas. En promedio, la RP fue de 0,71 y 1,38 MPa, la IB de 36,52 y 24,99 mm h<sup>-1</sup> y la DAP de 1,23 y 1,39 t m<sup>-3</sup>, para las profundidades de 0-10 y 10-20 cm, respectivamente. A diferencia de las propiedades físicas, las determinaciones químicas evidenciaron efecto del riego. El riego incrementó significativamente los valores de pH y PSI ( $p < 0,05$ ) y mostró una tendencia a incrementar la CE ( $p = 0,06$ ). Los valores de pH fueron de 5,87 y 6,6, de PSI 1,89 y 4,88% y de CE de 0,09 y 0,1 dS m<sup>-1</sup>, para los tratamientos secano y riego respectivamente. Puede apreciarse que las variables químicas se incrementaron por el uso de riego, sin embargo, los valores de dichas variable no llegaron a ser críticos. Posiblemente por lo anterior las propiedades físicas no evidenciaron cambios ante el uso del riego.

**PALABRAS CLAVE:** riego, propiedades físicas y químicas, deterioro del suelo.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**SUELOS HALO-HIDROMÓRFICOS: EFECTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA SOBRE EL COMPORTAMIENTO GERMINATIVO DE POSIBLES ESPECIES FITORREMIADORAS**

Vanier M.<sup>1</sup>, P.A. Del Fueyo<sup>2</sup>, O.S. Heredia<sup>1</sup>, A. Tarditti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Edafología; <sup>2</sup> Laboratorio de Calidad de Semillas. Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453, 1417 CABA. [vanier@agro.uba.ar](mailto:vanier@agro.uba.ar)

**RESUMEN:** El aumento de los procesos de salinización es una problemática de importancia debido al condicionamiento para la agricultura. En Argentina una zona susceptible se encuentra en el SE de la provincia de Córdoba, en la Pampa Húmeda, donde la principal fuente de sales es la napa freática. El campo bajo estudio está ubicado en el Dpto. de Unión, Córdoba, en el que se localizan zonas agrícolas y marginales con presencia de sales en superficie. El objetivo del trabajo es evaluar el grado de salinización del ambiente e identificar especies viables para la fitorremediación, a través del estudio del comportamiento germinativo de especies tolerantes a la salinidad. Se tomaron muestras de suelo y agua subterránea, en el ambiente salino. Se analizó conductividad eléctrica (CE) en pasta de saturación y pH (1:2,5) en suelo, pH y CE del agua subterránea. Se realizaron estudios de germinación con agua subterránea, y diluciones de la misma. Se ensayó con las especies: *Lolium multiflorum*, *Festuca arundinacea*, *Thynopyrum ponticum*, *Hordeum vulgare* y *Chenopodium quinoa*. Los suelos presentaron pH ligeramente alcalino y CE > 2dSm<sup>-1</sup>, alcanzando valores extremos de 20,9 dSm<sup>-1</sup> en superficie; napa a 60 cm de profundidad, CE > 16 mS.cm<sup>-1</sup>. La capacidad germinativa fue mayor al 80 % para *L. multiflorum*, *F. arundinacea* y *Ch. quinoa*; *H. vulgare* igual a 67 % y *Th. Ponticum* 50 %. Se observó retraso en la germinación según un gradiente de concentraciones salinas. La germinación es una etapa del desarrollo de la planta muy sensible a la salinidad, el retraso germinativo observado podría ser un buen bioindicador, aún en especies que presentaron altos porcentajes de germinación. Para la recuperación del ambiente salino podría utilizarse una mezcla de *L. multiflorum*, *F. arundinacea* y *Th. Ponticum*. *Ch. quinoa* resulta prometedora como especie productora de alimentos en ambientes de alta salinidad.

**PALABRAS CLAVE:** salinidad, fitorremediación, germinación.



**VI Congreso de la Red Argentina de Salinidad**  
**Los diferentes ambientes salinos y alcalinos.**  
**El análisis de su desafío en diferentes escalas de percepción.**  
**22 al 25 de julio de 2019**  
**Facultad de Agronomía UBA**



**TOLERANCIA A SALINIDAD DE ONCE VARIEDADES ORNAMENTALES DEL  
GÉNERO *Glandularia***

**Zevallos D.<sup>1</sup>, M. Di Filippo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, C1417DSE CABA, Argentina. [zevallos@agro.uba.ar](mailto:zevallos@agro.uba.ar)

<sup>2</sup> Instituto de Floricultura, CIRN, INTA, Nicolás Repetto y de los Reseros s/n, (1686) Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. [difilippo.marina@inta.gob.ar](mailto:difilippo.marina@inta.gob.ar)

**RESUMEN:** Para el sector florícola, el acceso a un recurso hídrico de calidad es fundamental en el proceso de producción. Sin embargo, a partir de la creciente demanda poblacional y los cambios en el uso del suelo, la calidad y disponibilidad de dicho recurso se vieron afectados debido a un aumento en la concentración de sales. En este marco, impera la necesidad de seleccionar cultivares que presenten mayor tolerancia ante condiciones de salinidad y, a su vez, posean valor ornamental. El objetivo del presente trabajo fue determinar la tolerancia a la salinidad de once variedades del género *Glandularia* cultivadas en maceta. Se realizaron dos tratamientos, uno salino (riego con solución 80 mM de NaCl) y un tratamiento control con ausencia de dicha sal (0 mM NaCl). Bajo salinidad, las variedades Platensis Santiago, Hana Magenta, Natalí Violeta y Blanca Bariloche sufrieron una disminución de su peso seco aéreo mayor al 50 %, con respecto al tratamiento testigo. En cambio, la pérdida fue menor al 50 % para Extrema Violeta, Extrema Roja, Natalí Rosa, Dulce Coral, Mendoza, Romance Roja y Alba. Natalí Violeta fue la que perdió más biomasa aérea en condiciones salinas (65%) y Alba fue la de menor pérdida (34%). Extrema V y Blanca B acumularon el doble de Na<sup>+</sup> en sus hojas (0,65 mg/mg MS en promedio) que Platensis S, Romance R, Natalí R y V, Mendoza y Alba (0,3 mg/mg MS). Se definió como criterio de selección de variedades aquellas que conservaron su biomasa, acumularon menos iones tóxicos en sus hojas y no presentaron síntomas visuales de daño. Alba, Mendoza y Natalí Rosa fueron las variedades que cumplieron con dichos criterios. Los resultados obtenidos servirán para orientar planes de mejoramiento con el fin de generar variedades más tolerantes a salinidad. Además, se podrán realizar recomendaciones a los productores y consumidores sobre el uso de las variedades estudiadas.

**PALABRAS CLAVE:** ornamentales, salinidad, tolerancia, sector florícola, calidad de agua.



FAUBA

RAS

Red Argentina de Salinidad



AACCS

ASOCIACION ARGENTINA  
CIENCIA DEL SUELO



# VI RAS

VI CONGRESO DE LA RED ARGENTINA DE SALINIDAD

Los diferentes medios salinos y alcalinos  
y el análisis de su desafío en diferentes  
escalas de percepción.