V Reunión de la Red Argentina de Salinidad

Salinidad: un desafío para el semiárido.

Teatro Municipal El Viejo Mercado

Villa Mercedes (San Luis)

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE,
CAMPO Y PRODUCCIÓN

SAN LUIS CAMBIÓ.
Y CAMBIÓ EL FUTURO.

GOBIERNO DE
SAN LUIS

4 al 6 de octubre de 2017.

Edición 10/2017: 250 ejemplares

Los editores no asumen responsabilidad alguna por eventuales errores tipográficos u ortográficos, por la calidad y tamaño de los gráficos, ni por el contenido de los capítulos y trabajos incluidos en esta publicación. Las contribuciones se publican tal como fueron enviadas en soporte informático por parte de los respectivos autores, con la sola salvedad de convertir el formato original en Adobe PDF, con restricciones para copiado de textos y de imágenes, en un todo de acuerdo con las normas de edición previamente establecidas.

Villa Mercedes, Octubre 2017.-

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad: salinidad un desafío para el Semiárido; compilado por Osvaldo Andrés Barbosa; Juan Cruz Colazo.- 1a ed compendiada. - Villa Mercedes: Osvaldo Andrés Barbosa, 2017.
CD-ROM, PDF

ISBN 978-987-42-5601-0

1. Salinidad. I. Barbosa, Osvaldo Andrés, comp. II. Colazo, Juan Cruz, comp.
CDD 551.4664

Fecha de catalogación: 14/09/2017

2017 @ Copyright by Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo
Behring 2519, Dpto: 5º A, C1427DFA, Ciudad Autónoma Buenos Aires, República Argentina.
Tel: +54-11- 47833021/23 -FAX: 47833024
Web: www.suelos.org.ar
E-mail: aacs@suelos.org.ar

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad.
Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723 Impreso en Argentina. Printed in Argentine.

COMISIÓN DIRECTIVA

Periodo 15/17

Presidente	Diego J. COSENTINO
Vicepresidente	Osvaldo A. BARBOSA
Secretaria	Carina ALVAREZ
Prosecretario	Esteban CIARLO
Secretario de Actas	Marcelo BELTRAN
Tesorero	Guillermo STUDDERT
Protesorera	Liliana MARBÁN
Miembros Titulares:	María R. LANDRISCINI
Miembros Suplentes:	Ana WINGEYER
	Roberto BALBUENA
	Carolina ALVAREZ
	José Luis PANIGATTI
	Gerardo RUBIO
Coordinador de Comités	Martín TORRRES DUGAN
Revisores de Cuentas:	C. Mario ROSTAGNO
	Alfonso BUJAN
Editor Revista	Fernando SALVAGIOTTI

Asociación Argentina de la Ciencia Suelo, Behring 2519, Dpto: 5º A, C1427DFA, Ciudad Autónoma Buenos Aires, República Argentina.
www.suelos.org.ar
aacs@suelos.org.ar

RED ARGENTINA DE SALINIDAD

Periodo 2016/17

Presidente	Raúl S. LAVADO

GRUPO DE SALINIDAD
COMISION DE QUIMICA DE SUELO AACS

Periodo 2017/8

Presidente	Raúl S. LAVADO
Secretario	Osvaldo A. BARBOSA

COMISIÓN ORGANIZADORA

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad

Presidente	Ing. Agr. M. Sc. Osvaldo Andrés BARBOSA (UNSL)
Vicepresidente	Ing. Agr. Emiliano COLAZO (Ministerio de Medio Ambiente, Campo y Producción, Gobierno de la provincia de San Luis)
Secretario	Dr. Juan Cruz COLAZO (INTA)
Secretario de Actas	Ing. Agr. Daniel Alberto RISCOSA (UNSL)
Vocales	Ing. Agr. Ricardo Adolfo CERDA (UNSL)
	Lic. Juan M. de DIOS HERRERO (INTA)
	Ing. Agr. Virginia Valeria SCALLY (UNSL)
	Lic. Soledad SALLENAVE (Ministerio de Medio Ambiente, Campo y Producción, Gobierno de la provincia de San Luis)
	Ing. Agr. Alejandro VERGES MANZUR (Ministerio de Medio Ambiente, Campo y Producción, Gobierno de la provincia de San Luis)
	Sr. Nicolás BELGRANO RAWSON (UNSL)
	Sr Federico A. GARCÍA (UNSL)
Tesorera	Lic. en Adm. Silvia Beatriz PEREYRA (UNSL)
Protesorero	Sr. Jorge Luis MORES (UNSL)

PATROCINADORES

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE,
CAMPO Y PRODUCCIÓN

SAN LUIS CAMBIÓ.
Y CAMBIÓ EL FUTURO.

GOBIERNO DE
SAN LUIS

AGENCIA
NACIONAL DE PROMOCION
CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

Villa Mercedes
Grande

MUNICIPALIDAD DE VILLA MERCEDES (SAN LUIS)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE VILLA MERCEDES

INTA

CIAPA
COLEGIO DE INGENIEROS AGRONOMOS Y
PROFESIONES AFINES DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS

PROLOGO

El hombre se encuentra ante un grave problema producto del crecimiento de la humanidad, lo que conlleva emplear los recursos naturales para satisfacer la demanda de alimentos y fibras, con el gran desafío para las ciencias de conservar el equilibrio del medio ambiente, para lo cual es necesario que los procesos de producción se realicen sobre bases sustentables. En todas las regiones del mundo estas bases se encuentran condicionadas por un marco climático sumamente cambiante y como ´pasa en nuestro país, la frontera agrícola se expande sobre suelos frágiles y de escaso desarrollo.

En este contexto, los cambios de paradigmas tecnológicos, con difusión de nuevos cultivos y/o de cultivos tradicionales con novedosos sistemas de producción, enfrenta no solo a las ciencias al gran reto de nuestro siglo, producir sin degradar. Sumado a esto, la aparición de nuevos cursos de agua, como en nuestra provincia la Cuenca “El Morro” (San Luis, Argentina) está generando una serie de impactos negativos en la región y presenta escenarios impensados a futuro; lo que plantea la urgente necesidad de mejorar los conocimientos de estos procesos a fin de minimizar los impactos.

Si creemos que el hombre, entre sus propósitos, tiene el de organizar una sociedad más equitativa, eficaz y altamente productiva, necesariamente debe resolver estos problemas, que tiene rasgos particulares en nuestra provincia, requiriendo de un abordaje complejo, multidisciplinar y holístico.

Este libro compila algunas de las respuestas que se han comenzado a brindar para resolver las cuestiones planteadas y las nuevas por venir, siendo este foro una manera más de canalizar la comunicación y avance de las ciencias.

La organización a cargo de personal técnico del Ministerio de Medio Ambiente, Campo y Producción, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y docente e investigadores del Departamento de Ciencias Agropecuarias de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis, desea agradecer la confianza depositada y expresar la enorme satisfacción que es recibirlos en nuestra querida Villa Mercedes.

Villa Mercedes (San Luis), octubre de 2017

Comisión Organizadora

CONTENIDO

Curso “Combatir la salinización y conservar los ecosistemas salinos: un reto para la gestión de los recursos en ambiente semiáridos, en el contexto del cambio climático.” 1

CONFERENCIAS EN EL MARCO DE LA V RAS

Salinidad, salinización y cambio climático: un reto para el manejo sostenible de los agroecosistemas y la conservación de los recursos naturales. J. Álvarez-Rogel, M. Nazaret González-Alcaraz. 4

Mejoramiento genético para tolerancia a la salinidad en forrajeras silvestres. J. M. Zabala. 16

Tolerancia a la salinidad y alcalinidad en gramíneas forrajeras subtropicales perennes. Edith Taleisnik. 17

El Cambio Climático: Historia Natural, Transfondo Político y Posibles Consecuencias. Eduardo Sierra. 19

Rio Nuevo: Historia, causas y significado para el resto de la llanura Chaco-Pampeana. Esteban Jobbagy 23

Mesa Redonda FORRAJERAS PARA AMBIENTES SALINOS. NUEVAS ESPECIES Y HERRAMIENTAS.

Herramientas biotecnológicas y su aplicación al incremento de la tolerancia a la salinidad. Karina Ribichich. 24

Especies silvestres tolerantes a la salinidad: criterios de selección a utilizar para introducirlas a cultivo. Juan Marcelo Zabala. 25

Arbustos nativos del género *Atriplex*: un interesante recurso forrajero y para la restauración de ambientes salinos. Carlos Passera. 25

Mesa Redonda TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO EN MECANISMOS DE TOLERANCIA A LA MEJORA DE GERMOPLASMA PARA CONDICIONES DE SALINIDAD.

¿Es poco lo que se transfiere de mecanismos a mejoramiento? Edith Taleisnik. 27

Diferentes criterios y estrategias para evaluar/incrementar la respuesta/tolerancia a la salinidad en Lotus spp. Más de una década de experiencias. Oscar Adolfo Ruiz. 28

Respuestas morfofisiológicas a salinidad por sulfato de sodio en una halófita nativa de Sudamérica. V. Luna, A. Llanes, M. Reginato. 39

Mesa Redonda CAMBIO CLIMÁTICO, EXCESOS HÍDRICOS Y DEGRADACIÓN

Causas y consecuencias de los excedentes hídricos: su asociación con el componente freático. Nicolás Bertram. 41

Uso y degradación de cuencas: ¿Qué nos quiere decir la Naturaleza? José Manuel Cisneros. 46

Posibles efectos salinizantes de las obras de drenaje en la Cuenca del Río Salado de la Pcia de Buenos Aires. Eduardo Sierra 55

Mesa Redonda QUÉ HACER CON EL RIO NUEVO?

Rio Nuevo y políticas territoriales: Pesadilla u oportunidad. Esteban Jobbagy 57

Legislación sobre conservación de suelos en la provincia de San Luis. Emiliano Colazo 57
Visión del CIAPA ante los fenómenos de degradación del Suelo en la Prov de San Luis. Angel E. Cignetti. 58

1. ÁREA TEMÁTICA CARACTERIZACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS.

SALINIZACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN ÁREAS BAJO RIEGO DEL VALLE CENTRAL ANTINACO-LOS COLORADOS, PROVINCIA DE LA RIOJA. Miguel. 60
CAMBIOS EN EL STOCK DE C Y N EN LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL A PARTIR DE LA INTRODUCCIÓN DE *Panicum coloratum* EN UNA ESTEPA DE HALÓFITAS. Di Bella, Casas, Schwab, Lattanzi, Clavijo, Schäufele, Grimoldi. 66
ESTRUCTURA ESPACIAL DE LA SALINIDAD DEL SUELO EN PARCHES DE VEGETACIÓN DE UN ARBUSTAL HALÓFILO DEL CHACO SEMIÁRIDO. Figueroa, Lorenz, Giménez. 67
COMPARACIÓN DE SUELOS SÓDICOS "MANCHONEADOS" DE DIFERENTES TEXTURAS EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. Bonadeo, Milán, Bauk, Cantero. 68
RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO DEL EXTRACTO 1:5. UNA ALTERNATIVA PARA EVALUAR LA SODICIDAD EN SUELOS DE CÓRDOBA. Bauk, Bonadeo, Milán, Dell Oso. 69
RELACIÓN ENTRE EL PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE Y EL pH EN SUELO SÓDICOS DE DIFERENTES TEXTURAS DE CÓRDOBA. Bonadeo, Bauk, Milán, Cantero. 70
CARACTERIZACIÓN DE SALES EN EL CONTINUUM AGUA-SUELO. Vanier, Tarditti, Comese, Heredia. 71
MINERALIZACIÓN DE AGUAS EN EL OESTE DE BUENOS AIRES. Heredia. 72
IMPACTO DEL RIEGO COMPLEMENTARIO SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS EN SUELOS DEL SUDOESTE BONAERENSE. Álvarez, Rimski-Korsakov. 73
¿QUÉ FACTOR INFLUYE EN LA SALINIDAD DE LOS PERFILES DE SUELO? Tarditti, Heredia, Comese, Vanier. 78
CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO (Modelo Evar) DEL CANAL CHACHINCO EN EL CINTURÓN VERDE DE MENDOZA. Mirábile, Monteleone, Zuluaga. 79
CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE SUELOS SALINOS DEL NORESTE DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. Díaz, Molina Ordoñez, Apezteguía. 85
EFECTO DE LA VARIABILIDAD DE SUELOS MANCHONEADOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DEL CULTIVO DE SOJA. Aimetta, Villarruel, Murgio, Carrio, Muñoz, Cazorla, Pietrantonio, Conde, Galarza, Baigorria. 86
DISTRIBUCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS HALOMORFICOS EN ÁREAS DE SECANO DE ARGENTINA. Godagnone, de la Fuente. 93
EFECTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE ALFALFA BAJO RIEGO POR PIVOTE CENTRAL. Sartor, Zamora, Aumassanne, Masseroni, Fontanella, Álvarez, Di Bella. 100
ESTUDIO DE LA VARIACIÓN ESPACIAL DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACUÍFERO PAMPEANO EN LA CUENCA DEL ARROYO DEL AZUL Y SU RELACIÓN CON LA GEOMORFOLOGIA Y LOS SUELOS. Zabala, Manzano, Ares, 101

Vives.
CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS DE MARISMA DE UN SECTOR DEL ESTUARIO DEL RÍO GALLEGOS. Billoni, Caram, Carro, Quilahuilque, Recofsky, Haselbach. 102
COMPARACIÓN DE VALORES DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA OBTENIDOS UTILIZANDO DIFERENTES METODOLOGÍAS Y TIEMPOS DE REPOSO EN SUELOS DE REGIONES TEMPLADO HÚMEDAS. Merani, Ferro, Larrieu, Bennardi, Nughes, Juan, Millán. 103
MODIFICACIONES HIDROGEOLÓGICAS EN LA ZONA NORTE DE VILLA MERCEDES (SAN LUIS). Hellmers, Costanzo, Garbero, Absch Guilaumin. 108
DINÁMICA DEL NIVEL, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y pH DEL AGUA FREÁTICA EN DOS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO LEALES-TUCUMÁN. Sosa, García, Correa, D'Angelo, Rojas Quinteros. 109
EFECTO DEL MICRO RELIEVE EN LA SALINIDAD DE LOS SUELOS EN UNA PASTURA PERENNE DE LA CUENCA EL MORRO (SAN LUIS). Colazo, de Dios Herrero, Lorenzo, Saenz. 115
CAMBIOS DE LA FREATICA DE UN HUMEDAL DE SAN LUIS EN UN AÑO. Casale, Barbosa, Martínez Diez, Mores, Riscosa, Cerda, Belgrano Rawson. 116
CAMBIOS DE LA SALINIDAD FREATICA DE UN HUMEDAL DE SAN LUIS EN UN AÑO. Cismondi, Barbosa, Martínez Diez, Mores, Riscosa , Cerda, Belgrano Rawson 123

2. ÁREA TEMÁTICA MANEJO Y RECUPERACIÓN DE SUELOS SALINOS Y SÓDICOS.

LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN AMBIENTES SALINOS. Vizgarra, Sanchez, Gomez, Bonet. 130
FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CULTIVO DE SORGO: UNA HERRAMIENTA CLAVE PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE LA ALCALINIDAD. Ciacci, Bustos, Tailesnik. 131
RECUPERACION DE UN SUELO SALINIZADO DE INVERNADERO PARA LA PRODUCCION DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRANEO. Andreau, Calvo, Chale, Etcheverry, Etchevers, Génova. 132
CULTIVO DE QUINOA, UNA ALTERNATIVA PARA LOS SUELOS DE LA LLANURA DEPRIMIDA DE TUCUMÁN. Corbella, Courel, Plasencia. 138
PRODUCCION DE SORGO BIOENERGÉTICO EN LA LLANURA DEPRIMIDA SALINA DE TUCUMÁN, POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES. Corbella, Courel, Tonatto, Plasencia, García. 139
RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS BAJO RIEGO COMPLEMENTRARIO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Fritz, Vázquez Amábile, Feiguín, Cañada 145
EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CULTIVO DE RÚCULA (*Eruca vesicaria*) EN INVERNADERO SOBRE LA SALINIDAD DEL SUELO. López, Carassay, Bartel. 146

3. ÁREA TEMÁTICA FISIOLOGÍA DEL STRESS.

ESTUDIO MORFOANATÓMICO FOLIAR DE *Atriplex crenatifolia* SOMETIDO A ESTRÉS SALINO POR SULFATO DE SODIO Y RECUPERACIÓN. Cisterna, Molina, Villareal. 153
ACUMULACIÓN DE Na^+ Y K^+ EN CULTIVARES DE SOJA CONTRASTANTES EN 154

TOLERANCIA A SALINIDAD. Bustos, Parola, Gilli, Lascano, Taleisnik.
PRODUCCIÓN DE AGROPIRO CRIOLLO Y ALARGADO EN AMBIENTES CON Y SIN SALINIDAD-ALCALINIDAD. Ruiz, Ernst, Villagra. 155
ESPECIES VEGETALES INDICADORAS DE SALINIDAD EN EL SISTEMA DE DRENAJE DEL ALTO VALLE DE RIO NEGRO, ARGENTINA. Fernández, Jocou, Gandullo. 156
DISTRIBUCIÓN DE RAICES DE ALFALFA EN UN SUELO SÓDICO DE CÓRDOBA. Bonadeo, Milán, Salvatierra, Bauk, Cantero 157
LA TASA FOTOSINTÉTICA Y SU RELACIÓN CON LA CONDUCTANCIA DEL MESÓFILO Y VARIABLES DE FLUORESCENCIA EN PLANTINES DE *Jatropha curcas* SUJETOS A ALTOS NIVELES DE SALINIDAD. Dorta-Santos, Wassner, Ploschuk. 158
TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE AGROPIRO CRIOLLO (*Elymus scabrifoluis*) Y AGROPIRO ALARGADO (*Thinopyrum ponticum*). Ruiz, Ernst, Jauregui. 159
PERFIL ANTIOXIDANTE AFECTADO POR ESTRESES HÍDRICO Y SALINO EN SOJA Y MAÍZ. Barrios Viña, Balestrasse, Lavado. 165
PLASTICIDAD FENOTÍPICA DE RAÍCES DE HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE KIWI (*Actinidia arguta* x *A. deliciosa*) EN RESPUESTA A LOS ESTRESES OSMÓTICO Y SALINO. Godoy, Marcellán, Pascual, Briguglio. 170
RESPUESTA GERMINATIVA DE *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi (*Poaceae*), A DISTINTOS NIVELES DE PRECIPITACIONES SIMULADAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO. ENSAYOS PRELIMINARES. Rodríguez Rivera, Villarreal, Tobarez, Sosa, Ocampo. 171
EFECTO DE LA SALINIDAD EN DESARROLLO DE CULTIVO ENERGÉTICO DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehn CON REHUSO DE EFLUENTES. López, Bustamante, Llera. 172
MORFOGÉNESIS A NIVEL DE MACOLLO DE *Chloris gayana* K. (GRAMA RHODES) EN UN ÁREA DEPRIMIDA DE VILLA MERCEDES, SAN LUIS. Guerra, Falco, Lucero, Baigorria, Privitello. 173
VARIABLES ESTRUCTURALES DE *Chloris gayana* K. (GRAMA RHODES) EN UN ÁREA DEPRIMIDA DE VILLA MERCEDES, SAN LUIS (ARGENTINA). Falco, Guerra, Lucero, Baigorria, Privitello. 174
PAPEL DE LOS CARBOHIDRATOS EN LA RESPUESTA DIFERENCIAL A SALES DE SODIO EN UNA HALOFITA NATIVA. Llanes, Arbona, Bertazza, Luna. 175
ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PGPR Y TOLERANCIA A ESTRÉS SALINO Y DE pH DE AISLAMIENTOS ENDÓFITOS DE LA LEGUMINOSA NATIVA *Rhynchosia*. Lucero, Cavallero, Pagliero, Castaño, Lorda. 183
PRESENCIA Y ESTRATEGIAS DE ALGUNAS ESPECIES VEGETALES TOLERANTES A LA SALINIDAD EN LOMA BLANCA DEL MORRO (PCIA. DE SAN LUIS). Furlan, Gómez. 190
CLASIFICACIÓN DE ACCESIONES DE MAIZ PARA TOLERANCIA DE LOS TEJIDOS AL ESTRÉS SALINO. Barca, Collado, Aulicino, Molina. 191
ÉXITO DE SUPERVIVENCIA AL TRASPLANTE DE *Lepidophyllum cupressiforme* Y *Senecio filaginoides*. Billoni, Grima, Castro, Petit. 192
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN MATERIALES 193

CONTRASTANTES EN CUANTO A SU TOLERANCIA A LA SALINIDAD DE *Panicum coloratum* Var. Makarikariense. Cardamone, Tomás, Grunberg.
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN UN MATERIAL MEJORADO EN CUANTO A SU TOLERANCIA A LA SALINIDAD DE *Panicum coloratum* Var. Makarikariense. Cardamone, Tomás, Grunberg. 194
ASOCIACIÓN ENTRE HONGOS MICORRÍCICOS ARBUSCULARES Y *Lotus tenuis* EN UN SUELO SÓDICO ANTE SUMERGENCIA. García. 195
EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN SALINA SOBRE LA GERMINACIÓN DE ALFALFA. Gallace, Molas, Lorda, Dalmasso. 196
EFECTO DE SALES DE SODIO SOBRE LA GERMINACIÓN DE *Sarcocornia neii* BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. Videla, Polanco, Strasser, Sosa. 197
ESTRES SALINO EN CEBADILLA CRIOLLA. EFECTOS DIRECTOS E INDIRECTOS SOBRE CARACTERES DE PLANTULA. Aulicino, Collado, Barca, Molina. 198
INOCULACIÓN DE PLANTAS DE TOMATE CON PGPRS SOMETIDAS A ESTRÉS SALINO: EFECTO SOBRE EL METABOLISMO DE LOS HIDRATOS DE CARBONO. Riva, Molina, Regeiro, Ribaudo. 199
TOLERANCIA DE LOS HONGOS ENDÓFITOS SEPTADOS OSCUROS (DSE) A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALES DE SODIO. Spagnoletti, Tobar, Ureta Suelgaray, Lavado, Chiocchio. 205
INDICES DE TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN VARIEDADES DE *Medicago sativa*. Pacheco Insausti, Quiroga, Gutiérrez, Pueyo, Pedranzani 212

4. ÁREA TEMÁTICA MEJORAMIENTO DE ESPECIES.

CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMA DE *Panicum coloratum* L. Var. Coloratum PARA LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD. RECONOCIMIENTO MEDIANTE CLAVE DE FAMILIAS. Pitaro, Tomas, Tailesnik. 214
SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE *Trichloris crinita* Y *T. pluriflora* BASADA EN LA RESPUESTA MORFOFISIOLÓGICA AL ESTRÉS SALINO EN CRECIMIENTO INICIAL. Marinoni, Zabala, Exner, Pensiero. 215
VARIABILIDAD GENÉTICA INTRAPOBLACIONAL PARA LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN KIWI CON FINES DE MEJORAMIENTO GENÉTICO. Irigoyen, Marcellán, Lúquez. 216
RESPUESTA DE GENOTIPOS DE AMARANTO (*Amaranthus spp*.) A LA SALINIDAD. Barca, Noelting, Collado, Aulicino, Molina. 217
EVALUACIÓN DE ESPECIES SUBTROPICALES PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ESTIVAL DE FORRAJE EN ÁREAS MARGINALES DE LA CUENCA DEL SALADO. Corlito, Makar, Gago, De Loof, Villordo, Pesqueira, García. 218
SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE *Trichloris crinita* TOLERANTES A LA SALINIDAD. Sartor, Kozub, Greco, Buccolini, Chiaradia Omati. 219
SELECCIÓN DE GRAMÍNEAS PERENNES DEL MONTE TOLERANTES A LA SALINIDAD. Greco, Kozub, Sartor, Próspero, Buccolini, Chiaradia Omati. 220

5. ÁREA TEMÁTICA OTROS.

CAMBIOS EN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO SOMETIDO A DISTINTOS USOS PRODUCTIVOS EN EL SISTEMA DE SIERRAS DE TANDILIA. Milione, Mujica, Domiguez Daguer, Gyenge 222

¿LAS FORESTACIONES EN EL CENTRO SUR DE BUENOS AIRES GENERAN CAMBIOS EN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO? MEDICIONES EN UNA TRANSECTA ESTE-OESTE. Milione, Mujica, Domiguez Daguer, Gyenge. 223
MODELACIÓN DEL FLUJO EN LA ZONA NO SATURADA DE SUELOS PETROCÁLCICOS BAJO PASTIZAL Y FORESTACIÓN: IMPLICANCIAS EN LOS PROCESOS DE SALINIZACIÓN. Mujica, Milione, Bea, Gyenge 224
LAS TRANSFORMACIÓNES ECOHIDROLÓGICAS EN EL CHACO ÁRIDO Y LOS RIESGOS DE "DRYLAND SALINITY": ¿ESTAMOS SIGUIENDO LOS PASOS DE AUSTRALIA? Marchesini, Giménez, Nosetto, Jobbágy. 225
INDICIOS DE SALINIZACIÓN SECUNDARIA EN EL SUDESTE SANTIAGUEÑO: ¿LA PUNTA DE UN ICEBERG PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA AGRICULTURA EN EL CHACO SEMIÁRIDO? Giménez, Mercau, Nosetto, Páez, Marchesini, Jobbágy. 226
RIQUEZA VEGETAL DEL BAJO LA SALADA, VILLA MERCEDES (S. L.) ARGENTINA. RECONOCIMIENTO MEDIANTE CLAVE DE FAMILIAS. Scappini, Aostri, Barbosa, Mercado. 232
CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE LOS AMBIENTES EN SUELOS DE LOMA A BAJO SALINO EN SUELOS DEL SURESTE DE CÓRDOBA. Vanier, Comese, Bonasora, Rosso, Tarditti, Heredia 238
CALIBRACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA MAÍZ EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA SANLUISEÑA CON RIESGO DE SALINIZACIÓN. Garbero, Lucero Blangetti, Hellmers. 239
MATERIA ORGANICA PARTICULADA EN BOSQUE NATIVO, FRANJAS DE BOSQUE Y FRANJAS DESMONTADAS EN LA REGION DEL CALDENAL DE LA CUENCA DEL MORRO (SAN LUIS, ARGENTINA). Ruiz, Luna, Consigli Robles, Barbosa, Gabutti. 240
ESPECIES INDICADORAS DE SALINIZACION EN EL ALTO VALLE DE RIO NEGRO. ARGENTINA. Troncoso, Gandullo, Minue. 246
FLUJOS DE ÓXIDO NITROSO EN NATRACUOLES CON DISTINTOS MANEJOS DEL PASTIZAL EN UN SUELO DE CUENCA DEL SALADO. Perez, Busto, Gonzalez, Cosentino, Romaniuk, Costantini, Taboada. 247
INFLUENCIA DE LA SALINIDAD EDÁFICA EN EL CONTENIDO DE CLORUROS Y POTASIO DE MOSTOS Y VINOS EN LA CUENCA DEL RÍO MENDOZA, ARGENTINA. Vallone, Martínez, Olmedo, Sari. 248
ESTUDIO DE LAS BIODERMAS EN REGIONES ARIDAS Y SEMIARIDAS DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS. Manrique, Fernández Belmonte, Chiófalo, Carosio, Junqueras, Sueldo. 249
SELECCIÓN DE CIANOBACTERIAS AUTÓCTONAS CON POTENCIAL AGRONOMICO EN SAN LUIS. Chiófalo, Fernández Belmonte, Cassan. 255
RELEVAMIENTO DE CIANOBACTERIAS EDÁFICAS AUTÓCTONAS EN AMBIENTES SEMIÁRIDOS. Sueldo, Fernández Belmonte, Chiófalo, Manrique, Dalmasso, Carosio, Junqueras, Vargas Gil. 261
EFECTO DE LA SALINIDAD EN DESARROLLO DE CULTIVO ENERGÉTICO DE SAUCE “SOVENY AMERICANO” CON REHUSO DE EFLUENTES. López, Bustamante, Llera. 267
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO-ESTRUCTURAL DE UN CULTIVO DE 268

Thinopyrum ponticum CON HISTORIA DE PASTOREO CONTINUO EN UN ÁREA DEPRIMIDA DE VILLA MERCEDES. Privitello, Vetore, Gabutti, Bacha, Ruiz, Harrison, Rosa, Mirco.
ESTRUCTURA VERTICAL DE UNA PASTURA DE *Thinopyrum ponticum* EN EL PRIMER AÑO DE EXCLUSION DE PASTOREO, EN DIFERENTES CONDICIONES DE SALINIDAD DEL SUELO. Bacha, Privitello, Vetore, Mirco. 276
MALEZAS PRESENTES EN UN BAJO SALINO CON UN AGROPIRO (*Thinopyrum ponticum*) DEGRADADO, EN VILLA MERCEDES (SAN LUIS). Bornand, Bacha, Mercado, Alonso. 281
EFECTO NODRIZA DE *Prosopis sericantha* Gillies ex Hook & Arn EN UN SUELO SALINO DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS. Rodríguez Rivera, Villarreal, Ocampo. 286
CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA-PRODUCTIVA DE UN BAJO SALINO IMPLANTADO CON *Thinopyrum ponticum*. Gabutti, Privitello, Ruiz, Vetore, Rosa, Bacha. 287

Programa 292

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CURSO DE POSGRADO DE PERFECCIONAMIENTO

COMBATIR LA SALINIZACIÓN Y CONSERVAR LOS ECOSISTEMAS SALINOS: UN RETO PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS EN AMBIENTES SEMIÁRIDOS, EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

Dr José Álvarez-Rogel (jose.alvarez@upct.es)

Doctor en Biología, Profesor Titular en la Universidad Politécnica de Cartagena (España), donde es responsable del Grupo de Investigación Edafología Ambiental, Química y Tecnología Agrícola (http://suelos.upct.es/es/inicio). Ha centrado gran parte de su investigación en procesos biogeoquímicos en suelos y su relación con la degradación, en particular en humedales salinos eutrofizados y contaminados por metales pesados y los agroecosistemas de su entorno. Dicta clases de grado, máster y doctorado. Ha dirigido varias Tesis Doctorales. Evalúa proyectos para organismos de diversos países, entre ellos Argentina. Participa habitualmente en congresos y reuniones nacionales e internacionales sobre suelos y medio ambiente y ha publicado numerosos artículos científicos en revistas internacionales.

Ing. Agr. Raúl S. Lavado (lavado@agro.uba.ar)

Ingeniero Agrónomo. Becado en España, Canadá y Estados Unidos. Actualmente es Profesor Titular Consulto de la FAUBA e Investigador Superior del CONICET. Fue Director del INBA (CONICET/FAUBA). Ha publicado trabajos de investigación, de extensión y libros nacionales e internacionales. Fue y es editor de revistas científicas. Ha dirigido numerosos becarios y tesistas de posgrado. Recibió varios premios.

Coordinador: Ing. Agr. Daniel A. Riscosa (driscosa@gmail.com)

La salinización de los suelos en la región semiárida es uno de los mayores problemas que contribuyen al aumento de la degradación, rotura del equilibrio hidrológico, que conduce a la erosión y, en última instancia, a la desertificación, con pérdida de la capacidad productiva de un territorio. El cambio climático y el cambio en el uso de la tierra pueden provocar un aumento en los fenómenos de salinización de suelos. Las consecuencias sociales y económicas serían importantes y habría que poner en práctica técnicas de manejo adecuados a la nueva situación. Sin embargo, los saladares (humedales salinos) son ecosistemas de interés porque son el hábitat de especies animales y vegetales de gran importancia para la preservación de la biodiversidad. También actúan como filtros verdes naturales. Por tanto, la presencia de sales en los suelos no

es siempre un problema a combatir. Una adecuada planificación de los usos del suelo debería considerar los matices entre la salinización de suelos por manejo inadecuado, y la salinidad, como un factor de origen de un tipo particular de ecosistema. Comprender estas diferencias constituye una base esencial para el establecimiento de estrategias, políticas y prioridades de uso y manejo de estos sistemas en el futuro.

Fechas

2 y 3 de octubre de 8 a 12:00 hs y de 15 a 19 hs.

6 de octubre de 8-12:00 hs. y salida a campo de 14 a 19 hs.

Lugar:

Aula postgrado Campus Universitario FICA-UNSL.

Objetivos del Curso

El curso persigue los siguientes objetivos: capacitar a los asistentes en las metodologías usuales de relevamiento de estos ambientes salinos agrícolas y naturales, tanto en su ejecución como en su análisis posterior para efectuar proyectos, y así también el diferente manejo a realizar en los mismos. El manejo se analizará en diferentes escalas, desde lote a proyecto regional.

Siendo los objetivos específicos:

* Actualizar y perfeccionar los conceptos básicos sobre la presencia de sales tanto en áreas agrícolas y ganaderas, como naturales (humedales salinos) y cómo se verían afectadas por el cambio climático.
* Revisar y actualizar los criterios para evaluar la salinidad y sus efectos en el medio ambiente.
* Analizar con sentido crítico los aspectos negativos y positivos de la presencia de sales en suelos y aguas: discutir los conceptos de salinización vs. salinidad en el contexto del cambio climático.
* Actualizar y perfeccionar los conocimientos sobre las características y clasificación de los componentes abióticos (suelos y aguas) y bióticos (flora y vegetación) de ambientes salinos.
* Revisar y actualizar las alternativas de uso y manejo de áreas agrícolas y ganaderas salinas y las perspectivas frente al cambio climático.
* Conocer los mecanismos biogeoquímicos en suelos salinos naturales (humedales salinos) y su relación las funciones ambientales de estos sistemas.
* Examinar las técnicas de estudio de los ambientes salinos y cómo analizar las posibles consecuencias del cambio climático.
* Familiarizarse con las pautas para la gestión y manejo de zonas agrícolas afectadas por salinidad y ecosistemas salinos naturales.

Contenido del Curso

El programa detallado se estructura en las siguientes Unidades temáticas:

BLOQUE 1. Suelos y salinidad: conceptos básicos.

1. Origen de las sales y su acumulación en suelos y aguas. Salinización de suelos y ecosistemas salinos. Efectos del cambio climático. Tipos de sales en los suelos y aguas. Métodos de medida de la salinidad de laboratorio y de campo.
2. Ecosistemas salinos: definiciones, similaridades y diferencias entre saladares y humedales.
3. Procesos físico-químicos y ciclos biogeoquímicos en suelos salinos con y sin hidromorfía.
4. Tipología y clasificación de los suelos salinos, según distintos criterios.

BLOQUE 2. Uso agrícola y recuperación de suelos salinos.
5. Tolerancia y sensibilidad de los cultivos a la salinidad.
6. Uso agrícola y ganadero. Manejo de suelos salinos.
7. Técnicas de recuperación de suelos salinos.

BLOQUE 3. Ambientes salinos naturales: valores y funciones de los humedales salinos.
8. Funciones ambientales de los humedales salinos
9. Gradientes ambientales y distribución de las plantas en ambientes salinos: técnicas de estudio.
10. Estudio de las relaciones suelo-vegetación en ambientes salinos: casos prácticos en zonas semiáridas.
11. Los humedales salinos como filtros verdes. Estudios de campo y experimentales.

BLOQUE 4. Gestión y manejo de ambientes salinos y humedales asociados.
12. Problemática ambiental y situación actual de los saladares y humedales.
13. Proyectos para la recuperación de saladares y humedales degradados.
14. Políticas regionales y locales sobre conservación de saladares y humedales.
15. Estrategias de manejo y conservación de los saladares y humedales.

BLOQUE 5. Gira por el Rio Nuevo. Viernes por la mañana.

CONFERENCIA

SALINIDAD, SALINIZACIÓN y CAMBIO CLIMÁTICO: UN RETO PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS AGROECOSISTEMAS Y LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES.

Miércoles 4 de octubre 11:00 hs.

J. Álvarez-Rogel[1], M. Nazaret González-Alcaraz[2]

[1] Área de Edafología y Química Agrícola, Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria, Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII 48, 30203, Cartagena, Murcia, España. jose.alvarez@upct.es

[2] Departament of Biology & CESAM, University of Aveiro. Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal. nazaret.gonzalez@ua.pt.

Dr José Álvarez-Rogel (jose.alvarez@upct.es).

Doctor en Biología, Profesor Titular en la Universidad Politécnica de Cartagena (España), donde es responsable del Grupo de Investigación Edafología Ambiental, Química y Tecnología Agrícola (http://suelos.upct.es/es/inicio). Ha centrado gran parte de su investigación en procesos biogeoquímicos en suelos y su relación con la degradación, en particular en humedales salinos eutrofizados y contaminados por metales pesados y los agroecosistemas de su entorno. Dicta clases de grado, máster y doctorado. Ha dirigido varias Tesis Doctorales. Evalúa proyectos para organismos de diversos países, entre ellos Argentina. Participa habitualmente en congresos y reuniones nacionales e internacionales sobre suelos y medio ambiente y ha publicado numerosos artículos científicos en revistas internacionales.

1. Origen, tipología y efectos de las sales en suelos, aguas y plantas

La presencia de elevadas cantidades de sales en suelos y aguas es, en primera instancia, un proceso natural. Cuando las aguas subterráneas y superficiales entran en contacto con rocas que contienen elevada concentración de sales (fundamentalmente rocas evaporíticas) se cargan en dichas sales, bien en disolución o en forma de partículas, pudiendo transportarlas y acumularlas en otros lugares. Tales procesos de acumulación son más comunes en zonas áridas y semiáridas, donde los periodos de sequía facilitan la precipitación de las sales previamente disueltas y/o la acumulación de los sedimentos salinos arrastrados (Pizarro, 1985). Dichas acumulaciones suelen producirse en áreas topográficamente deprimidas a las que van a parar las escorrentías o donde afloran las aguas subterráneas, sobre

todo cuando el drenaje es escaso. Esto lleva a la aparición de ambientes en los que los suelos y las aguas son salinos. El predominio de un tipo u otro de sales en cada territorio, o en cada zona de un territorio, depende de la composición de las rocas, de los iones que se disuelven y son transportados en el agua y de la facilidad con la que precipitan las distintas sales en función de su solubilidad. La Figura 1 muestra una posible secuencia de precipitación de sales a partir de una solución salina: las sales menos solubles, como el $CaCO_3$ (calcita), precipitarán antes, a continuación las de solubilidad intermedia, como el $CaSO_4.2H_2O$ (yeso), y luego el resto en función de los iones que vayan quedando en la solución.

Un suelo se considera salino cuando tiene una concentración de sales más solubles que el yeso lo suficientemente elevada para interferir en el correcto desarrollo de plantas no adaptadas a la salinidad. Las sales más abundantes en suelos salinos son cloruros y sulfatos, de reacción neutra, y carbonatos y bicarbonatos de sodio, de reacción alcalina. Otras sales como nitratos supondrán un problema grave en caso de exceso de fertilización nitrogenada, pudiendo desencadenar fenómenos de eutrofización si son arrastrados por las aguas de escorrentía y los drenajes y van a parar a los cursos de agua superficial o a las aguas subterráneas.

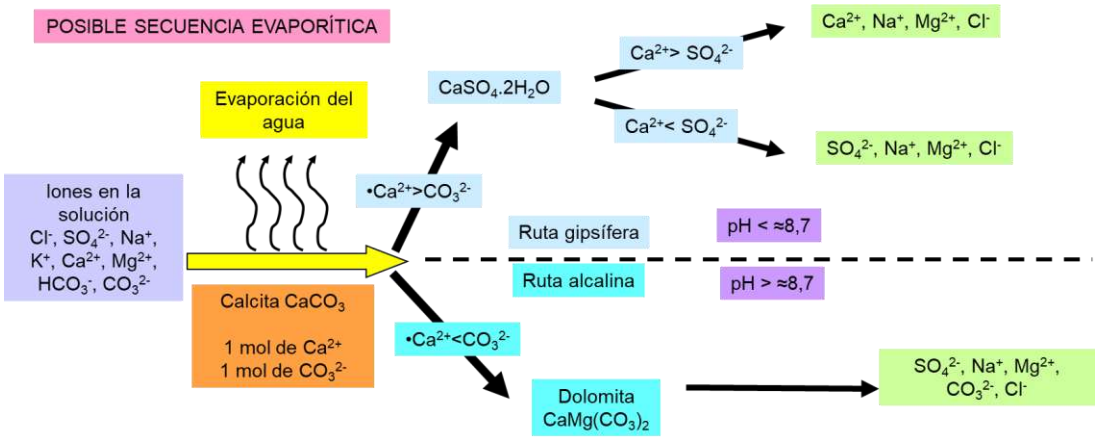


Figura 1. Esquema de una posible secuencia evaporítica para diferentes sales, siguiendo dos rutas diferentes en función de la composición iónica de la solución.

En condiciones naturales los ambientes salinos son ocupados por especies de organismos adaptados a la salinidad (microorganismos, plantas, animales), que han evolucionado para sobrevivir y prosperar en ellos. Las plantas adaptadas a vivir en dichos ambientes se denominan halófitos (Flowers y Colmer, 2015) y presentan adaptaciones para superar los dos principales factores limitantes: la toxicidad de los iones y la elevada tensión osmótica del suelo que dificulta la absorción de agua y puede provocar sequía fisiológica. Esto hace que muchas veces se tenga la percepción errónea de que los ambientes salinos naturales son poco productivos o incluso improductivos, pero esto no siempre es así. Los humedales salinos (saladares) generalmente son ecosistemas muy productivos (Fotografía 1) y de especial interés dado que constituyen el hábitat de especies animales y vegetales que no se encuentran en ningún otro ambiente, por lo que son fundamentales para la preservación de la biodiversidad (Ramsar, 2001). Al encontrarse en zonas de

acumulación de aguas pueden fijar y/o eliminar muchos tipos de contaminantes, lo que los convierte en filtros verdes naturales que depuran las aguas subterráneas y superficiales que los atraviesan (González-Alcaraz et al., 2012). Además, la humedad y la presencia de sales dificultan la mineralización de la materia orgánica por lo que los humedales están considerados sumideros de carbono que contribuyen a paliar los efectos del cambio climático (Mitsch et al., 2012).

Fotografía 1. Almarjales con 100% de cobertura de *Sarcocornia fruticosa* (un halófito típico de los suelos más salinos) en un saladar del SE de España.

La **salinidad**, por tanto, no es un problema en sí, ya que se trata de un proceso natural que puede originar ecosistemas con importantes beneficios y valores ambientales. El problema se plantea, fundamentalmente, cuando las elevadas concentraciones de sales en suelos y aguas se deben a la intervención del hombre, debido a un manejo agrícola inadecuado, que provoca **salinización antrópica** (Zinck y Metternicht, 2008). Dicho proceso es más fácil que ocurra en zonas áridas y semiáridas en las que muchas veces los suelos y las aguas son de por sí salinos o salobres. Un caso típico es el riego inadecuado con dichas aguas, lo que conduce a un incremento de salinidad en los suelos (Fotografía 2). Otra causa común que provoca salinización es el uso de cantidades inadecuadas de fertilizantes, ya que éstos no son otra cosa que sales disueltas. Muchas veces ocurre, incluso, que el manejo de suelos con cierta salinidad obliga a incrementar las aplicaciones de fertilizantes para permitir el desarrollo de los cultivos lo que, a su vez, provoca que el contenido de sales de los suelos aumente. Este ciclo de degradación que se autoalimenta progresivamente se hace más difícil de romper si hay escasez de agua y/o ésta es de mala calidad.

Además de la concentración de sales, es importante la tipología de éstas, ya que diferentes sales pueden tener efectos tóxicos distintos sobre las plantas (Tabla 1) y/o sobre las propiedades del suelo. Este último es el caso del Na_2CO_3, cuya

presencia puede elevar el pH por encima de ≈8,7 a 9,0 (alcalinización). Esto puede producir la dispersión de los coloides y la completa destrucción del sistema de poros del suelo, formándose una estructura masiva que impide la aireación y el movimiento del agua, lo que provoca daños severos a las plantas (ver apartado 2).

Fotografía 2. Acumulación de sales en zonas de riego por goteo debido al uso de aguas salobres en el SE de España.

Tabla 1. Solubilidad y toxicidad de diferentes sales

Sal	**Solubilidad**	**Toxicidad para las plantas**
NaCl	alta	+++
$MgCl_2$	alta	++++
$CaCl_2$	alta	++
KCl	alta	+
Na_2SO_4	muy variable	++
$MgSO_4$	media	++++
K_2SO_4	alta	+
Na_2CO_3	media	+++++
$NaHCO_3$	media	++++

2. Evaluación de la salinidad y tipología de suelos salinos

Independientemente de ciertos criterios taxonómicos aplicados en los sistemas modernos de clasificación de suelos como WRB (2014) y Soil Survey Staff (2014), la

tipología de los suelos salinos se puede establecer de forma indirecta según su conductividad eléctrica (CE), su pH y su porcentaje de sodio de cambio (PSC) (Tabla 2), factores todos ellos relacionados con los procesos de formación y las técnicas de manejo de estos suelos (Pizarro, 1985).

La CE se determina poniendo en contacto el suelo con agua desionizada en ciertas proporciones durante un tiempo determinado, tras el cual se extrae la solución resultante que contendrá los iones que provengan de las sales del suelo que se hayan disuelto, así como los que se hayan desplazado desde el complejo de cambio a la fase soluble. La cantidad total de iones que contenga la solución será más o menos proporcional a su CE. Un aspecto clave para interpretar correctamente los datos de CE es el método utilizado para su medida, debido a que las diferencias de humedad influyen en la cantidad de sales que se solubilizan y en los equilibrios iónicos entre las fases solubles y de cambio. El extracto de saturación es el método más estandarizado y para realizarlo la cantidad de agua que se pone en contacto con el suelo es la justa para llevarlo a saturación. Esto implica que suelos de textura fina necesitarán más agua que los de textura gruesa. En otros extractos, como el 1:5, la cantidad de agua que se pone en contacto con el suelo es fija, independientemente de la textura, por lo que la cantidad de sales que se solubilizan es diferente al extracto de saturación. Por tanto, es un error grave usar el extracto 1:5 e interpretar los datos según la escala del extracto de saturación. El valor umbral para considerar un suelo salino es de 4 dS m^{-1} en el extracto de saturación (Richards, 1974), pero de 0,65 dS m^{-1} en el extracto 1:5 (Alarcón, 2007).

El PSC es la relación entre la capacidad de cambio catiónico del suelo y la cantidad de Na^+ que ocupa posiciones de cambio, expresando dicha relación en tanto por ciento y la capacidad de cambio y el Na^+ de cambio en cmol kg^{-1}. En el caso de suelos con elevadas concentraciones de sales solubles es difícil medir con precisión el Na^+ de cambio y se utiliza la Razón de Adsorción de Sodio (RAS), en lugar del PSC, para estimar el Na^+ de cambio. El RAS se calcula con las concentraciones de Na^+, Ca^{2+} y Mg^{2+} en el extracto de saturación: $RAS = Na^+/\sqrt{Ca^{2+}+Mg^{2+}/2}$, expresando dichas concentraciones en $mmol_c$ L^{-1}. La relación entre RAS y PSC es:

PSC= 100*(-0,0126+0,01475 RAS)/1+(-0,0126+0,01475 RAS) (Richards, 1974).

Otro factor fundamental a considerar para hacer una correcta evaluación de la salinidad es que la concentración de sales del suelo puede variar notablemente en función del periodo del año y de la topografía y microtopografía del terreno (Álvarez-Rogel et al., 2006). Durante los periodos lluviosos la mayoría de las sales son lavadas hacia horizontes profundos del perfil, ascendiendo de nuevo disueltas en el agua capilar hacia la superficie donde se acumulan en forma de eflorescencias blanquecinas durante periodos más secos (Fotografía 3). Algunos estudios han determinado que en ciertos suelos compactados el ascenso capilar y la acumulación de las sales en los horizontes superficiales predomina sobre la infiltración y lavado de sales a horizontes profundos (Cisneros et al., 2006). A igualdad de otros factores, los suelos con textura fina presentan mayor riesgo de salinización que los de textura gruesa, al drenar más lentamente y retener más agua y cationes.

Tabla 2. Clasificación de los suelos salinos en función de su conductividad eléctrica (CE) en el extracto de saturación y el porcentaje de sodio de cambio (PSC).

CE (dS m^{-1}) y PSC (%)	Tipología de suelo	Efectos
CE < 4 y PSC < 15	Suelo no salino y no sódico	
CE > 4 y PSC < 15	Suelo salino	Las sales afectan, fundamentalmente, a las plantas (dificultad para absorber agua y toxicidad) y no a las propiedades del suelo.
CE < 4 y PSC > 15	Suelo sódico	Las sales deterioran la estructura del suelo.
CE > 4 y PSC > 15	Suelo salino-sódico	Las sales de Ca^{2+} y Mg^{2+} disueltas reducen el riesgo de destrucción de la estructura. Efectos similares a los de los suelos salinos.

Fotografía 3. Eflorescencias salinas superficiales en bajos salinos cerca de Villa Mercedes (Argentina).

3. Desarrollo de las plantas en suelos salinos

Como se ha comentado en párrafos anteriores, los dos problemas principales que tienen que superar las plantas para crecer en suelos salinos son la toxicidad de algunos iones concretos y el efecto osmótico de las sales disueltas, que dificulta la toma de agua y provoca estrés hídrico y sequía fisiológica. Aunque la tolerancia a las sales y a la sequía no están necesariamente relacionadas (Rowell, 1992), los efectos osmóticos y tóxicos de las sales pueden producirse de forma sinérgica y son difíciles de diferenciar. La capacidad de las plantas halófitas para tolerar dichos efectos negativos de las sales se basa en diversos mecanismos de tipo fisiológico y morfológico (por ejemplo, Flowers y Colmer, 2015).Entre los mecanismos más habituales de los halófitos están la selectividad al paso de ciertos iones en las paredes celulares, la disminución del tamaño foliar para reducir la transpiración, la suculencia y la excreción del exceso de sales. El estudio de plantas halófitas nativas que crecen en saladares naturales ayuda a comprender estos mecanismos a fin de tratar de aplicarlos en plantas cultivadas. Por ejemplo, está demostrado que las interacciones raíz-microorganismos son uno de los mecanismos más importantes para explicar la resistencia de las plantas a las condiciones de estrés (Kohler et al., 2009). En el caso de los suelos salinos, se han encontrado relaciones entre las poblaciones microbianas y determinadas especies de halófitos (Caravaca et al., 2005). El conocimiento de estos aspectos puede ayudar a mejorar la resistencia de los cultivares a las sales y permitir aumentar la producción en suelos regados por aguas de mala calidad.

Debido a que la mayoría de las plantas cultivadas no cuentan con adaptaciones específicas, las sales pueden causarles daños importantes lo que perjudica la producción y, por tanto, las ganancias del productor. Así, para valorar la tolerancia relativa de un cierto cultivo a la salinidad en términos de cosecha hay que referirse a la relación entre los objetivos alcanzados con salinidad y sin ella (Porta et al., 1999). El rendimiento relativo se puede calcular utilizando las ecuaciones clásicas de Mass y Hofmann (1977), habiéndose calculado desde hace años el porcentaje de disminución del rendimiento en un buen número de especies (Ayers y Wescot, 1976; Carter, 1981). Existen también tablas que estiman los umbrales de CE del extracto de saturación y del agua de riego que pueden tolerar numerosos cultivos (Alarcón, 2007).

En el caso de no disponer de suelos y/o agua exenta de sales, el cultivo de especies halófitas para diversos fines puede ser una alternativa. La agricultura biosalina (http://www.biosaline.org/) y el cultivo de variedades tolerantes o incluso halófitos para consumo humano, forraje o producción de biocombustibles son alternativas cuya optimización puede verse favorecida con el estudio de las relaciones suelo-planta en saladares naturales (Choukr-Allah et al., 1996; Zurayk y Baalbaki, 1996; Panta et al., 2014). Además de estudiar los halófitos para aplicar los resultados obtenidos en el campo de la agricultura, existen otros aspectos importantes que justifican el interés de trabajar con dichas especies y las relaciones con sus hábitats. Entre ellos se encuentra el uso de la vegetación halófita como bioindicadora de las condiciones del suelo, ya que en áreas salinas la vegetación se

distribuye en función de su capacidad para tolerar las variaciones de salinidad y humedad edáficas (González-Alcaraz et al., 2014; Fotografía 4).

Fotografía 4. Vista general de un saladar en una zona semiárida del SE de España.

Se aprecian diferentes formaciones vegetales formando “manchas” más o menos homogéneas en función de su tolerancia a la humedad y salinidad del suelo. En la parte izquierda hay zonas de cultivo recién labradas en bancales topográficamente más elevados.

4. Salinidad y salinización en agroecosistemas

La distinción entre la salinidad natural y la salinización antrópica no siempre es tan nítida como para considerarlas aspectos completamente independientes. Pensemos, por ejemplo, en un área agrícola o ganadera en un territorio árido o semiárido en el que las aguas freáticas sean salobres debido a que estén en contacto con rocas salinas, y que dichas aguas se encuentren a escasa profundidad y aporten cierta salinidad a los suelos de forma natural. Esa área agrícola no estará aislada del entorno, ya que el paisaje es un continuo en el que existen flujos de materia y energía desde unas posiciones topográficas a otras (Fotografía 4). Los movimientos y las transferencias de agua y sales entre unas zonas y otras estarán interconectados y probablemente sería más fácil, rentable y práctico, en términos de producción y también ambientales, tratar de aprovechar en la medida de lo posible los procesos y mecanismos que de forma natural rigen el funcionamiento de los ecosistemas, en lugar de tratar de detenerlos, acotarlos o destruirlos. Un ejemplo típico de estos manejos poco afortunados han sido los intentos de desecación, desalinización y sobreexplotación de muchos ambientes salinos naturales a nivel

mundial, que han llevado a la destrucción completa de los recursos agrícolas y ambientales de un territorio como sucedió en el Mar de Aral en Asia Central (Panta et al., 2014 y citas incluidas en ese trabajo).

Frente a las actuaciones contrarias a la sostenibilidad de los recursos naturales, la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) propone usar el concepto de agroecosistemas y los principios asociados a dicho concepto. Los agroecosistemas son ecosistemas modificados por el hombre con el fin de obtener determinados beneficios/servicios aplicando principios similares a los que intervienen en el funcionamiento de los ecosistemas naturales (Gliessman, 2006; FAO, 2015). Cuando se habla de agroecosistemas hay que considerar no sólo los aspectos económicos y puramente productivos, sino también su dimensión ambiental y su relación con el entorno. Los agroecosistemas incluyen zonas en las que se desarrollan actividades tanto de agricultura convencional como orgánica, horticultura urbana y periurbana, cultivos bioenergéticos, actividades agroforestales, pastos y zonas ganaderas. Hay tres aspectos fundamentales a tener en cuenta en relación al papel del sistema suelo-agua en los agroecosistemas y su entorno: 1. la funcionalidad del suelo como elemento clave para asegurar los beneficios proporcionados por los agroecosistemas; 2. cómo las actividades agronómicas que alteran el sistema suelo-agua-planta afectan al medio ambiente en el entorno de los agroecosistemas; 3. cómo las actividades que se desarrollan en el entorno de los agroecosistemas pueden generar impactos negativos sobre éstos.

En regiones áridas y semiáridas, con escasez de recursos hídricos, suelos frágiles (poco resistentes) con escasa capacidad de recuperación (poco resilientes) y clima con precipitaciones irregulares y torrenciales, el uso intensivo de los recursos provoca que los impactos negativos de un manejo inadecuado de los agroecosistemas y su entorno puedan verse magnificados. La salinización es uno de los principales factores que provocan esta degradación y que, a su vez, la retroalimenta, situación que puede agravarse debido al cambio climático.

5. Salinidad, salinización y cambio climático

Aunque las estimaciones son muy variables dependiendo de las fuentes, según la FAO, existen unas 831 millones de hectáreas de suelos naturales con elevadas concentraciones de sales a nivel mundial, de los que 397 millones de hectáreas son suelos salinos y 434 millones de hectáreas son suelos sódicos (FAO, 2000). Además de estas superficies de áreas salinas naturales, se calcula que unas 76 millones de hectáreas se han salinizado como consecuencia de la actividad humana (Zinck y Metternicht, 2008 y referencias citadas en ese trabajo). Según cálculos de la FAO, el 20% de las 230 millones de hectáreas de terrenos irrigados a nivel mundial están afectados en algún grado por salinización. En Europa, la Comisión Europea (European Comission, 2003) calcula entre 1 y 3 millones de hectáreas la extensión de los suelos con elevado contenido en sales, siendo las áreas mediterráneas las que están más afectadas. La magnitud del problema es tal, que está considerado uno de los mayores problemas que contribuyen al aumento de la degradación y

pérdida de capacidad productiva de un territorio pudiendo llevar, incluso, a la desertificación (UNEP, 1991).

Uno de los factores que más puede influir en el fenómeno de la salinidad de suelos y aguas en los próximos años es el cambio climático. Al aumentar la aridez y disminuir la precipitación aumentaría el ascenso capilar de agua subterránea y disminuiría el lavado, lo que podría propiciar una mayor acumulación de sales en los horizontes más superficiales de los suelos. Además, la elevación del nivel de los mares provocaría una mayor intrusión de agua marina subterránea, salinizando acuíferos costeros, aparte del propio aporte de agua de mar por vía superficial debido a la mayor incidencia de las tormentas. Con respecto a la salinización provocada por el uso agrícola, si una mayor aridez llevase a un incremento del regadío a fin de mantener la producción, podría aumentar el uso de aguas de mala calidad y el aporte de fertilizantes, lo que aumentaría el riesgo de salinización antrópica.

Frente a estos aspectos negativos que podría acarrear el cambio climático al incrementar las áreas salinas, se contraponen una vez más algunos aspectos positivos de éstas. Así, una mayor extensión de zonas salinas contribuiría a un mayor secuestro de carbono (Mitsch et al., 2012; https://www.aswm.org/wetland-science/wetlands-and-climate-change/carbon-sequestration).debido a las reducidas tasas de mineralización de la materia orgánica y la elevada cobertura vegetal de muchos humedales (en especial saladares), tal y como se ha indicado en párrafos anteriores.

6. Resumen y consideraciones finales

Es evidente que la salinización de suelos y aguas es un grave problema extendido a nivel mundial, que debe ser caracterizado de forma específica en cada territorio para una correcta gestión y corrección. Este manejo debe ser racional, sin sobrepasar la capacidad de los agroecosistemas de producir beneficios y considerando también los impactos hacia el entorno. Si bien estos son aspectos negativos, también hay que tener presente que los suelos salinos naturales constituyen la base de ecosistemas de gran valor como son los humedales salinos (saladares). Esta doble vertiente de la presencia de sales en suelos y aguas debería ser transmitida por los investigadores a los usuarios del territorio y a los responsables de planificar los usos de los recursos. Sólo de esta forma se podrá trabajar para reducir los riesgos dónde y cuándo sea necesario, pero también para preservar y restaurar los recursos naturales que albergan los ecosistemas salinos. Los saladares no son en absoluto improductivos y la salinidad no debe considerarse un problema en todos los casos, sino una característica que confiere su esencia a estos ecosistemas.

7. Bibliografía

Alarcón Vera, A.L. (2007). Diagnóstico agrícola. Agua, suelo y material vegetal. Sustainable Agro Solutions, S.A.

Álvarez-Rogel, J., Martínez Sánchez, J.J., Carrasco Blázquez, L., Marín Semitiel, M.C. (2006a). A Conceptual Model of Salt Marsh Plant Distribution in Coastal Dunes of Southeastern Spain. Wetlands, 26: 703-717.
Ayers, R.S., Wescott, D.W. (1976). Laboratory studies on salt distribution in furrow irrigated soil with special reference to the pre-emergence period. Soil Science, 83:249-263.
Caravaca, F., Alguacil, M.D., Torres, P., Roldan, A. (2005). Microbial activities and arbuscular mycorrhizal fungi colonization in the rhizosphere of the salt marsh plant Inula crithmoides L. along a spatial salinity gradient. Wetlands 25 (2): 350-355.
Carter, D.L. (1981). Salinity and plant productivity. Chemical Rubber Co., Handbook Series in nutrition and food.
Choukr-Allah, R., Malcom, C.V., Hamdy, A. (1996). Halophytes and biosaline agriculture. Marcel Dekker, Inc. New York.
Cisneros, J.M., Degioanni, A.J., Cantero, J.J., Cantero, A. (2006). Characterization and restoration of saline-socid soils in Argentine Pampas. Current Trends in Ecology, 1: 57-75.
FAO (2015). Status of the World's Soil Resources. disponible en: http://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/.
World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Update 2015. FAO. Rome.
FAO (2000). Extent and causes of salt-affected soils in participating countries. Global Network on Integrated. Soil Management for Sustainable Use of Salt-Affected Soils. FAO-AGL website.
Flowers, T.J., Colmer, T.D. (2015). Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. Annals of Botany 115: 327–331. doi:10.1093/aob/mcu267.
Gliessman, S.R. (2006). Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems, Second Edition. CRC Press. 408 pp.
González-Alcaraz, M.N., Egea, C., Jiménez-Cárceles, F.J., Párraga, I., María-Cervantes, A., Delgado, M.J., Álvarez-Rogel, J. (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.
González-Alcaraz, M.N., Jiménez-Cárceles, F.J., Álvarez, Y., Álvarez-Rogel, J. (2014). Gradients of soil salinity and moisture, and plant distribution, in a Mediterranean semiarid saline watershed: a model of soil–plant relationships for contributing to the management. Catena, 115: 150–158.
Kohler, J., Hernandez, JA, Caravaca, F, Roldan, A. (2009). Induction of antioxidant enzymes is involved in the greater effectiveness of a PGPR versus AM fungi with respect to increasing the tolerance of lettuce to severe salt stress. Environmental and Experimental Botany 65 (2-3): 245-252
Mass, E.V., Hofmann, G.J. (1977). Crop salt tolerance: current assesement. J. Irrig. Drain. Div. Proc. Am. Soc. Civil Eng., 103:115-134.
Mitsch, W.J., Bernal, B., Nahlik, A.M., Mander, U., Zhang, L., Anderson, C.J., Jørgensen, S.E., Brix, H. (2013). Wetlands, carbon, and climate change. Landscape Ecology 28, 583–597.

Panta, S., Flowers, T., Lanea, P., Doylea, R., Haros, G., Shabal, S. (2014). Halophyte agriculture: Success stories. Environmental and Experimental Botany 107: 71–83

Pizarro, F. (1985). Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.

Porta, J., López Acebedo, M., Roquero, C. (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 2ª Ed.

Ramsar Convention on Wetlands. (2001). Wetlands: values and functions. 30th Anniversary on the Ramsar Convention. Argentina.

Rowell, D.L. (1992). Acidez y Alcalinidad del suelo. In: Condiciones del Suelo y Desarrollo de las Plantas Según Russell. Wild A. (Ed.). 885-940

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

UNEP, United Nations Environment Program. (1991). Status of desertification and implementation of the United Nations Plans of action to combat desertification. UNEP, Nairobi.

Zinck, J.A., Metternicht, G. (2008). Remote Sensing of Soil Salinization: Impact on Land Management. CRC Press. 377 pp.

Zurayk, R.A., Baalbaki, R. (1996). Inula crithmoides: a candidate plant for saline agriculture. Arid Soil Reseach and Rehabilitation 10:213-223

CONFERENCIA

MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN FORRAJERAS SILVESTRES.

Miércoles 4 de octubre 16:00 hs.

Dr Juan Marcelo Zabala (jmzabala@fca.unl.edu.ar).

Ingeniero Agrónomo (FCA-UNL), Magister en Genética Vegetal (FCA-UNR-INTA), Dr. en Ciencias Agrarias (UNR). Docente de Genética y Mejoramiento Vegetal y Animal (FCA-UNL). Investigador del Programa de Documentación, Conservación y Valoración de la Flora Nativa. Curador Banco de Germoplasma (FCA-UNL). La temática de trabajo se centra en el estudio de recursos Fitogenéticos forrajeros nativos, con énfasis en ambientes con limitantes edáficas.

La diversidad de especies forrajeras puede ser incrementada a través del uso de especies forrajeras silvestres que se encuentra adaptadas a diferentes suelos salinos de Argentina. Esto requiere un trabajo a largo plazo de colecta, conservación y mejoramiento genético. En esta conferencia se describe el estado de situación en Argentina en relación al uso de especies forrajeras silvestres y en particular el trabajo realizado por el Programa de Documentación, Conservación y Valoración de la Flora Nativa de la Universidad Nacional del Litoral. Se discuten además los factores fundamentales que no han permitido hasta el momento el incremento en el uso de dichas especies.

CONFERENCIA

TOLERANCIA A LA SALINIDAD Y ALCALINIDAD EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS SUBTROPICALES PERENNES.

Jueves 5 de octubre 9:00 hs.

Dra Edith Taleisnik (etaleisnik@conicet.gov.ar; etaleisnik@gmail.com).

Bióloga (FCEFN de la Universidad Nacional de Córdoba), MSc de Stanford University, EEUU y PhD de la Ben Gurion University of the Negev, Israel. Investigadora Principal de CONICET, trabaja en el INTA (IFRGV, CIAP) en respuestas fisiológicas de plantas cultivadas, en especial gramíneas forrajeras, a condiciones de salinidad y alcalinidad. En este tema ha dirigido numerosos estudiantes de post grado y dictado cursos en el país y en el exterior. Profesora Consulta de Fisiología Vegetal en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba y Miembro Correspondiente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de Argentina. Actualmente integra el directorio de la International Foundation for Science (IFS) y es Editora Asociada de la revista Crop Science. Es miembro fundadora de la Red Argentina de Salinidad (RAS) y fue presidente de la entidad.

El estrés salino impone a las plantas limitaciones hídricas y iónicas, y estas últimas, a su vez, pueden ocasionar desbalances nutricionales y toxicidad. Los aspectos centrales de la adaptación al estrés salino son la restricción del acceso de iones potencialmente tóxicos como Na^+ y Cl^- a los sitios de activo metabolismo, tanto a nivel de órgano como subcelularmente, el balance hídrico otorgado por solutos orgánicos e inorgánicos, el mantenimiento de concentraciones intracelulares de nutrientes esenciales adecuadas para el normal metabolismo y los mecanismos de detoxificación de especies reactivas del oxígeno que normalmente se originan en exceso situaciones de estrés. La alcalinidad es una condición que con frecuencia acompaña a los suelos salinos. Las plantas en suelos alcalinos se ven afectadas negativamente por las características físicas y fisiológicas de estos suelos, que resultan en reducida disponibilidad de agua y oxígeno y deficiencias nutricionales, por lo que los mecanismos de tolerancia responden a estas limitaciones. *Chloris gayana* Kunth, la Grama Rhodes, y *Panicum coloratum var coloratum* son dos gramíneas forrajeras perennes subtropicales aptas para suelos salinos, que toleran

esta condición mediante mecanismos distintos, catalogados genéricamente como de inclusión o de exclusión de iones de la parte aérea. Se comentará sobre estos aspectos, así como sobre la tolerancia a la alcalinidad en *P. coloratum.*

CONFERENCIA
EL CAMBIO CLIMÁTICO: HISTORIA NATURAL, TRANSFONDO POLÍTICO Y POSIBLES CONSECUENCIAS.

Jueves 5 de octubre 16:00 hs.

Dr. Eduardo Sierra (edmasi@fibertel.com.ar; norteada@yahoo.com.ar).

Ingeniero Agrónomo (1972, FAUBA). Realizó estudios de especialización en el Departamento de Ciencias Atmosféricas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, y en el Departamento de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Columbia/Missouri en EE.UU. Profesor Asociado de la cátedra de Climatología Agrícola de la FAUBA. Autor de numerosos trabajos científicos y técnicos sobre la especialidad. Escribió un gran número artículos técnicos y de divulgación en revistas técnicas y diarios, así como en medios radiales y televisivos.

Los cambios no son necesariamente buenos ni malos, pero el inconsciente colectivo prefiere la idea de un Universo que no cambia, y por esta causa acepta muy fácilmente la noción de todo cambio esconde una amenaza.

Prueba de ello fue la resistencia que encontró la teoría evolutiva formulada por Charles Darwin, a fines de la década de 1850, en su obra “El Origen de las Especies”.

Es notable que la noción del cambio climático es un poco anterior a Darwin. Fue difundida, durante la década de 1840, por Louis Agassiz, quien formuló la hipótesis de un ciclo en el que se alternan entre períodos glaciales, de unos 150.000 años, en los que el planeta se enfría, con períodos interglaciares mucho más cortos, de unos 15.000 años de duración, en los que el planeta se calienta.

En los períodos glaciales, los continentes se cubren de grandes banquisas de hielo, el mar disminuye su nivel porque el agua pasa al estado sólido, el dióxido de carbono atmosférico disminuye su concentración porque es absorbido por el agua de mar que se enfría, y toda una serie de procesos que van de más a menos.

En los periodos interglaciares, las banquisas de hielo se derriten, haciendo que el mar suba su nivel en el orden de los 100 metros, inundando grandes áreas continentales, el mar se calienta liberando dióxido de carbono a la atmósfera, y toda una serie de procesos que van de menos a más.

En este proceso, el dióxido carbono juega un rol catalizador porque posee un efecto de invernadero, consistente en absorber la radiación de onda larga que emite

la superficie terrestre, devolviéndola hacia abajo, con lo cual contribuye a mantener la temperatura del planeta por encima del nivel que se observaría sin este proceso.

Esto hace que, cuando el Planeta se enfría, los mares absorben dióxido de carbono, reduciendo el efecto de invernadero y acelerando el descenso de la temperatura, ocurriendo lo contrario cuando el Planeta se calienta.

Por supuesto, los interglaciares son más propicios a la actividad humana que los glaciares, de manera que estos últimos constituyen la amenaza que debemos temer.

Al principio, esto no generó tanta repercusión como la teoría darwiniana pero cuando, en la década de 1920, Milutin Milanktovich formuló la teoría que lleva su nombre relacionando estos ciclos con las variaciones en la órbita terrestre y la actividad solar, se empezó a temer que el inicio de una nueva era glacial estuviera cercana, ya que el presente interglaciar ya había durado más de 15.000 y se encontraría próximo a su fin.

La Segunda Guerra Mundial hizo olvidar el tema pero, en la década de 1960, un prolongado lapso frío redujo la producción agrícola en grandes regiones del Mundo, reavivando los temores, al punto que, en 1975, la influyente revista Newsweek publicó su célebre artículo “The Cooling World”, anunciando el inminente inicio de la tan temida era glacial.

Afortunadamente, la Naturaleza tiene otros planes y, al mismo tiempo que se hacían estos anuncios, las observaciones climatológicas comenzaron a mostrar que el Planeta había empezado a calentarse, dando inicio a un prolongado lapso cálido, que viene extendiéndose desde aquel momento, constituyendo, según muchos testimonios, el lapso más cálido observado desde el inicio del presente interglaciar.

Una revisión del tema, realizada por dos de los principales especialistas, A. Berger y M. Loutre, señaló que gracias una combinación positiva de la órbita terrestre unida a un lapso de elevada actividad solar, el presente interglaciar podría ser mucho más prolongado que los anteriores, alcanzando los 50.000 años de duración.

Sin embargo, la desaparición del peligro de una glaciación, que hubiera causado una catástrofe global, no produjo ningún alivio, sino que, por el contrario, agravó los temores.

Desde posiciones de poder muy influyentes, se promovió el relato de que el incremento de la temperatura encierra el germen del mayor riesgo ambiental que ha sufrido hasta el presente el planeta, dándosele la amenazante denominación de “Calentamiento Global”.

Para ello, se promovió la teoría de una inversión de las relaciones causa/efecto que gobiernan el proceso.

La explicación clásica es: El incremento de la radiación solar calentó el planeta; debido a la mayor temperatura los mares liberaron dióxido de carbono.

La explicación elegida para promover la amenaza del “Calentamiento Global” fue: El uso de combustibles fósiles incrementó el contenido de dióxido de carbono atmosférico, que, a causa de su efecto de invernadero, provocó el incremento de la temperatura del planeta, incluyendo los mares.

Debe admitirse que esta última explicación tiene su dosis de verdad, ya que la contribución de la emisión antrópica de dióxido de carbono al efecto de invernadero de la atmósfera había sido prevista por Svante Arrhenius en trabajos realizados entre finales del Siglo XIX y comienzos del Siglo XX.

No obstante, atribuirle la totalidad del proceso es exagerado, y no se hubiera recurrido a este arbitrio no existir fuertes intereses.

El transfondo político de esta actitud puede buscarse en la política energética de los principales países del Mundo.

A finalizar la Segunda Guerra Mundial las grandes potencias previeron la posibilidad de una crisis energética de grandes proporciones.

La solución adoptada, tanto por el bloque occidental como por el bloque oriental, fue la energía nuclear, desarrollándose una política, conocida como “optimismo nuclear”, que suponía un flujo inagotable de energía limpia y barata, que reemplazaría rápidamente a todas las otras fuentes, tanto para uso industrial como doméstico y para el transporte marítimo, terrestre y aún aéreo.

Lamentablemente, a partir de la década de 1960, una serie de accidentes fueron haciendo perder confianza en el “optimismo nuclear”.

El desastre nuclear de Chernobyl, sucedido en 1986, llamó a la realidad a los tomadores de decisiones, poniéndolos ante la evidencia de que el Mundo iba a seguir dependiendo por largo tiempo de los combustibles fósiles.

Por lo tanto, era necesario regular su consumo, a fin de evitar una crisis energética mundial, que sería agravada por la entrada en el mercado de potencias emergentes, como China, India y Brasil.

Muy pronto surgió toda una organización mundial centrada en el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y el Protocolo de Kioto que, con el objetivo declarado de proteger el equilibrio térmico del planeta, se ocupó de controlar el consumo de combustibles fósiles.

Adicionalmente, el calentamiento global se usó para justificar una serie de acciones que, en ausencia de esta amenaza, hubieron sido muy criticados por los movimientos ambientalistas y por las organizaciones preocupadas por la seguridad alimentaria.

La lista es demasiado larga para desarrollarla en toda su extensión, pero bastará citar el caso de los biocombustibles, cuya producción implica desmontar grandes extensiones de tierras vírgenes, al mismo tiempo que su competencia con las materias primas alimentarias incrementa el precio de éstas, reduciendo el acceso de los grupos de menores recursos. Asimismo, la producción de biocombustibles consume ingentes cantidades agua dulce que ponen en peligro la disponibilidad de este insumo que resulta cada vez más crítico.

Pero ante el imperativo categórico que mantener el equilibrio térmico del planeta todas estas objeciones tuvieron que ser levantadas.

No obstante, los intentos de controlar el consumo de combustibles fósiles no fueron para nada exitosos.

En los últimos 30 años, el consumo de petróleo aumentó en un 50%, el de gas lo hizo en un 150 %, y el de carbón, que es mucho más contaminante, debido a su contenido de azufre, en un 150%.

Una clara medida de la importancia geopolítica de los combustibles fósiles, la dan los conflictos armados con intervención de las grandes potencias que afligen recurrentemente a gran parte de las áreas productoras de petróleo del Asia y África.

A pesar de sus riesgos, la energía nuclear aumentó en un 350%, mientras que la energía hidroeléctrica, lo hizo en un 60%.

Las fuentes alternativas de energía se incrementaron porcentualmente en forma notable, pero en valor absoluto sólo representan alrededor de un 1% del consumo global.

La temperatura del planeta también continuó incrementándose, superando los 0,7°C por encima de lo normal en 2017, siendo acompañada por el dióxido de carbono, que superó al mismo tiempo el nivel de 400 ppm en la atmósfera.

Recientemente, la discusión de cuál de los dos procesos es la causa y cuál es el efecto, parece haber comenzado a cambiar de signo, ya que la administración Trump parece preferir la teoría clásica de la radiación solar, que no le pone trabas a su política energética.

Es muy posible que esta polémica tarde mucho en dilucidarse porque, a todos los efectos prácticos, ambas teorías son equivalentes, de manera que, sea por una u otra causa el planeta continuará observando durante mucho tiempo una temperatura algo superior a lo normal.

Lo que no cabe duda es que los efectos negativos directos del proceso han sido exagerados hasta el infinito, lo cual es fácilmente comprobable comparando las previsiones que se hacen en los informes oficiales del Panel Intergubernamental de Cambio Climático con los valores que difunden los medios.

Por ejemplo: Mientras que el IPCC prevé un incremento medio del nivel del mar de unos 50 cm para el fin del siglo XXI, la mayoría de los medios continúan repitiendo el valor de 70 m, lanzado en su libro “La verdad incómoda” por el vicepresidente Al Gore quien, como es del dominio público, es parte de una gran corporación productora de biocombustibles.

Sin embargo, el peor efecto del calentamiento global ha sido distraer la atención del público, logrando que, durante los últimos 30 años, los restantes riesgos ambientales pasaran a segundo plano, y se los descuidara notablemente.

La lista es larga, pero uno de los principales, y el que nos ocupa en este trabajo, es el abuso de los recursos hídricos.

Muchos ríos que hasta hace medio siglo llegaban al mar, han pasado a formar parte de cuencas arreicas, porque el uso de sus aguas para emprendimientos industriales y/o para riego ha reducido significativamente su caudal, con graves efectos ambientales, entre los que se destaca la salinización.

Es imperioso que estos riesgos ambientales empiecen a ser reconocidos, protegiendo adecuadamente nuestros recursos ambientales, so pena de que, en algún momento no lejano, sobrevenga una crisis irreversible.

CONFERENCIA

RIO NUEVO: HISTORIA, CAUSAS Y SIGNIFICADO PARA EL RESTO DE LA LLANURA CHACO-PAMPEANA.

Viernes 6 de octubre 9:30 hs.

Dr Esteban Jobbagy (jobbagy@gmail.com))

Ingeniero Agrónomo de la UBA, Doctor en Biología de Duke University (EE.UU.). Investigador Principal en el IMASL-CONICET. Docente ad honorem de la UBA. Ha publicado 120 trabajos en temas de Ecología, Suelos, Hidrología y Uso del Territorio. Autor de libros y de trabajos de divulgación incluyendo documentales audiovisuales. Miembro de Comisiones de Cs Biológicas y Cs Agrarias del CONICET. Evaluador de INTA y de proyectos internacionales de Francia, Bélgica, Uruguay, Chile, EEUU, Unión Europea. Recibió premios como el de “Investigador de la Nación”, el diploma de honor “Konex” y una beca “Guggenheim”. Actividades de vinculación y colaboración con gobiernos nacionales y provinciales y con empresas y asociaciones de productores agropecuarios. Hace 13 años inició el Grupo de Estudios Ambientales en San Luis, en el que trabajan y se entrenan una veintena de científicos.

MESA REDONDA

FORRAJERAS PARA AMBIENTES SALINOS. NUEVAS ESPECIES Y HERRAMIENTAS.

Miércoles 4 de octubre 17:00 hs.

Herramientas biotecnológicas y su aplicación al incremento de la tolerancia a la salinidad.

Dra Karina Ribichich (kribic@gmail.com)

Licenciada en Ciencias Biológicas por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, con doctorado y posdoctorado en Ciencias con orientación Bioquímica por el Instituto de Química de la Universidad de San Paulo (Brasil), en el área de Biología molecular de microorganismos. Actualmente es docente en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral e investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas en el Instituto de Agrobiotecnología del Litoral, en Santa Fe, Argentina, en el área de Biología Molecular de plantas. Trabaja en la comprensión de los mecanismos moleculares que llevan a cambios fenotípicos en plantas y en la caracterización de potenciales herramientas biotecnológicas para el mejoramiento de cultivares.

La salinidad es uno de los factores abióticos que provoca la degradación de los suelos y afecta su fertilidad. Evitar la expansión de la frontera agrícola, recuperando los suelos ya degradados para la actividad agropecuaria se plantea como necesario para mejorar la situación de las regiones afectadas y no comprometer más los recursos. En esta charla se discuten las herramientas de la Ingeniería Genética que se han venido utilizando para el desarrollo de plantas de importancia agrícola con incremento de la tolerancia a la salinidad y los resultados obtenidos. Además, se analizan las nuevas tecnologías a la luz de las ventajas y desventajas respecto de las ya utilizadas y de las reservas que se plantean en torno al uso de estas tecnologías en relación con la seguridad ambiental y alimentaria.

Especies silvestres tolerantes a la salinidad: criterios de selección a utilizar para introducirlas a cultivo.

Dr Juan Marcelo Zabala (jmzabala@fca.unl.edu.ar)

Ingeniero Agrónomo (FCA-UNL), Magister en Genética Vegetal (FCA-UNR-INTA), Dr. en Ciencias Agrarias (UNR). Docente de Genética y Mejoramiento Vegetal y Animal (FCA-UNL). Investigador del Programa de Documentación, Conservación y Valoración de la Flora Nativa. Curador Banco de Germoplasma (FCA-UNL). La temática de trabajo se centra en el estudio de recursos Fitogenéticos forrajeros nativos, con énfasis en ambientes con limitantes edáficas.

En esta mesa redonda se abordan algunos de ejemplos de especies silvestres para ambientes salinos subexplotadas hasta el momento y las nuevas herramientas biotecnológicas disponibles para introducir y/o modificar diferentes caracteres relacionados con la tolerancia a la salinidad por vías no sexuales.

Arbustos nativos del género *Atriplex*: un interesante recurso forrajero y para la restauración de ambientes salinos.

Passera, C.B.[1].; Fernández, M.E.[2]; Allegretti, L.I.[1-2]

[1] Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. cpassera@uncu.edu.ar
[2] Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA), CCT Mendoza. CONICET.

Dr Carlos Passera (cpassera@uncu.edu.ar)

Ingeniero Agrónomo (UNCuyo); Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad de Granada, España. Profesor de Fisiología Vegetal; Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo). Experiencia de investigación en ecofisiología vegetal con especial atención en plantas nativas de las zonas áridas de Argentina y España. Ha desarrollado metodologías para la evaluación de la biodiversidad y de la Capacidad de Carga de ambientes con usos ganaderos. En la actualidad participa en programas y proyectos de investigación que intervienen en la restauración de zonas degradadas, mediante el uso de especies nativas.

El género *Atriplex* ofrece en Argentina unas 35 especies con una amplia variedad de arbustos que tienen aptitud forrajera. Dentro de éste género se pueden citar varias especies que son endemismos de las zonas áridas y semiáridas de nuestro país en los que se detectan mecanismos ecofisiológicos que les permiten sobrevivir en condiciones de severa aridez y en muchos casos de alta salinidad. Entre estas plantas hay que señalar que existe una alta disparidad en el conocimiento de su biología y funcionamiento. Algunas especies han sido motivo de

numerosas publicaciones como *Atriplex lampa; A. cordobensis; A. undulata* de las cuales existen metodologías conocidas para su multiplicación y establecimiento en diferentes situaciones de “campo”. Frecuentemente estas especies han sido motivo de tesis de posgrado (maestrías y doctorados) y proyectos de investigación ya terminados y/o en ejecución aspecto que es altamente auspicioso, ya que demuestra un renovado interés por conocer su funcionamiento. Entre las especies que han sido citadas como forrajeras se pueden mencionar a *A. argentina; A. cordobensis; A. imbricata; A. lampa; A. sagittifolia y A. undulata.* Estudios de su valor forrajero indican que tienen altos contenidos proteicos y buena digestibilidad. *Atriplex lampa* (zampa) fue testeada en ensayos de cafetería por parte de cabras criollas, resultando medianamente aceptada, debido seguramente al alto contenido de sales. A pesar de ello la zampa es muy apreciada por los ganaderos pues mantiene el crecimiento en el invierno razón por la cual ofrece brotes tiernos (estado tipo “moscatel”) muy consumidos por el ganado a fines del invierno y principios de primavera cuando hay poca oferta de forraje debido a las bajas precipitaciones (el 85% se produce de octubre a marzo) y también bajas temperaturas. Estas especies responden bien al rebrote y son pioneras en la sucesión secundaria luego de disturbios, por eso es común en banquinas de rutas. Actualmente muy usada en tareas de restauración de ambientes degradados por sobrepastoreo, de pasivos mineros y de explotación petrolera. Debe mencionarse que no responde bien al fuego desapareciendo durante varios años en los campos sometidos a este manejo. La distribución de este género, ocupa casi la totalidad de las áreas áridas y semiáridas de nuestro país; aparece desde la Puna en Jujuy y Salta (*A. imbricata*) hasta el sur patagónico en la provincia de Santa Cruz (*A. patagónica*) y desde los 2500 msnm en Mendoza hasta el nivel del mar en Península Valdés (*A. lampa*). Los vacíos de información que aún existen respecto de algunas especies de este género especialmente en su ecofisiología; su uso como forraje; en tareas de restauración de ambientes degradados e incluso en tareas de xerojardinería, imponen un interesante desafío para las futuras generaciones.

MESA REDONDA

TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO EN MECANISMOS DE TOLERANCIA A LA MEJORA DE GERMOPLASMA PARA CONDICIONES DE SALINIDAD

Jueves 5 de octubre 10:30 hs.

¿Es poco lo que se transfiere de mecanismos a mejoramiento?

Dra Edith Taleisnik (etaleisnik@gmail.com)

Bióloga (FCEFN de la Universidad Nacional de Córdoba), MSc de Stanford University, EEUU y PhD de la Ben Gurion University of the Negev, Israel. Investigadora Principal de CONICET, trabaja en el INTA (IFRGV, CIAP) en respuestas fisiológicas de plantas cultivadas, en especial gramíneas forrajeras, a condiciones de salinidad y alcalinidad. En este tema ha dirigido numerosos estudiantes de post grado y dictado cursos en el país y en el exterior. Profesora Consulta de Fisiología Vegetal en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba y Miembro Correspondiente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de Argentina. Actualmente integra el directorio de la International Foundation for Science (IFS) y es Editora Asociada de la revista Crop Science. Es miembro fundadora de la Red Argentina de Salinidad (RAS) y fue presidente de la entidad.

Diferentes criterios y estrategias para evaluar/incrementar la respuesta/tolerancia a la salinidad en Lotus spp. Más de una década de experiencias.

Dr Oscar Adolfo Ruiz (ruiz@intech.gov.ar; ruiz.oscar@inta.gob.ar)

Bioquímico (UNNE, 1982). Doctor en Bioquímica (UBA, 1988). Personal Profesional Junior B del United Nations Development Programme (PNUD Arg. 86/028) 1989-90 y posteriormente Semi-senior A1990-1993. Investigador principal de CONICET. Profesor invitado de la Universidad de Barcelona (UB-España) 1999-2000 y de la Universidad de Valencia (UV-España) 2004, 2005 y 2017. Profesor Cátedra UNESCO de la UV, 2007. Profesor en Biotecnología (UNSAM) y director de la Maestría en Agrobiotecnología (UNSAM). Participa o ha participado de numerosos proyectos financiados por organismos nacionales e internacionales. Fue expositor y coautor de trabajos científicos, académicos y de divulgación en numerosos congresos nacionales e Internacionales y ha publicado alrededor de un centenar de trabajos académicos y de divulgación con referato, en revistas de circulación internacional y nacional. Ha recibido algunos reconocimientos y premios por su actividad académica y tecnológica. Director del Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales (IFRGV) perteneciente al Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP-INTA).

La “Pampa Deprimida del Salado” (PDS) es el área de cría de ganado más importante de la Argentina. En la misma, leguminosas incluidas en el género *Lotus spp* se han utilizado tradicionalmente como forrajes. Casi el 60% de la superficie terrestre de la PDS, está dominada por suelos afectados por salinidad. Con el fin de hacer frente a esta limitación, los productores ganaderos han promovido especies vegetales naturalizadas eficientemente, como por ejemplo el *L. tenuis* (ex *L. glaber*). A los fines de estudio, el *L. tenuis* puede considerarse un caso de invasión biológica muy exitoso y útil, lo que ha llevado a que su promoción se haya propuesto como una estrategia de elección en las zonas edáficas marginales para la agricultura, ya que genera una mejora en la calidad del suelo por el incremento del contenido de materia orgánica (MO) y de sus niveles de nitrógeno (N). En nuestro laboratorio hemos desarrollado por más de 10 años, un análisis integrado (académico y productivo), de las modificaciones que se producen mediante la implantación de esta leguminosa y otras especies vegetales consociadas que se ven favorecidas en su persistencia, lo que ha llevado a definir al *L. tenuis* como una especie *Keystone*. Asimismo, hemos logrado una mejor comprensión de la biodiversidad microbiana asociada a esta leguminosa y también evaluar su importancia en la mejora de estos ecosistemas edáficos estresantes. Además, hemos evaluado los determinantes fisiológicos, morfológicos y genéticos asociados con rasgos agronómicos de interés, que se relacionen con la tolerancia a estreses bióticos y abióticos y con el contenido de Taninos Condensados (TC), tanto en la especie modelo, como en aquellas con interés forrajero.

Palabras claves: *Lotus spp, Pampa Deprimida del Salado, Promotores del Crecimiento Vegetal, Taninos Condensados y Áreas edáficas marginales para la agricultura.*

Introducción

El género *Lotus* pertenece a la familia *Fabaceae*, la tercera más grande entre las *Angiospermas*, con una gran diversidad biológica, conformada por aproximadamente 720 géneros y más de 18.000 especies. Para las especies del género *Lotus spp* se han reconocido efectivas simbiosis con micorrizas (Sannazzaro *et al*, 2004) y con bacterias fijadoras de nitrógeno (Estrella *et al*, 2009) que le han permitido establecerse como plantas "pioneras" en ambientes de suelos limitados en nutrientes. El nombre de *Lotus* fue introducido por Linnaeus en 1753 y desde entonces, hubo diversos cambios en las especies incluidas en el género, que gracias a las modernas herramientas moleculares desarrolladas recientemente, han restringido a 100-130 especies. La mayoría de ellas son nativas de Europa, Asía, África, Australia y algunas de las islas del Océano Atlántico y Océano Pacífico. Algunas fueron descritas tempranamente como "nativas del Nuevo Mundo", pero más tarde fueron excluidas del género. Sin embargo, las especies de *Lotus* tienen una distribución en casi todo el mundo, exceptuando las regiones muy frías y en ciertas áreas tropicales del Sudoeste Asiático y América Central. (Escaray *at al*, 2010, Antonelli *et al*, 2016).

Especies del genero *Lotus spp.* en Sudamérica

Existen diversas especies del género *Lotus* que han sido utilizadas para mejorar la calidad de las pasturas. Actualmente, constituye un objetivo tecnológico de relevancia para los países del Cono Sur Americano, incrementar su aporte forrajero y su tolerancia a condiciones de estrés a través de la Biotecnología. Las especies del género más ampliamente difundidas como materiales forrajeros han sido: *Lotus corniculatus* L., *L. tenuis* Waldst. et Kit. (Syn. *L. glaber* Mill.), *L. uliginosus* Schkuhr (Syn. *L. pedunculatus* Cav.) and *L. subbiflorus* Lag. El reconocimiento de *L. japonicus* (Regel) como especie modelo debido a sus propiedades que la ponderan como tal (genoma pequeño y secuenciado, autógama, etc.) han facilitado un mayor conocimiento y un potencial incremento en la calidad forrajera y en la persistencia de las especies cultivadas (Escaray, *et al* 2012a).

La cuenca del Río Salado. La importancia del *Lotus spp.*

La Cuenca del Río Salado se encuentra en el centro de la Pampa Deprimida que lleva similar denominación, constituyendo una extensa área situada de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Es una región muy plana, constantemente afectada por periodos de inundación/sequía. Alrededor del 40% de los suelos de esta zona se compone de humus con una gran capacidad de retención de agua y de excelente calidad para el cultivo de muchas e importantes especies vegetales con relevancia económica. Ello determina que tradicionalmente se reconozca a dicha región, como una de las más importantes del país. Sin embargo, su potencial

productivo se ve perjudicado por la presencia de miles de hectáreas de suelos de mala calidad afectados por sales, valores de pH extremos y ciclos fluctuantes del “agua útil”, y los cuales pueden llegar a representar el 60% de la superficie total de algunas unidades productivas. Como ha sido ampliamente demostrado, los suelos salinos obstaculizan el crecimiento de la planta y por lo tanto, afectan su productividad. En particular, los “suelos sódicos” se caracterizan por porcentajes altos de sodio intercambiable y se clasifican (según US Soil Taxonomy) en 2 diferentes grupos denominados: Natraquols y Natraqualfs. Asimismo, también se ha reportado que la distribución de los pastizales naturales en la Cuenca del Río Salado está determinada por los niveles de alcalinidad y la frecuencia de las inundaciones, lo que conlleva a la ausencia (en forma significante) de especies con valor forrajero y siendo notable, la casi total ausencia de leguminosas nativas en condiciones de producción. En tales ambientes se observan preferentemente especies tales como *Distichlis Scoparia, D. Spicata, Paspalum Vaginatum, Sporobolus pyramidatus* y también el alga *Nostoc*. Sus productividades primarias netas y palatabilidad, son claramente inferiores a los de las comunidades que crecen en los suelos más fértiles. Además, estas especies están asociadas a suelos con contenidos bajos de MO, observándose con frecuencia, amplias variaciones entre los mismos. Esto determina que uno de los objetivos tecnológicos sobresalientes en la recuperación y/o renovación de ambientes edáficos, incluye la necesidad de asociar tales procesos al secuestro de carbono mediante la incorporación de especies vegetales tolerantes.

Esta preocupante situación, actualmente también se encuentra afectada por las prácticas económicas de las últimas décadas, que incluyen de manera sobresaliente, el avance de la agricultura en reemplazo de las pasturas, lo que conlleva a la disminución de aquellas áreas tradicionalmente dedicadas a la ganadería. Ello ha determinado que la actividad pecuaria se haya desplazado principalmente a zonas edáficas marginales. Agravando dicha situación, estos suelos son sometidos actualmente a una mayor carga animal, lo que conlleva a la necesidad crítica y urgente, de mejorar su oferta de forraje y su calidad. En función de ello, han sido muchos los intentos de reemplazar las comunidades pre-existentes por especies exóticas, lo cual ha tenido un éxito relativo. En este contexto, la leguminosa *L. tenuis* representa una especie que ha tenido una expansión notable, alcanzado una importancia considerable a través un proceso de naturalización inédito y sorprendente. Su tolerancia a la alcalinidad y a los periodos de inundación, han facilitado su amplia y rápida difusión, y también ha demostrado que puede crecer en concentraciones bajas de fósforo (P) extractable. Sobresalen en este sentido, la eficiente asociación con micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno (N), lo que le facilita la adquisición de P (Sannazzaro *et al* 2004, Echeverría *et al* 2013), al mismo tiempo de incrementar los niveles de N en el suelo (Castagno, 2014). Sin embargo, a pesar de su alta tolerancia a los estreses abióticos, su alto valor nutricional y la poca incidencia de patógenos reportados (temática que debería ser abordada adecuadamente ya que existen muy escasos reportes al respecto), esta especie es poco productiva frente a los requerimientos crecientes de demanda de forraje,

requeridos por el desplazamiento de la ganadería a los ecosistemas edáficos marginales. Esta deficiencia ha dado origen a la denominación de “alfalfa de los pobres” que le han otorgado algunos productores ganaderos bonaerenses. Por ello, el potencial incremento de su aporte forrajero bajo condiciones de estrés, constituye uno de los principales objetivos para los Planes de Mejoramiento de la especie en la Argentina (Uchiya *at al* 2016).

Estrés abiótico

Es muy importante detallar, que el estrés alcalino se relaciona con la presencia de sales alcalinas (Na_2CO_3 y/o $NaHCO_3$) en el suelo, mientras que el estrés salino, se relaciona únicamente con la presencia de sales neutras tales como NaCl o Na_2SO_4. Al respecto, existen numerosos reportes en diversas especies vegetales incluyendo algunas del género *Lotus spp* (Sánchez *et al* 2005; Sannazzaro *et al* 2006, 2007; Echeverría *et al* 2008), y siendo menor (aunque creciente de manera significativa) el número de estudios relacionados con estrés alcalino, el cual quizás, constituye la principal limitación para la actividad agropecuaria (Paz *et al* 2012). Como es bien sabido, el estrés salino afecta al crecimiento de las plantas y las respuestas se relacionan mayoritariamente con la necesidad de que las células se ajusten osmóticamente y restablezcan el equilibrio iónico. En el caso del estrés provocado por las sales alcalinas, por lo general puede observarse un detrimento más severo del crecimiento vegetal. 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). Por otra parte siempre debe tenerse en cuenta, que las condiciones de estrés por salinidad y alcalinidad con frecuencia coexisten, y que la proporción de sal neutra con respecto a la sal alcalina, varía en los diferentes ambientes edáficos. Al mismo tiempo, resulta un hecho conocido que la arquitectura de la raíz se relaciona directamente con la productividad, debido a que puede proporcionar indicios sobre “los costos” de los recursos, el transporte, la eficiencia y la exploración de nutrientes, bajo condiciones edáficas limitantes. 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 también pudo observarse que las sales neutras y alcalinas producen un efecto perjudicial similar sobre el crecimiento del *L. tenuis*, mientras que el efecto perjudicial es sinérgico cuando se analizan los efectos provocados por la presencia de ambas sales simultáneamente (Paz *et al* 2012). Además pudo observarse que la sal neutra, sola o en concentraciones equimolares con $NaHCO_3$, determinó una acumulación significativa de Na^+ en la hoja, lo que co-existe con una reducción en la concentración de K^+. Por el contrario, en las plantas tratadas únicamente con $NaHCO_3$ pudo observarse que los niveles de Na^+ y la relación de Na^+/K^+ permanecieron relativamente 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.

Esto contrasta con los valores observados para la tendencia topológica de la raíz, ya que la alcalinidad (sola o en presencia de sales neutras) determina la promoción de una estructura de "*espina de pescado*" que contrasta con aquella observada en condiciones controladas de crecimiento. También contrasta con la estructura radicular observada frente al estrés salino provocado sólo, por sales neutras. Interesantemente, el patrón de cambios morfológicos en la arquitectura de las raíces del *L. tenuis* después del tratamiento alcalino (en ausencia de NaCl) fue similar a la encontrada en el tratamiento de sal alcalina mixta y diferente de la observada en simultáneo por la presencia de un exceso de sal neutra (Paz *et al* 2014a). Complementariamente, hemos caracterizado fenotípicamente las respuestas al estrés alcalino de los ecotipos de la especie modelo (*L. japonicus*) que con mayor frecuencia aparecen reportados en la literatura especializada: Gifu B-129 y MG-20. Posteriormente sumamos en condiciones similares, el análisis del transcriptoma global de plantas sometidas a la presencia de 10 mM $NaHCO_3$ durante 21 días. La evaluación del crecimiento, los parámetros de intercambio de gases, el análisis de la florescencia transitoria de la clorofila (OJIP) y la homeostasis de metales, fundamentó la definición de que el ecotipo MG-20 presenta un nivel de tolerancia superior al estrés alcalino que el ecotipo Gifu B-129. Además, se observaron diferencias significativas entre ambos ecotipos en los patrones de expresión de factores de transcripción con incidencia en homeostasis de micronutrientes, en la regulación del crecimiento radicular, entre otros (Babuin *et al*, 2014). Además, hemos realizado una evaluación detallada de las respuestas de ambos ecotipos de la especie modelo, a la aclimatación a temperaturas sub-óptimas, lo que incluyó un secuenciameinto de ARN para identificar y clasificar los 1077 genes expresados diferencialmente (Calzadilla *et al* 2016a) y una caracterización de la fisiología del estrés que generó una nueva hipótesis sobre los fundamentos de la posible diferencia en las tolerancias relativas observadas entre ambos genotipos de la especie modelo (Calzadilla *et al* 2016b). Complementariamente, desarrollamos una evaluación de la proteómica de los cloroplastos de los mismos ecotipos sometidos a similar estrés. Los datos obtenidos pueden ser útiles en la identificación de genes candidatos para la mejora de la tolerancia de especies de leguminosas forrajeras a bajas temperaturas (Calzadilla et al, 2017, enviado).

Estrés biótico

A la afectación que determinan los estreses abióticos en la productividad de las leguminosas, con frecuencia se adiciona el daño por estrés biótico originado por microorganismos patógenos. Este último factor es la causa de pérdidas considerables cada año. Por lo tanto, una compresión más profunda de las respuestas de defensa desplegada por las plantas leguminosas contra los patógenos, es un paso crucial en el desarrollo de cultivares más tolerantes y el establecimiento de estrategias eficaces para el control de las enfermedades. Es importante tener en cuenta, que los mecanismos de resistencia identificados en plantas que pertenecen a otras familias, no siempre pueden ser totalmente extrapolados a las especies leguminosas, probablemente debido a diferencias en la

organización genómica. Por lo tanto, la temática del estrés biótico en leguminosas merece sin dudas, mayor atención. Con el objetivo de incrementar los conocimientos actuales, evaluamos la interacción entre *L. japonicus* y la bacteria "modelo" *Pseudomonas syringae* tomato DC3000, una cepa patógena que desarrolla la "mancha bacteriana" en tomate y *Arabidopsis*. Preliminarmente se realizó una caracterización fenotípica de la interacción entre la misma y dos genotipos de *L. japonicus* (Gifu B-129 y MG-20 Miyakojima), lo que reveló la existencia de diferencias fenotípicas muy contrastantes lo que se complementó con un análisis transcriptómico diferencial (Bordenave *et al* 2013) el cual posee una elevada importancia potencial, en el reconocimiento de los mecanismos de respuestas de especies vegetales del género en su interacción con cepas simbiontes y/o patogénicas en los ecosistemas en estudio (Nieva *et al* 2016; 2107) y/o en la bioformulación de inoculantes específicos (Sannazzaro *et al* 2011; Castagno *et al* 2016).

Microorganismos asociación simbiótica

Como la mayoría de las leguminosas, el *L. tenuis* tiene la capacidad de establecer relaciones simbióticas mutualistas con bacterias del suelos denominadas colectivamente como "rizobios fijadores de N", lo que le confiere una grado de mayor competitividad frente a las especies no leguminosas en suelos con deficiencia en sus niveles nutricionales (N y otros elementos). Teniendo en cuenta que el proceso de naturalización de esta leguminosa en la Argentina es reciente (menos de 80 años), no resulta extraño que la selección de cepas eficientes y el desarrollo de inoculantes específicos de alta calidad para el *L. tenuis* se encuentre aún en desarrollo y que aún se utilicen en su formulación, cepas que fueron originalmente aisladas en suelos de diferente calidad a los de la Cuenca del Río Salado y seleccionadas por su capacidad de fijar N atmosférico en entornos no estresantes como los que caracterizan a la región. Por lo tanto, el uso de los nuevos bio-inoculantes que se formulen con cepas nativas eficientes, podría ser un recurso asequible y sostenible para mejorar el rendimiento de *L. tenuis*. En nuestro laboratorio, se han identificado y aislado numerosas cepas y se encuentran disponibles para este fin (Estrella *et al* 2009), y las cuales han demostrado una excelente adaptación y eficiencia en condiciones experimentales a campo (Sannazzaro *et al*, 2011). Por otra parte, teniendo en cuenta los bajos niveles de fosforo asequible para las plantas en la región, también hemos aislado y caracterizado cepas para evaluar sus mecanismos de solubilización de fosfato. A través del análisis de BOX-PCR, a partir de numerosos aislamientos, se identificaron 17 cepas no redundantes pertenecientes a los géneros *Pantoea, Erwinia*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, y *Enterobacter* las cuales se inocularon en plantas del *L. tenuis*. Como resultados de estos estudios, pudimos identificar una cepa de *Pantoea Eucalypti* que presentó una gran capacidad de promover el crecimiento de *L. tenuis*, a lo que sumó una alta capacidad de solubilizar fosfato, principalmente a través de la inducción del metabolismo, la secreción y la oxidación del ácido glucónico (Castagno, *et al*, 2011). Asimismo, la inoculación de *L. japonicus* con *P. eucalipti*

M91, alteró la morfología de la raíz e incluyó una mejora en la adquisición de Fe^{2+} y de su transporte a la parte aérea y un aumento en la eficiencia de los parámetros PSII. Esto se condijo con la observación de un aumento en la expresión de los genes FRO 1 y IRT 1, acompañado por un aumento significativo en la actividad FRO. Los resultados revelaron que *P. eucalypti* M91 tiene un efecto beneficioso sobre el proceso de adquisición de Fe en la estrategia I, como se describe para las monocotiledóneas y dicotiledóneas no gramíneas, lo que deja en evidencia su potencial como un inoculante para los cultivos de leguminosas cultivadas en suelos alcalinos (Campestre *et al*, 2016a, b). Interesantemente, en otros estudios de nuestro laboratorio, hemos observado que la *Actinobacteria* también mostró actividad promotora del crecimiento sobre *Mesorhizobium loti* en simbiosis con *L. tenuis* (Solans *et al* 2015).

Taninos condensados

Las Proantocianidinas (PA) o También conocidos como Taninos Condensados (TC) son metabolitos secundarios que afectan en gran medida los rasgos de la calidad forrajera en leguminosas. La concentración y la estructura de estos metabolitos influyen en su valor nutritivo y por lo tanto, la modulación de los niveles de PA en las hojas es de importancia primordial para los mejoradores de forraje en todo el mundo (Escaray *et al*, 2012b; Escaray et al 2017). Las dificultades en la ingeniería genética de esta vía a través de la expresión ectópica de genes reguladores, dio impulso a buscar estrategias alternativas para mejorar este rasgo en leguminosas forrajeras de interés agronómico. Teniendo en cuenta que el género *Lotus* incluye especies de forraje que acumulan las PA en los órganos comestibles y por lo tanto se pueden utilizar como potenciales padres donantes en programas de mejora, en nuestro laboratorio, identificamos una población silvestre diploide de *L. corniculatus* con elevadas concentraciones foliares de PA y evaluamos que la misma podía ser cruzada exitosamente con germoplasma argentino naturalizado del *L. tenuis*, especie que se caracteriza por no acumular PA foliar en los niveles adecuados para lograr una mejora en su condición nutricional para rumiantes. Los híbridos interespecíficos resultantes presentaron varios rasgos destacados de importancia agronómica, entre los que se encuentra la producción de rizomas, sumado a una mejora en los niveles de PA foliares que resultan suficientes para prevenir el “timpanismo” (alrededor de 5 mg de PAs/g DW). A estas características, hemos sumado la observación de un elevado potencial de tolerancia a los estreses ambientales que caracterizan a las tierras marginales para la agricultura en la región de la Cuenca del Río Salado. Este material representa el primer ejemplo de la introgresión de niveles adecuados en los TC para proporcionar beneficios nutricionales. Por otra parte, los híbridos también presentan rasgos adicionales que pueden resultar útiles para generar materiales mejorados en leguminosas forrajeras con mayor persistencia y capacidad de adaptación a las condiciones marginales (Escaray *et al*, 2012 a y b; 2014; 2017). Nuestros estudios sugieren que los híbridos y su progenie constituyen una herramienta muy valiosa para facilitar nuestra

comprensión de la genética de la biosíntesis de control de los TC (Escaray *et al* 2017).

Perspectivas

Actualmente nuestro laboratorio está incrementando el conocimiento sobre la diversidad microbiana del suelo en la rizósfera de las especies de *Lotus* que crecen en la Cuenca del Río Salado (Nieva *et al*, 2016; Nieva *et al*, 2017) y es de nuestro particular interés, el profundizar la evaluación de su relación con el secuestro de C y al emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Los temas de valoración actual, incluyen los cambios físicos, químicos y microbiológicos causados por la intersiembra de *Lotus tenuis Wild* y su productividad asociada a los antecedentes productivos que se poseen (Bailleres, *et al* manuscrito en preparación). Simultáneamente, estamos evaluando el fenotipo de diferentes accesiones de *L. japonicus* frente al ataque de los hongos fitopatógenos y bacterias, con el objetivo de identificar los principales rasgos asociados a la tolerancia a estreses bióticos en leguminosas. Asimismo, estamos profundizando el estudio de los genes implicados en la respuesta al estrés biótico y abiótico mediante estudios de expresión diferencial y transgénesis (Espasandin *et al,* 2010, 2014, 2017). Otros objetivos del laboratorio incluyen la mejor compresión de las bases moleculares de la biosíntesis de TC en *Lotus spp* y el papel de estos metabolitos secundarios en la mitigación de la emisión de GEI por rumiantes, así como su incidencia en el diseño y evaluación de un modelo de distribución espacial (SDM) para *L. tenuis* en la región de incidencia del IIB-INTECh (sede Chascomús).

Por último, estamos interesados en colaborar en la creación de un grupo de trabajo multinstitucional y multidisciplinario, para coordinar la futura transferencia del conocimiento obtenido a otros ambientes edáficos marginales y evaluar la incidencia y el potencial biotecnológico del género *Lotus spp* en las actividades de restauración y recuperación de los mismos.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por becas de las siguientes agencias argentinas: Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Argentina (MINCYT); la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnología (ANPCYT), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Universidad de San Martín (UNSAM) y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Por otra parte, se reconoce el apoyo del proyecto de la Comunidad Económica Europea –CEE-: "Uniendo genómica y gestión de agrosistemas: Recursos para la adaptación y producción sostenible. La producción de especies de *Lotus* forrajeras en suelos de América del Sur": LOTASSA (Lotus Adaptación y Sostenibilidad en América del Sur) y del proyecto FA0605: INPAS. Asimismo se agradece y reconoce las colaboraciones (financiadas mediante proyectos bi o multinacionales) de investigadores de Portugal, España, Italia, Alemania, EEUU, México, Uruguay, Chile y Brasil.

Referencias

Antonelli C.; Calzadilla P.; Escaray, F.J. Babuin M.F.; Campestre M.P.; Rocco R.; Bordenave C.; Perea García, A.; Nieva S.; Llames M.E.; Maguire V.; Melani G.; Sarena D.; Bailleres M.; Carrasco P.; Paolocci F.; Garriz A.; Menéndez A.; Ruiz O.A. 2016. *Lotus sp*: Biotechnological strategies to improve the bioeconomy of lowlands in the Salado River Basin (Argentina). AGROFOR International Journal, Vol. 1, Issue No. 2. DOI: 10.7251/AGRENG1602043AUDC 633.2:631.41(82).

Babuin M.F.; Campestre M.P.; Rocco R.A.; Bordenave C.; Escaray F.J.; Antonelli C.; Calzadilla P.; Gárriz A.; Serna E.; Carrasco Sorlí P.; Ruiz O.A.; Menéndez A.B. 2014 Response to long-term $NaHCO_3$-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.D., Escaray F.J., Menendez A.B., Serna E., Carrasco Sorli P., Ruiz, O.A. and Gárriz A. 2013. Defense responses in two ecotypes of *Lotus japonicus* against Non-Pathogenic *Pseudomonas syringae*. PLOS ONE. Volume 8. Issue 12. e83199.

Bordenave C.D.; Rocco R; Babuin M.F.; Campestre M.P.; Escaray F.J.; Gárriz A.; Antonelli C.; Carrasco P.; Ruiz O.A. and A.B. Menendez. Characterization of the primary metabolome during the longterm response to $NaHCO_3$-derived alkalinity in *Lotus japonicus* ecotypes Gifu B-129 and Miyakojima MG-20. Acta Physiol Plant (2017) 39: 76. https://doi.org/10.1007/s11738-017-2369-x.

Calzadilla P.I., Maiale S.J., Ruiz O.A. and Escaray F.J. 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 P.I., Signorelli S., Escaray F.J., Menéndez A.B., Monza J., Ruiz .A. and Maiale S.J. 2016b. Photosynthetic responses mediate the adaptation of two *Lotus japonicus* ecotypes to low temperature. Plant Science. 250: 59-68.

Calzadilla P.I.; Vilas J.M.; Escaray, F.J.; Unrein, F.; Carrasco, P.; Ruiz, O.A. 2017. Chloroplast events are involved into tolerance to low temperature stress of the model legume *Lotus japonicus.* Enviado.

Campestre M.P.; Castagno L.N.; Estrella M.J. and Ruiz O.A. 2016. *Lotus japonicus* plants of the Gifu B-129 ecotype subjected to alkaline stress improve their Fe^{2+}bio-availability through inoculation with *Pantoea eucalypti M91.* Journal of Plant Physiology 192: 47–55.

Castagno L.N., Estrella M.J., Sannazzaro A.I., Grassano A.I. and Ruiz O.A. 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.

Castagno L.N.; García I.V.; Sannazzaro A.I.; Bailleres M. A.; Ruiz O.A.; Mendoza R.E.; Estrella M.J. 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., Scambato A.A.; Sannazzaro A.I., Maiale S.J. Ruiz O.A and Menéndez A.B. 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.

Echeverría M., Sannazzaro A.I., Ruiz O.A and Menéndez A.B. 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.

Escaray F.J., Collado Rosique F.J., Scambato A.A., Bilenca D, Carrasco Sorlí P.M., Matarredona A. V., Ruiz O.A. and Menéndez A.B. 2010. Evaluation of a technical revegetation action performed on foredunes at the Valencian Devesa de la Albufera, Valencia, Spain. Land Degradation and Development. 21: (3). 239-247.

Escaray F.J., Gárriz A., Estrella M.J., Pieckenstain F.L., Castagno L.N., Carrasco-Sorli P., Sanjuán Juan and Ruiz O.A. 2012a. 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 F.J., Passeri V., Babuin F.M., Marco F., Carrasco-Sorli P., Damiani F., Pieckenstain F.L., Paolocci F. and Ruiz O.A. 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 2014, 14:40. 1-18.

Escaray F.J.; Passeri V.; Perea-Garcia A.; Antonelli C.J.; Damiani F.; Ruiz O.A. and F. Paolocci. 2017. The R2R3-MYB TT2b and the bHLH TT8 genes are the major regulators of proanthocyanidin biosynthesis in the leaves of *Lotus* species. Planta. DOI 10.1007/s00425-017-2696-6

Escaray, F. J; Rosato M.; Pieckenstain F.L.; Menéndez A.B.; Roselló J.A.; Carrasco P. and Ruiz O. A. 2012b. The proanthocyanidin content as a tool to differentiate between *Lotus tenuis* and *L. corniculatus* individuals. Phytochemistry Letters. 5: 37-40.

Espasandín F.D.; Calzadilla P.I.; Maiale S.J.; Ruiz, O.A. and Sansberro P.A. 2017. Overexpression of the arginine decarboxylase gene improves tolerance to salt stress in lotus tenuis plants. J Plant Growth Regul. DOI 10.1007/s00344-017-9713-7

Espasandín F. D., Collavino M. M., Luna C. V., Paz R. C., Tarragó J. R., Ruiz O. A., Mroginski L. A. and Sansberro P. A. 2010. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of *Lotus tenuis* and regeneration of transgenic lines. Plant Cell, Tissue and Organ Culture.102: 181-189.

Espasandín F.D, Maiale S.J., Calzadilla P., Ruiz O.A., Sansberro P.A. 2014. Transcriptional regulation of 9-cis-epoxycarotenoid deoxygenase (NCED) gene by putrescine accumulation positively modulates ABA synthesis and drought tolerance in *Lotus tenuis* plants. Plant Physiology and Biochemistry.76: 29-35.

Estrella M.J., Muñoz S., Soto M.J., Ruiz O.A. and Sanjuán 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 (4). 1088-1098.

Mendoza R.E.; Bailleres M., García I.V. and Oscar A Ruiz. 2016. Phosphorus fertilization of a grass-legume mixture: effect on plant growth, nutrients acquisition and symbiotic associations with soil microorganisms. Journal of Plant Nutrition. VOL. 39, NO. 5, 691–701. http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2015.1087032

Nieva A.S.; Bailleres M.A.; Corriale M.J.; Llames M.E.; Menéndez A.B. and Ruiz O.A. 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 A.S., Bailleres M.A, Llames M.E, Taboada M.A., Ruiz O.A. and A. B. Menéndez. 2017. Promotion of *Lotus tenuis* (Waldst & Kit. ex Wild) in the Flooding Pampa (Argentina) increases the soil fungal diversity. (En revision).

Paz, R. C.; Rocco, R.A.; Reinoso H.; Menéndez, A. B.; Pieckenstain, F. L. and Ruiz, O. A. 2012. Comparative study of alkaline, saline and mixed Saline-Alkaline Stresses with regard to their effects on growth, nutrient accumulation and root morphology of *Lotus tenuis.* Journal of Plant Growth Regulation. 31: 448-459.

Paz, R.C.; Reinoso, H.; Espasandín, F.D.; González Antivilio, F.A.; Sansberro, P.A.; Rocco, R.A.; Ruiz, O.A. and Menéndez, A. B. 2014a. Alkaline, saline and mixed saline-alkaline stresses induce physiological and morfo-anatomical changes in *Lotus tenuis* shoots. Plant Biology. 16: 6. 1042-1049.

Paz, R.C.; Rocco, R.A.; Jiménez Bremont, J.F.; Rodríguez Kessler, M.; Becerra Flora, A.; Menéndez, A. B.; Ruiz, O. A. 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.

Sánchez D.H.; Cuevas J.C., Chiesa M.A. and Ruiz O.A. 2005. Free spermidine and spermine content in *Lotus glaber* under long-term salt stress. Plant Science. 168: 241-245.

Sannazzaro A.I., Ruiz O.A., Albertó E. and Menéndez A.B. 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 A.I.; Ruiz O.A., Albertó E. and Menéndez A.B. 2006. Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices.* Plant and Soil. 285: 279-287.

Sannazzaro A.I.; Echeverría M., Albertó E., Ruiz O.A., and Menéndez A.B. 2007. Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices.* Plant Physiology and Biochemistry. 45. 39-46.

Sannazzaro A.I., Bergottini V.M., Paz R.C., Castagno L. N., Menéndez A.B., Ruiz O.A., Pieckenstain F.L. and Estrella M.J. 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.

Solans M..; Ruiz, O.A.; Wall, L. G. 2015. Effect of actinobacteria on *Lotus tenuis - Mesorhizobium loti* symbiosis: preliminary study. Symbiosis ;65:33–37.

Uchiya P.; Escaray F.J.; Bilenca D, Pieckenstain F.L.; Ruiz O.A. and Menéndez A.B. 2016. Salt effects on functional traits in model and in economically important *Lotus* species. Plant Biology. Vol. 18. 4: DOI:10.1111/plb.12455.

Respuestas morfofisiológicas a salinidad por sulfato de sodio en una halófita nativa de Sudamérica.

Luna V., [1,2] A. Llanes, [1,2], M. Reginato [1,2].

[1]Laboratorio de Fisiología Vegetal, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.

[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

-vluna@exa.unrc.edu.ar

Dra María Virginia Luna (vluna@exa.unrc.edu.ar)

Lic en Cs Biológicas (UNRC), Dra en Cs Biológicas (UNRC). Investigadora Principal de CONICET. Directora de numerosos proyectos de investigación, con publicaciones en revistas internacionales y libros de edición internacional Directora de tesistas doctorales, becarios e Investigadores de CONICET. Ha sido Miembro Titular de la Comisión Asesora en Ciencias Agrarias de CONICET, de la Junta Académica del Doctorado Binacional en Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria (UNRC, Argentina-UFRRJ, Brasil), del FONARSEC (ANCYPT), Evaluadora de la ANPCYT y Programa CYTED, del CONICET.

En las áreas salinas de las provincias de Córdoba y San Luis, se encuentran elevados niveles de sulfato de sodio (Na_2SO_4) igualando la proporción de cloruro de sodio (NaCl) e inclusive superándola en algunas muestras. Existen diferencias en la susceptibilidad de las especies vegetales a estas sales. Algunos trabajos pioneros mostraron que el Na_2SO_4 puede ser más inhibitorio que el NaCl en especies como el trigo, la caña de azúcar, remolacha, tomate, papa silvestre, cebada, nabo y para la germinación de alfalfa. Sin embargo, existen escasas referencias sobre el modo en que el sulfato puede afectar los procesos bioquímicos y fisiológicos de los vegetales. Este capítulo ofrece una visión general de los diferentes mecanismos de tolerancia/no tolerancia a salinidad de la halófita *Prosopis strombulifera,* con especial énfasis en los efectos del Na_2SO_4 sobre los parámetros de crecimiento, acumulación de iones, producción de metabolitos secundarios, respuesta del sistema antioxidante y regulación hormonal, pudiéndose demostrar que la presencia del anión SO_4^{2-} en el medio de cultivo fue el determinante de la toxicidad observada en plantas de *P. strombulifera* tratadas con Na_2SO_4. Como posible explicación de su gran toxicidad se propone que, como la asimilación del SO_4^{2-}es limitada debido a su elevada concentración en el medio de cultivo, el SH_2 que no se ha metabolizado a cisteína quedaría en exceso, y se podría estar uniendo al citocromo b559 del PSII bloqueando su funcionamiento parcial o completamente e inhibiendo así el proceso de fotosíntesis. Adicionalmente, el metabolismo y partición del carbono se ven seriamente afectados, debiendo desviar los recursos energéticos hacia la síntesis de metabolitos secundarios, como taninos condensados y precursores de ligninas y

polifenoles para enfrentar el gran estrés oxidativo. Como consecuencia, hay fuerte inhibición del crecimiento con clorosis, necrosis y abscisión foliar.

MESA REDONDA

CAMBIO CLIMÁTICO, EXCESOS HÍDRICOS Y DEGRADACIÓN

Jueves 5 de octubre 17:00 hs.

Causas y consecuencias de los excedentes hídricos: su asociación con el componente freático.

Ing. Agr. Nicolás Bertram (bertram.nicolas@inta.gob.ar)

Ingeniero Agrónomo (2004, UNR). Master en Producción Animal con orientación a Ecofisiología de Forrajeras (UNMdP). Investigador de INTA Marcos Juárez en temas asociados a la producción forrajera en ambientes con limitantes halo-hidromórficas, dentro del Grupo de Producción animal y Recursos Forrajeros, con una visión ecofisiológica, edáfica e hidrológica. Realiza planificaciones y ensayos con publicación de divulgación y científica, que tiene como objetivo principal brindar información y colaborar con el entendimiento del comportamiento de plantas forrajeras en ambientes con limitantes, intentando una visión holística y ambiental lo más extrapolable posible a distintos sistemas y regiones.

El incremento de la frecuencia en los excedentes hídricos de los últimos años, en la región pampeana y extra-pampeana, resulta evidente, los cuales de forma masiva son asociados al cambio climático o a la falta de obras de infraestructura (canales), y en menor medida, e incluso en numerosas ocasiones ni siquiera se los asocia, al cambio en el uso de la tierra y a la cercanía de la napa freática.

Existen trabajos que relacionan el incremento de las inundaciones a la cercanía del componente freático y el acercamiento de este último, a una disminución del consumo hídrico, asociado directamente al cambio del uso de la tierra (Jobbagy *et al.,* 2008; Bertram y Chiacchiera, 2015). Así, estos explican los cambios producidos en los sistemas productivos, caracterizados por una disminución en el consumo de agua (más cultivos anuales, menos pasturas perennes, pastizales y montes nativos) generando excedentes hídricos, que se incorporan regularmente al agua subterránea, determinando su acercamiento a la superficie, y el incremento en los eventos de inundaciones (Bertram y Chiacchiera, 2015).

El crecimiento de la superficie agrícola en detrimento de aquella en donde crecían pasturas perennes, pastizales o montes, ocurrido en las últimas décadas, llevo a modificar la matriz productiva y la dinámica hídrica, reduciendo el consumo de agua de millones de hectáreas tanto en la región pampeana como extra-pampeana (Jobbagy *et al.,* 2008; Bertram y Chiacchiera, 2015).

Adicionalmente, el componente freático que hoy se encuentra cercano a la superficie en gran parte de la región, presenta características diferenciales y desconocidas en la mayoría de las situaciones, respecto de su profundidad, concentración y tipo de sales, lo cual pone en riesgo una vasta superficie de ambientes de alta productividad, que en la historia reciente nunca tuvieron una napa salina cercana a la superficie.

Comprendiendo que estos excedentes hídricos generan efectos negativos sobre la matriz productiva, edáfica, la logística y sobre la sociedad en su conjunto, efectos que no suelen ser incorporados, ni evaluados dentro de los costos, o emergentes del modelo agrícola actual, este escrito tiene la finalidad de ser un aporte más, para identificar y visualizar mejor las causas, consecuencias y posibles soluciones a los excedentes hídricos que hoy se dan con mayor frecuencia.

En la actualidad, una extensa superficie de la región Chaco-pampeana presenta una napa freática a un metro de profundidad o menos (Red-mate, 2017), con efectos directos sobre la producción agropecuaria, la transitabilidad y sobre el manejo de aguas pluviales en sectores urbanos. Dicha napa, en algunos casos donde se encuentra registro, para la región pampeana, estaba por debajo de los 10 metros en la década del 70, mientras que en la actualidad se encuentra cercana a la superficie (Bertram y Chiacchiera, 2015; Villar, 2016).

Este fenómeno (de aumentos de los niveles freáticos), en regiones de planicie como la pampeana (Jobbagy *et al.,* 2008), puede darse a partir de modificaciones en el balance hídrico local, las cuales ocurren fundamentalmente por dos causas, por incrementos en el régimen de precipitaciones (mayores ingresos), o por una disminución en la evapotranspiración, debido a modificaciones en el consumo de agua de los cultivos y el uso de la tierra (menores egresos).

Por lo general las precipitaciones medias históricas acumuladas no se modificaron significativamente (Re, *et al.*, 2006; Campo *et al.,* 2009; Signorelli, 2017), encontrando algunas zonas puntuales donde el régimen de precipitaciones anuales se incrementó (Barros y Bejarán 2005), no siendo así para la frecuencia e intensidad de los eventos de lluvias, hallando en la actualidad menor número de eventos con una mayor intensidad en cada uno de ellos (Barros y Bejarán 2005; Re, *et al.*, 2006). Esto indicaría que la explicación de los incrementos sostenidos en el tiempo, de los niveles freáticos, no estaría asociado al mayor ingreso de agua por precipitaciones, para la generalidad de las situaciones.

Por otro lado, analizando el cambio en el uso de la tierra y el proceso de agriculturización en los últimos 30 años, provincias como Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Chaco, La Pampa y San Luis duplicaron la superficie destinada a actividades agrícolas, mientras que los casos como Entre Ríos y Salta sextuplicaron la superficie y en Santiago del Estero la superficie agrícola en la actualidad es ocho veces mayor que a mediados de la década del 80 (MAGYP 2017).

La magnitud del proceso tomando como periodo de análisis desde 1985 hasta la actualidad, pasó de comprender desde las 12 millones de hectáreas a mediados de la década del 80, hasta un total de aproximadamente 30 millones en la actualidad, dicho incremento significó un aumento general de dos veces y media la

superficie destinada a la agricultura, modificando significativamente el consumo de agua, y por lo tanto la recarga de la napa (INDEC, 1988; INDEC, 2002; Satorre, 2005; Paruelo *et al.,* 2005; Ramirez y Porstmann, 2008; MAGYP 2017). De esta manera, en la actualidad existen aproximadamente 18 millones agrícolas más, en las cuales no solo se redujo el consumo de agua entre dos y cuatro veces, sino que en general se concentró en una ventana de tiempo reducida, coincidente con la estación estival.

A ello se le suma el cambio de la proporción de gramíneas y leguminosas dentro del modelo agrícola, hallando un estancamiento o incluso disminución de la superficie de gramíneas y un incremento de las leguminosas (Satorre, 2005; Ramirez y Porstmann, 2008; Bertram y Chiacchiera 2015; MAGYP 2017), en el cual el ingreso de superficie al proceso de agriculturización, dado sobre todo a partir de mediados de los 80, fue principalmente del cultivo de soja.

En la actualidad, de las 30 millones de hectáreas en donde se realizan actividades agrícolas, solamente del cultivo de soja se realizan aproximadamente 20 millones de hectáreas, 6,7 millones de maíz y el resto está compuesto principalmente por girasol y sorgo. Se considera que los cereales de invierno, donde el trigo es la principal especie, son realizados dentro de la misma superficie como doble cultivo (MAGYP 2017), esto llevaría a plantearse, si debe ser incorporada la disminución de la biodiversidad dentro de los emergentes del modelo productivo predominante.

Este proceso además de desplazar a otros cultivos agrícolas dentro del mismo modelo y modificar la relación gramíneas/leguminosas, generó cambios más profundos como el desplazamiento de pasturas (en la región pampeana principalmente), y la extracción/transformación de pastizales y desmonte (de una amplia superficie extra-pampeana), afectando fundamentalmente a provincias como Tucumán, este de San Luis, sudeste de Santiago del Estero, noroeste de Santa Fe, sudeste del Chaco y algunos departamentos de Córdoba, Catamarca, Salta y Jujuy sumando una totalidad superior a las 11 millones de hectáreas desde mediados de los 70 a la actualidad (Paruelo *et al.,* 2005 Vallejos et al., 2015).

Así, el crecimiento de la superficie agrícola (principalmente soja) en detrimento de aquella en donde crecían pasturas perennes, pastizales o montes, ocurrido fundamentalmente en las últimas décadas, no solo llevo a cambiar la matriz productiva de millones de hectáreas, sino también modificar la dinámica hídrica, afectando entre otros, a la fijación de carbono, la infiltración y el consumo de agua de dicha superficie (pasando de consumir anualmente 1500-2000 mm distribuidos en los doce meses, a 500-800 mm concentrados principalmente en tres meses de verano) tanto en la región pampeana como extra-pampeana (Narain *et al.,* 1998; Mueller *et al.,* 2005; Jobbagy *et al.,* 2008; Bertram y Chiacchiera, 2015).

De esta manera las recargas y descargas hídricas a partir de mediciones del componente freático muestran efectos de corto y largo plazo, los primeros (corto plazo) están asociados directamente a las precipitaciones locales (Jobbagy y Nosetto 2009), mientras que, en el largo plazo, el cambio de actividades (ganadería por agricultura; pasturas perennes, pastizales y montes nativos, por cultivos

anuales), rotaciones agrícolas prácticamente inexistentes, tecnología de insumos y procesos, etc. habrían generado un menor consumo hídrico sostenido en el tiempo, explicando los excedentes de agua pluvial pasaron sistemáticamente a aumentar los niveles freáticos (George *et al.*, 1997; Scanlon *et al.*, 2005; Scanlon *et al.*, 2006; Bertram y Chiacchiera, 2015).

La reducción del consumo causado por el cambio del uso de la tierra, incrementó la recarga y el ascenso del componente freático, dejándolo muy cercano a la superficie para gran parte de la región, observando en la actualidad no solo inconvenientes a partir de los excedentes hídricos en lo que respecta a la saturación de los suelos, la transitabilidad, el lavado de nutrientes, sino también se observa salinización del perfil debido a concentraciones de sales que están presenten en la napa.

De esta manera, suelos de alta potencialidad productiva, sin limitantes, hoy presentan niveles de salinidad en superficie similares a suelos con elevado grado de restricciones productivas, generados a partir de un acercamiento del componente freático con elevada concentración salina. Dicho proceso hallado en casos puntuales, genera grandes interrogantes hacia el futuro, debido a que la presencia de una napa cercana es una generalidad para la región, desconociendo la concentración y el tipo de sales que la misma presenta, pudiendo afectar negativamente la productividad de una vasta superficie.

Se entiende que todas aquellas soluciones propuestas, que no estén asociadas al cambio del uso de la tierra y a un ordenamiento territorial respecto de los sistemas productivos, y relacionadas al balance hídrico local, no alcanzaran para equilibrar los excedentes hídricos generados a partir del uso actual de la tierra. Por ello, para arribar a una situación hídrica regional de mayor equilibrio, se deberá por lo menos igualar el consumo de agua a partir de las actividades agropecuarias (egreso), a lo que llueve en promedio en cada región (ingreso), comprendiendo que dicho proceso deberá incluir a todo el conjunto de actores.

Bibliografía

Barros, V. y Bejarán, R. 2005. Adaptación al cambio climático en Argentina: ¿Dónde estamos? Working Paper, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEyN - UBA.

Bertram, N. y Chiacchiera, S. 2015. Ascenso de napas en la Región Pampeana:

¿Consecuencia de los cambios en el uso de la tierra?. XXV Congreso Nacional del Agua 2015.

Campo, A., Ramos, M. y Zapperi, P. (2009), “Análisis de las variaciones anuales de Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto, Universidad Nacional de Quilmes precipitación en el Suroeste bonaerense, Argentina”, Actas electrónicas del XII Congreso de Geógrafos Latinoamericanos, Montevideo, Uruguay.

George, R. J., McFarlanet, D. J. and Nulsen, R. A.1997. Salinity threatens the viability of agriculture and ecosystems in Western Australia. Hydrogeol. Journal 5:6-21.

Jobbágy, E. G., Nosetto, M. D., Santoni, C. y Baldi, G. 2008. El desafío eco-hidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la Llanura Chaco-pampeana. Ecología Austral 18: 305-322.

Jobbágy, E. G. y Nosetto, M. D. 2009. Napas freáticas: pautas para comprender y manejar su impacto en la producción. XVII Congreso AAPRESID. Pp 151-155.

INDEC, Censo Nacional Agropecuario 1988.

INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002.

Mueller, L., Behrendt, A., Schalitz, G. and Schindler, U. 2005. Above ground biomass and water use efficiency of crops at shallow water tables in a temperate climate. Agricultural Water Management 75:117–136

MAGYP 2017. Ministerio de Agroindustria. Datos Agroindustriales. Estimaciones agricolas. Publicado en internet, disponible en http://www.agroindustria.gob.ar/datosagroindustriales/. Activo 2017.

Narain, P., Singh, N. K., Sindhwal, N. S. and Joshie, P. 1998. Water balance and water use efficiency of different land uses in western Himalayan valley region. Agricultural Water Management 37: 225-240.

Paruelo, J., Guerschman, J. P. and Verón, S. 2005. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. Ciencia Hoy 87:14-23.

Ramírez, L. y Porstmann, J. C. 2008. Evolución de la frontera agrícola. Campañas 80/81 – 06/07. Revista Agromensajes, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.

Re, M., Barros, V., y Saurral, R. 2006. Extreme precipitation in Argentina. In: Proceedings of 8 ICSHMO, Foz do Iguaçu, Brazil, 24–28 April 2006, INPE, pp 1575–15832006

Red-mate 2013. Publicado en internet, disponible en http://red-mate.com.ar/ Activo Diciembre 2014.

Satorre, E. H. 2005. Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. Ciencia Hoy 87: 24- 31.

Scanlon, B. R., Reedy, R. C., Stonestrom, D. A., Prudic, D. E. and Dennehy, K. F. 2005. Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. Global Change Biology 11: 1577-1593.

Scanlon, B. R., Keese, K. E., Flint, A. L., Flint, L. E., Gaye, C. B. 2006. Global synthesis of groundwater recharge in semiarid and arid regions. Hydrol. Process. 20:3335-3370.

Signorelli, A. 2017. Informe de precipitaciones históricas de la localidad de Vedia. INTA Vedia. EEA Pergamino.

Vallejos, M., Volante, J., Vale, L. M., Bustamante, L. M. and J. Paruelo. 2015. Transformation dynamics of the natural cover in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geo-database from 1976 to 2012. Journal of Arid Environments 123: 3–11.

Villar, J. L., 2016. Análisis de la evolución de las napas. Informe INTA Rafaela.

Uso y degradación de cuencas: Qué nos quiere decir la Naturaleza?

Dr José Manuel Cisneros (jcisneros@ayv.unrc.edu.ar; cisneros.pepe@gmail.com)

Ingeniero Agrónomo (1983, UNRC), Magister Scientiae en Ciencias del Suelo (1994, Escuela para Graduados UBA), Doctor en Tecnología Agroambiental (2010, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid). Categoría I Comisión Regional de Categorización (01/07/2011). Profesor Titular en Uso y Manejo de Suelos (UNRC). Coordinador de la Maestría en Manejo y Recuperación de Tierras, de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (UNRC). Dirección de tesistas de Magister y Doctorado. Ha escrito numerosos capítulos y libros, publicado en revistas científicas participando en numerosos eventos científicos como panelista y disertante. Premio Antonio Prego en Conservación de Suelos 2014.

La dinámica de los sistemas productivos

Los cambios operados en los últimos 30 años en los sistemas naturales en general y en los agroecosistemas en particular, han impactado de manera diversa, y a diferentes escalas sobre la productividad y estabilidad de las tierras y su capacidad de proveer bienes y servicios en forma sostenida. Algunos de esos cambios se reflejan en:

- 10 M de has de incremento de la superficie agrícola
- 30 a 120 M de toneladas de granos global
- Relación soja maíz entre 3:1 a más de 15:1, según regiones
- Más de 150 M de L de glifosato por año
- Más de 3 M Tn de fertilizantes
- 50 a 70 % de la superficie agrícola bajo arrendamiento
- Aumento generalizado de promedios e intensidad de precipitaciones
- Aumento de frecuencia e intensidad de inundaciones y anegamientos

La expansión agrícola se ha dado sobre ecosistemas como el bosque chaqueño, el espinal pampeano, el área medanosa, etc., caracterizados por una alta fragilidad, inestabilidad y heterogeneidad. Fragilidad en sentido ecológico, entendida como baja resistencia a los cambios y baja resiliencia para la recuperación; inestabilidad, en especial climática, con mayor incertidumbre sobre períodos alternantes de años secos y húmedos y heterogeneidad en cuanto a la existencia patrones ambientales contrastantes en poca superficie.

El modelo productivo adoptado no ha tomado en cuenta estas características estructurales y funcionales y las consecuencias han comenzado a manifestarse en forma de superficies erosionadas (50 a 100 M de ha con algún tipo de deterioro, Casas, 2015), aumento de niveles freáticos (Bertram en este V RAS), deterioro de la capacidad productiva de los suelos y cambios en la racionalidad productiva, hacia una visión de corto plazo, basada en la rentabilidad, como principal criterio en la toma de decisiones.

Con poco lugar a dudas, los aumentos en la producción global se deben a una combinación de: mayor superficie agrícola, mejora en la condición climática y en los

aportes hídricos de las napas, mayor utilización de insumos (siembra directa, control de malezas, fertilización, mejora genética). No obstante, no hay una visión compartida en el sistema científico-tecnológico sobre cómo ha sido la evolución de las condiciones intrínsecas delos suelo que definen su productividad. La percepción en algunos ámbitos técnicos es que los suelos mejoraron su condición productiva, mientras que otras (entre las que me incluyo) consideran que los cambios han degradado la condición de los suelos, en especial sus aspectos físicos, químicos y biológicos. Numerosas publicaciones técnicas y de divulgación dan cuenta de este estado de percepción sobre la problemática. En este aspecto sería un error la generalización, en razón de las muy diferentes condiciones de ambientales de suelo y clima, sobre efectos de los cambios en los sistemas productivos sobre los suelos: es probable que en algunos de ellos la productividad se haya mantenido o mejorado, y en otros se haya deteriorado a diferente ritmo.

Los desafíos de la agenda futura, nuevo escenario

La sustentabilidad, entendida no solo como una meta, sino como un proceso continuo de mejora de las condiciones de una sociedad y de su ambiente, requerirá, para la actual coyuntura, poner en la agenda de los decisores, algunos procesos que emergen luego de más de 25 años de adopción del actual modelo productivo. Algunas de ellas se enumeran a continuación:

Degradación de suelos. Entendemos la degradación del suelo como un proceso paulatino de pérdida de sus funciones esenciales: espacio físico, regulación y aprovechamiento hídrico, provisión de nutrientes y estabilidad frente a agentes erosivos.

La degradación física producto de muchos años de tránsito con equipos cada vez más pesados, ha provocado una pérdida de infiltración y de capacidad de enraizamiento, que implica mayor vulnerabilidad a sequía, cambios en la relación infiltración/escurrimiento, y mayores pérdidas de agua por percolación profunda, por menor volumen enraizable. La degradación química por pérdida de nutrientes disponibles y acidificación, reduce la capacidad productiva, y hace más dependiente de los fertilizantes al sistema productivo. La pérdida de materia orgánica ha sido ampliamente estudiada, que muestra balances negativos y estados de equilibrio con menores valores absolutos de este importante factor de estabilización y calidad biológica de un suelo. Estudios recientes en la región medanosa cordobesa indican que tanto los valores de materia orgánica como de P disponible, para los 10 cm superficiales de suelos bajo uso agrícola y mixto, están en la mitad de los valores originales (Bozzer et al., 2017).

Erosión. En todas sus formas, se han incrementado al doble en el país, según una reciente compilación (Casas, 2015). En la zona oeste de Córdoba y este de Luis, el fenómeno ha adquirido una dinámica excepcional, que será discutida en este encuentro. Un aspecto central en este aspecto, es el daño por erosión de gran parte de la red de caminos de tierra, convertidos en las actuales vías de desagüe de las cuencas. El cambio de uso hacia sistemas agrícolas en las áreas semiáridas, con suelos arenosos, ha incrementado la vulnerabilidad ambiental a voladura, a pesar

del uso de siembra directa. Este fenómeno se asocia además a la presencia del cultivo de maní, el que por sus características, determina ciclos de alta susceptibilidad a erosión por viento.

Desestabilización hidrológica de cuencas. Asociada al ciclo climático y a los cambios en el uso del suelo, aparecen fenómenos a escala de cuenca, tanto en las que presentan red de drenaje definida, como en aquellas de tipo arreicas, asociados a mayores caudales pico, formación de nuevos cauces, menores tiempos de concentración y deterioro geomórfico de las redes de drenaje. Esto provoca una mayor frecuencia de inundaciones por desbordes de ríos y canales, pérdida de capacidad de embalse (ejemplos de ello lo vemos en diques de llanura, como el del Tigre Muerto y El Chañar en Córdoba). La desaparición y colmatación de humedales por efectos de la canalización, reduce las posibilidades de regulación natural de las crecientes.

Conflictos urbano-rurales. Asociado a los fenómenos de excesos hídricos, los efectos sobre la población urbana son en extremo delicados y requieren tratamiento prioritario en la agenda de la obra pública. Los casos de cuencas rurales que afectan a poblaciones han hecho crisis durante los últimos años. Ejemplos como Idiazábal, Pincen, Italó, General Villegas, Villa Mercedes, Pergamino, Corral de Bustos, por citas sólo algunos casos en la región pampeana, son indicadores que hacen necesaria una planificación territorial que tome en cuenta la dimensión de cuencas, comenzando con aquellas que ponen en riesgo los cascos urbanos.

Cambios culturales. Profundos cambios culturales, asociados al modelo de agro-negocio de corto plazo, influyen en la percepción de los productores, sobre la visión de largo plazo en la gestión de sus propiedades. El tamaño de los predios,el régimen de alquiler anual, la presencia de grandes contratistas, la volatilidad en el precio de los alquileres, la pérdida de infraestructura ganadera de los campos, y el despoblamiento rural, son signos de estos cambios de percepción sobre el deterioro de las tierras, y de su capacidad de decisión sobre cómo resolverlo. Las problemáticas que mayor atención suscitan en los decisores rurales se centran, casi exclusivamente, en cuestiones de corto plazo: precios, clima, nuevas tecnologías de insumos, malezas, innovaciones en maquinaria, etc., quedando desplazados temas que hacen a la visión de largo plazo como las tecnologías de proceso, el control de variables de suelo, rotaciones, conservación, etc.

Dificultades en la gestión estatal. Los estados, en todos sus niveles, pero en especial a nivel provincial, presentan dificultades para la planificación, con una visión futura, de un territorio ordenado. Si bien se ha avanzado en el dictado de leyes y decretos para la protección ambiental y el uso sustentable de los suelos, los avances en la implementación efectiva presentan serias limitaciones en capacidades institucionales, carencia de planes y proyectos en escalas adecuadas, y con el suficiente consenso, baja capacidad de fiscalización, además de las dificultades financieras del Estado, que debe hacer frente además, a problemas más acuciantes de orden social. La falta de coordinación al interior de los organismos del Estado es otra limitante que ya fue comentada.

Limitaciones del sistema académico-científico. Esta componente, tanto la de gestión pública estatal como privada, no ha incorporado en medida suficiente, la agenda de temas ambientales en la currícula y en la investigación. La formación de grado frecuentemente adopta una visión sesgada hacia las tecnologías de insumo, fuertemente instalada en el sistema de formación pos-universitaria, guiada por intereses asociados a grandes empresas proveedoras de dichos insumos, que además, son una de las principales fuentes laborales de los ingenieros agrónomos. Es muy evidente la falta de profesionales especializados en conservación de suelos, asociado a una falta de demanda de este campo laboral por parte de los productores. Es imperiosa la reorientación de planes de estudio de grado y posgrado que tomen la problemática ambiental como eje, y estructuras más potentes de comunicación y sensibilización sobre la problemática de la degradación ambiental. Se requiere además mayores inversiones en el sistema científico, que orienten las investigaciones y el desarrollo de tecnologías adaptadas y adoptables, que apoyen los planes de ordenamiento territorial.

Una visión sobre el problema de los excesos hídricos

El abordaje de la coyuntura actual, caracterizada por un ciclo inusualmente húmedo, reconoce diferentes escalas y complejidades. En las escalas espaciales, la de mayor jerarquía es la escala global que explica los fenómenos del cambio climático; una escala regional donde se visualizan ciclos más o menos largos de permanencia del fenómeno y los condicionantes geomorfológicos; escalas asociadas a cuencas de diferente tipología, que considera las particularidades en la hidrología superficial y subterránea, y una escala predial o de lote, que incluye el detalle de los usos y manejos particulares definidos por la coyuntura. Las escalas de tiempo asumen características asociadas a estas escalas espaciales: desde ciclos climáticos, pasando por ciclos de un cultivo a escala y recurrencia de eventos puntuales de lluvias intensas.

En términos hidrológicos es necesario diferenciar los fenómenos asociados a excesos hídricos frecuentemente usados como sinónimos, aunque no lo son. Se discuten sintéticamente a continuación algunos conceptos básicos para entender la dinámica del agua y las sales en el suelo.

Inundación: Fenómeno asociado a desbordes de cauces o canales, que provocan excesos de agua repentinos en zonas de derrames. Están asociados a cuencas abiertas, con vías de drenaje definidos, ya sean naturales o artificiales. Coexisten sectores altos emisores de escorrentía, sectores medios de transporte y sectores bajos de acumulación. Pueden dar lugar a sedimentación y contaminación de las zonas inundadas, según la carga del escurrimiento. La mayor parte de los ríos pampeanos causan este tipo de fenómeno, frente a eventos de lluvia extremos. El ordenamiento agro-hidrológico de las cuencas altas y medias, con estrategias de conservación, retención y regulación del agua son esenciales.

Anegamiento: Fenómeno de saturación del suelo por elevación del nivel freático en o sobre la superficie, como producto de un exceso de recarga local del acuífero. Es un proceso asociado a cuencas cerradas, de relieves planos, donde el escurrimiento local se concentra en una depresión o laguna. Puede estar asociada además, a una recarga subterránea de tipo regional (lejana), aunque de menor significación. Su causa principal es un balance hídrico positivo, es decir donde la lluvia (más la escorrentía ingresante) superan a la evapotranspiración local. Las causas climáticas y las vinculadas al cambio en el uso del suelo serán discutidas por otros participantes de esta Mesa. El ordenamiento, en este caso, debe hacer énfasis en controlar la interconexión entre cuencas y en maximizar la evapotranspiración del suelo.

Encharcamiento: En este caso el suelo sufre una saturación temporaria y superficial por efecto de problemas de infiltración profunda, asociada a lluvias intensas y suelos compactados o de texturas finas, con muy baja pendiente. A este fenómeno se lo conoce como de “napa colgada”, ya que no se trata de una verdadera napa, sino de agua suspendida temporariamente. No obstante su ocurrencia puede ocasionar daños en cultivos sensibles a la anoxia, o impedir las operaciones de cosecha. Su manejo está orientado a mejorar las condiciones físicas de la porción superficial o subsuperficial del suelo para aumentar las tasas de infiltración.

Profundidad critica de la napa y franja capilar: El nivel freático, o altura del agua libre en equilibrio con la presión atmosférica, determina un fenómeno de movimiento ascendente del agua conocido como ascenso capilar, y la franja en donde este fenómeno ocurre se denomina franja capilar. La textura y la distribución del tamaño de los poros del suelo determinan el espesor de dicha franja, la que puede variar entre 80 y 150 cm, según los suelos. Su consideración es muy importante ya que determina que el agua de la napa llegue a la superficie del suelo y pueda provocar su salinización. A esta profundidad real de la napa se la conoce como nivel crítico. Toda situación de suelo cuya napa se encuentre por encima de este nivel, entra en riesgo de salinización, la cual será tanto más intensa, cuanto mayor contenido salino tenga la napa. El nivel crítico puede reconocerse fácilmente en el campo, cuando se recorre una toposecuencia y visualmente comienzan a percibirse manchas de sal en superficie. La vegetación halófita es otro indicador natural de la presencia de la napa a profundidad crítica.

Otra altura de napa que puede considerarse crítica es aquella en la que el suelo pierde su capacidad de soportar el peso y el tránsito de las maquinarias, conocida como “falta de piso”. De acuerdo a la condición del suelo y subsuelo, esta profundidad ronda los 40 cm, y es bien conocida por los operarios de cosechadoras, cuando perciben que las mismas tienden a enterrarse. La ocurrencia repentina de este fenómeno de ascenso de napa a esa profundidad es causante de gran parte de las pérdidas de cosecha asociadas al anegamiento.

Napas y cultivos. Como en todo ciclo húmedo, es obvio decirlo, los efectos sobre la producción agropecuaria en general son positivos, como lo muestran los datos de producción global del país. En este sentido la elevación de los niveles freáticos han incrementado la disponibilidad hídrica de los cultivos en una importante superficie de tierras en las cuales la napa oscila entre 1,5 y 2,5 m, considerada una profundidad ideal, para la mayor parte de los cultivos agrícolas. Diferenciales de producción en suelos con el llamado “efecto napa” pueden alcanzar 6 Tn de grano en maní, entre 4 y 5 Tn en soja, 7 Tn en maíz y 2 Tn en girasol, respecto a situaciones con napa por debajo de 3 m. No obstante el otro factor que define esta disponibilidad es el contenido salino de la napa, el cual puede constituir un aporte con valores de Conductividad Eléctrica del orden de 5 dS/m.

Cambio climático y cambios en el uso del suelo. Son muy fuertes las hipótesis que vinculan la elevación de napas con el cambio de uso del suelo (serán discutidas por otros disertantes en este evento), dando cuenta de ello trabajos del Grupo de Estudios Ambientales (Nosetto et al, 2015; Mercau et al., 2016, el Ing. Jobbágy expositor en este encuentro); no obstante aún no se cuenta con modelos explicativos suficientemente sólidos como para describir adecuadamente la evidencia empírica. Resta aun determinar con mayor solidez la participación relativa que tiene tanto el fenómeno del cambio en el tipo de lluvias, como la menor capacidad evapotranspirante de los actuales modelos de producción. Las mayores dificultades en la modelación derivan de las muy diferentes estimaciones de ETP de los métodos más conocidos (ag. Thornwaite, Penmann, etc.), y las diferentes tasas de pérdida de agua que se dan en condiciones fluctuantes de napa: desde evaporación de tanque cuando el suelo está anegado, hasta ETR=ETP con napa dentro de la franja capilar a ETR<ETP con napas a mayor profundidad, todo en un mismo ciclo. No está muy claro tampoco cual es el aporte que hacen las recargas regionales, y que explicarían en parte también, la elevación de los niveles freáticos.

Otra dificultad adicional en la modelación, son los aportes a la napa debidas a escorrentías superficiales de los sectores altos de la cuenca y de las canalizaciones. Diversos mecanismos de retroacción están asociados: la elevación de niveles freáticos incrementan los escurrimientos (por menor capacidad de infiltración), lo cual recarga adicionalmente las napas de los ambientes bajos. No están claros tampoco aún los efectos de las canalizaciones en la depresión de las napas a nivel regional, ya que lo que frecuentemente producen son transferencias de escorrentías de una cuenca a la vecina, con frecuentes contaminaciones de las aguas canalizadas, por efecto de mezclas de napas de diferente salinidad.

Perspectivas 2017-2018, y de largo plazo

Las perspectivas futuras de remisión del fenómeno de excesos hídricos dependen del comportamiento del clima, el cual, hasta el momento, es prácticamente impredecible a largo plazo. Por lo tanto las acciones de mitigación del fenómeno a esa escala de tiempo, deberían centrarse en el desarrollo de modelos de producción más eficientes en la evapotranspiración del agua del suelo. La

intensificación de las rotaciones, los cultivos de cobertura y de invierno, la inclusión de pasturas y la forestación como estratégica de biodrenaje, son algunas de las medidas que deberían promoverse en los planes de ordenamiento territorial. Sólo para la provincia de Córdoba el fenómeno afecta en el orden de entre 500 y 800.000 has de tierras clase I, II y III, las que al momento han pasado a ser V o VI, y que de persistir el fenómeno podrían quedar definitivamente (con todo lo relativo del término) con esa aptitud.

Para la coyuntura de Distintos modelos empíricos en una dimensión, han sido desarrollados para el análisis de escenarios de corto plazo en la oscilación de las napas. Los modelos más simples consideran sólo tres variables: precipitación, evapotranspiración potencial y porosidad drenable (Cisneros et al., 1997; Degioanni et al, 2006; Videla Mensegue et al., 2015), y describen aceptablemente bien el comportamiento de napas superficiales. Las relaciones obtenidas entre mm de lluvia o ETP y mm de elevación/descenso del nivel freático fluctúan entre 3 y 5. Algunos de ellos han sido incorporados en un sitio interactivo, que permite el análisis de escenarios de oscilación de la freática, para el corto plazo (www.proin-unrc.com.ar). Fue desarrollado inicialmente para las condiciones del Departamento Presidente Roque Sáenz Peña, y es actualizado permanentemente en función de mejoras en los modelos. Su mayor limitación es la incertidumbre en cuanto a los escenarios climáticos futuros, que son el input básico para la simulación de corto plazo.

En base a estos modelos podrían definirse tres escenarios para el próximo ciclo de cosecha gruesa, obviamente asumiendo que el decisor conoce cuál es el nivel freático actual de los principales ambientes de su campo. Asumiendo una condición de año neutro (se hace la salvedad que este tema será abordado por otro especialista en este encuentro), se estima que aquellos ambientes que tengan la napa por encima de 80 cm, cualquiera sea su salinidad, deberán ser destinados a pastos, ya que el riesgo de anegamiento, tanto en siembra como en cosecha es extremadamente altos. Ambientes con napa entre 80 y 130 cm presentan un riesgo alto para el uso agrícola, en especial en cosecha (otoño 2018), en ellos se recomiendan sojas cortas, maíces tardíos o girasol con cosecha de febrero. Si el año finalmente se presenta seco, podrán tener alta productividad. Ambientes con napa entre 130 y 200 cm presentan bajo riesgo de anegamiento en ambos períodos críticos, y serían los más aptos para esquemas de alta producción. Finalmente para situaciones con napa por debajo de 2 m los riesgos de anegamiento son muy bajos, pero también lo son las posibilidades del cultivo de proveerse de agua de la napa.

De la Conservación de Suelos al Ordenamiento Territorial

Si bien la conservación de suelo es una idea enraizada desde hace milenios en los pueblos originarios, en la sociedad actual es retomado con fuerza a partir de la década del 30 del siglo pasado, dando origen al desarrollo de tecnologías de procesos como la rotación adecuada, la sistematización, los sistemas agro-silvo-pastoriles, entre otros.

Los actuales desafíos que impone dar respuestas a los graves problemas ambientales, hace necesario incorporar nuevos conceptos y paradigmas que

integren el concepto de conservación de suelos al de ordenamiento del territorio, desde una perspectiva sistémica.

El sistema territorial es entonces una construcción social en la que interactúan sistemas naturales, intervenidos, áreas urbanas, cuencas y red de drenaje, infraestructuras y conflictos derivados del uso del suelo. El concepto de multifuncionalidad del territorio implica considerar no solamente sus funciones como productora de bienes de mercado, sino como proveedora de bienes y servicios ambientales como agua y aire limpios, belleza del paisaje, recreación basada en el agua, entre otros.

Del paradigma de la Revolución verde se ha evolucionado hacia el de Desarrollo Sustentable, donde no sólo cuenta el aumento de la producción, sino la calidad ambiental y el desarrollo social en su conjunto.

La consideración de la cuenca hidrográfica como unidad de manejo, debe superar el concepto de predio o lote en la organización y planificación de las acciones. Esta visión implica considerar tanto la tierra en uso privado, como la tierra pública, como una unidad integrada de funcionamiento. Esta visión fragmentada del territorio aún persiste en la organización de los organismos del Estado que intervienen en la gestión: Agricultura, Vialidad, Hidráulica, Ambiente funcionan frecuentemente como entes separados, con poco nivel de articulación.

La idea de ordenar el territorio para que cumpla mejor sus funciones de producción, regulación, estabilidad y ambiente sano y bello, ha cobrado creciente importancia, en especial en situaciones como la actual. Todos los países desarrollados del mundo la ponen en práctica. Para el caso de excesos hídricos, el ejemplo paradigmático es el de Holanda, país que viene ordenando y planificando su territorio desde hace más de 500 años.

El ordenamiento territorial (OT) puede definirse como la “Búsqueda de la disposición correcta de los asentamientos humanos, las infraestructuras de las actividades económicas, sociales y culturales; y de las funciones básicas de los ecosistemas, en el espacio-suelo, considerando los criterios que mejor orienten el interés colectivo de la Sociedad” (Pereyra, 2013). Esta definición parte de la base de una visión de la sociedad sobre si desea, y que camino toma para llegar desde un sistema territorial actual a uno deseado, y que explícitamente es necesario desarrollar un Plan de largo plazo para tender hacia él. Tres etapas básicas son la base de un plan de OT: Diagnóstico, Formulación y Gestión.

El Diagnóstico es una actividad es básica en cualquier proceso de OT, busca establecer las causas que provocaron el estado actual del problema estudiado, su evolución histórica y la estimación del comportamiento futuro (prognosis).

La Formulación se refiere a la construcción del Plan para lograr el futuro deseado, que resuelve la problemática en cuestión. La metodología general de formulación sugerida es de aproximaciones sucesivas. En la primera aproximación se diseñan varias alternativas de planes, proyectos o programas y se parametrizan para compararlas y elegir uno de ellos. En esta primera aproximación se agrega valor a la información disponible, a los fines de completar la etapa en plazos relativamente cortos. En la segunda aproximación se desarrolla en detalle alternativa

elegida, considerando que en esta aproximación se desarrolla información y datos primarios para alimentar el diseño ejecutivo.

La función de la Gestión es la organización del equipo de trabajo para la ejecución del Plan. Además desagrega el conjunto de actividades de corto plazo para licitar o ejecutar por administración las obras, el diseño técnico específico, adquirir equipos, contratar consultorías y asignar el presupuesto y todas aquellas acciones establecidas en el Plan de acción inmediata (corto plazo). Este Plan de Acción inmediata constituye la guía para elaborar el Plan de gestión (integra resultados, actividades, presupuesto y personal para ejecución) y el Plan de seguimiento y evaluación.

Bibliografía

Bozzer, C., Cisneros, J.M., Giayetto, O. 2017. Indicadores de calidad de suelo para el área medanosa cordobesa en rotaciones con y sin cultivo de maní. I. Materia orgánica y II. Fósforo extractable. XXXII Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Setiembre 29017

Cisneros, J. M., J. J. Cantero, A. Cantero G. 1997. Relaciones entre la fluctuación del nivel freático, su salinidad y el balance hídrico, en suelos salino-sódicos del centro de argentina. Rev. UNRC 17 (1): 23-35.

Degioanni, A., Cisneros, J., Cantero G., A. y H. Videla. 2006. Modelo de simulación del balance hídrico en suelos con freática poco profunda 2006. Ciencia del Suelo 24 (1):29-38.

Mercau JL, Nosetto MD, Bert F, Giménez R, and Jobbágy EG. 2016. Shallow groundwater dynamics in the Pampas: Climate, landscape and crop choice effects. Agric. Water Manage., 163: 159-168.

Nosetto MD, Paez R, Ballesteros SI, Jobbagy EG, 2015. Higher water-table levels ando flooding risk under grain vs. livestock production systems in the subhumid plains of the Pampas. Agriculture, Ecosystems & Environment, 206, 60-70.

Pereyra, C.; De Prada, J.D.; Cisneros, J.M., Giayetto, O. 2013. Ordenación territorial en el medio rural. En: Giayetto, O., Plevich, J.O., V. H. Lallana y M. A. Pilatti (Comp.) Bases conceptuales y metodológicas para el ordenamiento territorial en el medio rural 1° ed. – Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Editores UNRC-UNER-UNL-UNR 2013.

Videla Mensegue, H., J. Cisneros, A. Degioanni, A. Canale y Muñoz, S. 2015. Escenarios de variación del nivel freático para suelos agrícolas de la región de Marcos Juárez – Campaña 2015-16. . Informe de Actualización Técnica N° 36. EEA INTA Marcos Juárez, Argentina.

Posibles efectos salinizantes de las obras de drenaje en la Cuenca del Río Salado de la Pcia de Buenos Aires.

Dr. Eduardo Sierra (edmasi@fibertel.com.ar; norteada@yahoo.com.ar)

Ingeniero Agrónomo (1972, FAUBA). Realizó estudios de especialización en el Departamento de Ciencias Atmosféricas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, y en el Departamento de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Columbia/Missouri en EE.UU. Profesor Asociado de la cátedra de Climatología Agrícola de la FAUBA. Autor de numerosos trabajos científicos y técnicos sobre la especialidad. Escribió un gran número artículos técnicos y de divulgación en revistas técnicas y diarios, así como en medios radiales y televisivos.

Uno de los grandes riesgos que amenazan el equilibrio ambiental del planeta, es el drenaje de los grandes sistemas de humedales.

Debido al avance de la agricultura industrial, en detrimento de otros sistemas de producción de menor impacto ambiental, el Continente Sudamericano es una de las Regiones más amenazadas.

El Pantanal, tan importante para el equilibrio ambiental del Cono Sur, está siendo canalizado, incrementando la intensidad de las crecientes y acentuando los estiajes del Río Paraguay, deteriorando el hábitat de numerosas especies, aumentando la erosión hídrica, e hipotecando el futuro a cambio de algunas ventajas circunstanciales.

Tanto como lo anterior, es de lamentar que, en este mismo momento, importantes sectores de la sociedad, entre los que se cuentan importantes asociaciones de productores de origen ganadero, estén reclamando al gobierno de la Pcia de Buenos Aires el drenaje de la Cuenca del Río Salado para obtener una ventaja tan circunstancial y pasajera como es poder continuar incrementando la superficie cultivada con granos.

Debido a la escasa aptitud agrícola de esas tierras, ello constituye una medida desesperada, que se toma debido a la incapacidad del sector ganadero para remediar la crisis estructural que sufre esa actividad,

Sería mucho más racional, hacer las innovaciones técnicas y comerciales necesarias para restablecer la rentabilidad de la ganadería, que es una actividad que se compatibiliza bien con la oferta ambiental de esas zonas, por lo que resulta mucho más sostenible que la agricultura.

Además, intentar agriculturizar un humedal implica ignorar que el mismo tiene ventajas comparativas para toda serie de actividades, como son la piscicultura y la producción de cultivos, como el arroz, que requieren el anegamiento en una parte de su ciclo.

Desde el punto de vista de los servicios ambientales, la Cuenca del Salado brinda numerosos beneficios, entre los cuales merecen destacarse la reposición de las reservas de agua subterráneas, el constituir una barrera contra el avance de la desertificación desde el sur y el oeste y, último pero no lo menor, el flujo de aguas subterráneas que el área envía hacia el mar, es una barrera igualmente eficaz contra

el avance del agua salada del mar sobre las zonas bajas de la Bahía de San Borombón y zonas adyacentes.

Dicha zona tiene tan poca altura sobre el nivel del mar, y tan poca pendiente que resulta vulnerable al posible aumento del nivel del Océano Atlántico que, aunque se espera que no supere los 50 cm durante el presente siglo, podría ser perjudicial para el área.

Si inadvertidamente, se reduce su flujo subterráneo de agua, y al mismo tiempo, una canalización mal concebida abre la puerta de entrada a las aguas saladas del mar, podría producirse un desastre irreversible de vastas consecuencias.

MESA REDONDA

QUÉ HACER CON EL RIO NUEVO?

Viernes 6 de octubre 10:30 hs.

Rio Nuevo y políticas territoriales: Pesadilla u oportunidad.

Dr Esteban Jobbagy (jobbagy@gmail.com)

Ingeniero Agrónomo de la UBA, Doctor en Biología de Duke University (EE.UU.). Investigador Principal en el IMASL-CONICET. Docente ad honorem de la UBA. Ha publicado 120 trabajos en temas de Ecología, Suelos, Hidrología y Uso del Territorio. Autor de libros y de trabajos de divulgación incluyendo documentales audiovisuales. Miembro de Comisiones de Cs Biológicas y Cs Agrarias del CONICET. Evaluador de INTA y de proyectos internacionales de Francia, Bélgica, Uruguay, Chile, EEUU, Unión Europea. Recibió premios como el de “Investigador de la Nación”, el diploma de honor “Konex” y una beca “Guggenheim”. Actividades de vinculación y colaboración con gobiernos nacionales y provinciales y con empresas y asociaciones de productores agropecuarios. Hace 13 años inició el Grupo de Estudios Ambientales en San Luis, en el que trabajan y se entrenan una veintena de científicos.

Legislación sobre conservación de suelos en la provincia de San Luis.

Ing. Agr. Emiliano Colazo (emiliano.ricardo@gmail.com).

Ingeniero Agrónomo (Facultad de Agronomía de la Universidad de La Pampa). Jefe de Subprograma Producción Agrícola, cultivos y pasturas intensivas en el Ministerio de Medio Ambiente, Campo y Producción del Gobierno de San Luis. Docente universitario en la Tecnicatura en Gestión del Agua en la Universidad Nacional de los Comechingones.

La provincia de San Luis en el año 2004 sanciona la ley de “Protección y Conservación de Suelos”, ante el aumento de los procesos de degradación de suelo que se empiezan a observar en la provincia.

Con esto se busca la prevención, contención y/o corrección de procesos de degradación, obligando al propietario a realizar buenas prácticas agrícolas y prohibiendo el uso y manejo de tierras que originen procesos de erosión, agotamiento, degradación, decapitación anegamiento y/o contaminación del suelo.

A su vez en el año 2007 se promulga el Decreto Reglamentario 2651-MdelC-2007 de manejo voluntario y obligatorio, especialmente en las Cuenca de “El

Amparo", "La Petra" y "El Morro", acompañado de la Resolución Nº 24, en la cual se estipulan técnicas y prácticas de manejo, como son las franjas, curvas de nivel, terrazas, empastado de cárcavas entre otras.

Además ante el creciente aumento de la superficie sembrada de maní se realiza un decreto reglamentario Nº 5412-MdelC-2006, que se modifica en el año 2011, quedando así reglamentado a través del Decreto Nª 4105-MdlC-2011, en la cual el productor de maní debe presentar un plan de siembra y manejo de maní. En el mismo se deben verificar las condiciones agro-ecológicas de los lotes y la inclusión de un cultivo de cobertura para prevenir procesos de erosión, especialmente erosión eólica.

Por último en el 2016, ante los problemas de degradación de suelos que se evidenciaban en la cuenca de El Morro. Estos procesos son las sumatorias de causas como la configuración geomorfológica de la cuenca, el cambio de uso del suelo y el aumento de las precipitaciones en la región, produciendo ascenso de la napa freática, especialmente en la periferia de la ciudad de Villa Mercedes, formación de cárcavas, y salinización de bajos. Es que el gobierno de la provincia de San Luis sanciona la Ley de "Emergencia Publica en Materia Ambiental en el Ámbito de la Cuenca de El Morro y su Área de Influencia", con su reglamentación correspondiente. La misma expresa la obligatoriedad de los propietarios de los establecimientos dentro de la cuenca a presentar un plan de manejo de suelo y forestación. El objetivo principal es mitigar los procesos de degradación, corregir el desbalance hídrico y prevenir posibles procesos de erosión a través de buenas prácticas agrícolas, como rotaciones acordes a la problemática, la utilización de la forestación, especialmente en sectores con problema de ascenso del nivel freático, zonas degradadas, y la protección del bosque nativo.

Visión del CIAPA ante los fenómenos de degradación del Suelo en la Prov de San Luis.

Ing. Agr. Angel E. Cignetti (angelcignetti@speedy.com.ar).

Ingeniero Agrónomo (UNSL 1991), Titular de una Empresa de Servicios de Parquización y Mantenimiento de Espacios Verdes, desde el año 1992. "Paraíso Parquización". Asesor Técnico de la Cámara de Tratamiento de Embalajes de Madera. Docente del Colegio Agrario de Villa Mercedes en los espacios curriculares: Bioenergía y Producción de Plantas Aromáticas y Medicinales. Presidente del Colegio de Ingenieros Agrónomos y Profesiones Afines de la Pcia de San Luis

1. CARACTERIZACIÓN DE SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

SALINIZACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN ÁREAS BAJO RIEGO DEL VALLE CENTRAL ANTINACO–LOS COLORADOS, PROVINCIA DE LA RIOJA.

Miguel, R.E.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Chilecito. Ruta de la Producción Km 7. Tilimuqui, Chilecito, La Rioja - miguel.roberto@inta.gob.ar

RESUMEN: La Cuenca Antinaco-Los Colorados es una de las áreas productivas de mayor relevancia del Noroeste Argentino. Desde mediados de la década de 1960 en su valle central se han desarrollado colonias agrícolas y emplazamiento de grandes fincas para la producción vid, olivo y hortalizas. Este desarrollo agrícola y agroindustrial tiene su base en una importante red de pozos que extrae agua subterránea en pos de satisfacer la demanda de los cultivos. A partir del año 2006 se comenzó a advertir en algunas áreas el incremento de los tenores salinos, situación que no ha sido monitoreada. El objetivo del trabajo es analizar los cambios en los tenores salinos, RAS y concentración de Nitrato en agua subterránea erogada por pozos utilizados para riego en el valle central Antinaco–Los Colorados para los años 2006 y 2016. Como metodología se recopiló información antecedente generada por el INA CRAS en el año 2006 y se la comparó con un censo de 64 pozos desarrollado por INTA en 2016. Como parámetro de salinidad se utilizó la conductividad eléctrica, RAS y el anión Nitrato, este último como indicador de contaminación antrópica. Se efectuaron mapas de isoconductividad eléctrica, isolíneas de RAS e isoconcentración de Nitrato para 2016 y se lo comparó con los antecedentes de 2006 evaluando las áreas con diferente calidad de agua subterránea para riego segun Normas Riverside. Los resultados indican un incremento del área irrigada con agua apta con precauciones hacia el sector Sur de la cuenca, en las áreas de Vichigasta y Catinzaco. Las muestras de agua de clase C4-S1 y C5-S2 evidencian un importante tenor de anión Nitrato, por lo cual se infieren procesos de contaminación antrópica de las capas superiores del sistema acuífero debido a retornos de riego y descarga de efluentes agroindustriales.

PALABRAS CLAVE: conductividad eléctrica, nitrato, relación adsorción de sodio, calidad de agua para riego.

INTRODUCCION:

El agua subterránea es la principal fuente utilizada para riego en el Valle Central Antinaco–Los Colorados, provincia de La Rioja. Desde mediados de la década de 60s se han desarrollado en su valle central colonias agrícolas y emplazamiento de grandes fincas para la producción vid, olivo y hortalizas. Éste desarrollo agrícola se sustentó en estudios que informaban la presencia importantes volúmenes de agua almacenados en el subsuelo y retenidos por una falla de contención al Sur, a la altura de la localidad de Los Colorados, que convertía a la cuenca subterránea en un bolsón (Victoria, 1962; Peña 1969).

En el año 1971, Sosic, efectúa el primer documento con énfasis en el recurso hídrico subterráneo donde explica el modelo conceptual de funcionamiento de un complejo sistema acuífero multicapa interconectado, donde la principal fuente de recarga proviene de una compleja red de diaclasas y de las numerosas quebradas en las Sierras de Famatina y Sierras del Velasco. Hacia el año 1973 el INA-CRAS efectúa un estudio de línea de base hidrodinámico e hidroquímico para todo el valle central (Rocca, 1975). Posteriormente, el

INA-CRAS continuó con documentos de evolución hidrodinámica e hidroquímica de manera relativamente periódica, que se discontinuaron en el 2006 (Poblete y Guimaraes, 2006). Este último documento advierte en algunas áreas el incremento de los tenores salinos en el agua subterránea extraída por pozos profundos localizadas al Sur del valle, entre las localidades de Vichigasta y Catinzaco, y aduce como posibles causas el vuelco de efluentes agroindustriales a suelo y lechos de río sin tratamiento previo.
En el año 2016, Miguel et al., describe en el área de Vichigasta y Catinzaco procesos de explotación intensiva del sistema acuífero, con profundización de niveles estáticos e incremento de tenores salinos en pozos con filtros localizados en las capas superiores del sistema acúifero. Además, interpreta que los altos tenores salinos y concentración de Nitrato en el área no sólo provendrían de los efluentes dispuestos en suelo sino, además, de la llegada al acuífero de excesos de riego cargados de sales y fertilizantes.
Debido a que desde el año 2006 no se ha efectuado una actualización de los procesos de salinización de aguas subterráneas utilizadas para riego que abarque la totalidad del Valle Central Antinaco-Los Colorados, es objetivo del presente documento analizar los cambios en los tenores salinos, relación de absorción de sodio y concentración de Nitrato en el agua subterránea erogada por pozos en los años 2006 y 2016.

MATERIALES Y MÉTODOS:
El área de estudio limita al Norte con fincas localizadas en inmediaciones de la localidad de Tilimuqui, al Este con las Sierras de Paimán, Sañogasta y Vilgo, al Oeste con las Sierras de Velasco y bajos de las playas salinas y alcalinas y al Sur con las Colonias Agrícolas de Catinzaco.
Se efectúo una recopilación de datos publicados en el censo de pozos ejecutado por el INA-CRAS en el año 2006. Inicialmente las coordenadas de los 161 pozos relevados se transformaron de POSGAR 98 Faja 3 a POSGAR 98 Faja 2 y se seleccionaron y analizaron datos de conductividad eléctrica (en adelante CE), relación de absorción de sodio (en adelante RAS) y Nitrato (en adelante NO_3^-).
En el año 2016, se relevaron 64 pozos comprendiendo el área estudiada por el INA CRAS en 2006 que se georreferenciaron en terreno y luego se transfirieron a coordenadas POSGAR 98 Faja 2. Se tomaron muestras de agua luego de 15 minutos de bombeo y estabilización de parámetros físico-químicos en las muestras. Se determinó en campo conductividad eléctrica y en laboratorio Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ –para calcular RAS por planillas de cálculo Excel– y NO_3^-.
Posteriormente, se efectuaron mapas regionales de semidetalle –bajo interpolación geoestadística por krigging– de isoconductividad electrica, isolíneas de RAS e isoconcentración de NO_3^- para advertir los cambios ocurridos en el área entre los años 2006 y 2016. Por último, se efectuaron mapas de calidad de agua para riego bajo Normas Riverside por interpolación lineal.

RESULTADOS Y DISCUSION:
El sistema acuífero del Valle Antinaco-Los Colorados posee una marcada complejidad, con un acuífero freático y capas acuíferas semilibres a mayor profundidad. El acuífero freático posee agua de mayor salinidad, con excepción de las áreas de recarga. Las capas más profundas, hasta los 300 metros, poseen agua de diferente calidad y de menor salinidad.
Debido a la presencia de estas capas acuíferas de diferente calidad, es que cada pozo es único, y puede ocurrir que en poca distancia dos pozos con diferente diseño eroguen aguas de diferentes calidades. No obstante, se consideró para este trabajo apropiado elaborar mapas a escala regional y de semidetalle que permiten visualizar rápidamente la situación de la calidad de agua en la cuenca. Para facilitar la interpretación de los mapas, se analizó separadamente los cambios en CE, RAS, NO_3^- en el área de estudio entre los años 2006 y 2016. Luego, se describió la calidad de agua para riego bajo Normas Riverside.
En la Figura 1, se presentan los cambios ocurridos en la CE entre el año 2006 y 2016. En el Norte del valle, entre los distritos de Tilimuqui y Malligasta se advierte un incremento de CE en el área, sin embargo, los tenores máximos determinados de 1.600 uS cm^{-1} fueron

similares en ambos periodos. Hacia el Sur del Valle Central, se evidencia en ambos periodos un elevado tenor salino entre las colonias agrícolas de Vichigasta y Catinzaco, con un máximo superior a 4000 uS.cm^{-1}. En este sector se advierte para el 2016 una ampliación del área con CE en agua superiores a 1450 uS.cm^{-1} en comparación con el año 2006, donde la CE variaba entre 450 y 1250 uS.cm^{-1}.
Hacia el Sur, Este y Oeste de Nonogasta y en alrededores de Vichigasta se observan bajos tenores salinos para ambos años en estudio, en coincidencia con el flujo de recarga de los ríos Miranda, Trinidad y vertientes de Vichigasta. Allí el agua presenta los menores tenores salinos con CE entre 250 y 650 uS cm^{-1}.

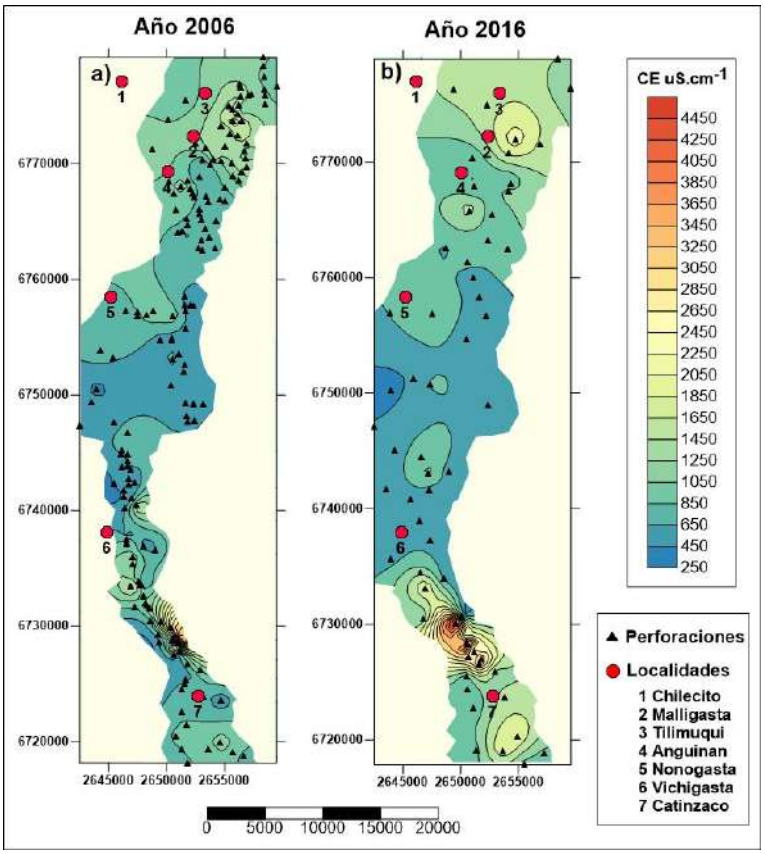


Figura 1. CE de agua subterránea en los años 2006 y 2016. Fuente: Año 2006, tomado y adaptado de Poblete y Guimaraes (2006). Año 2016, Elaboración propia.

Respecto al RAS, no se observan cambios de importancia y sus valores se mantienen similares en casi todo el valle. La principal diferencia se evidencia hacia el Este de Vichigasta donde los valores de RAS se atenúan en 2016 respecto al 2006. Ello se debe a que el pozo problema en 2006 no fue muestreado en 2016 ya que se encontraba fuera de servicio, segado y reemplazado por uno nuevo debido a la mala calidad del agua que erogaba.
En la Figura 3 se presenta el mapa de isoconcentración de NO_3^-, donde se aprecian los cambios entre el año 2006 y 2016. En el área correspondiente a Malligasta, los tenores de NO_3^- se elevaron levemente, manteniendo un orden de 20 a 40 mg L^{-1} pero con valores puntuales superiores a 60 mg L^{-1}.
Hacia el Este de Nonogasta, los pozos muestreados en 2016 presentaron concentraciones por debajo de 20 mg L^{-1}, sin advertirse teneros mayores, como los 60 mg L^{-1} registrados en 2006.

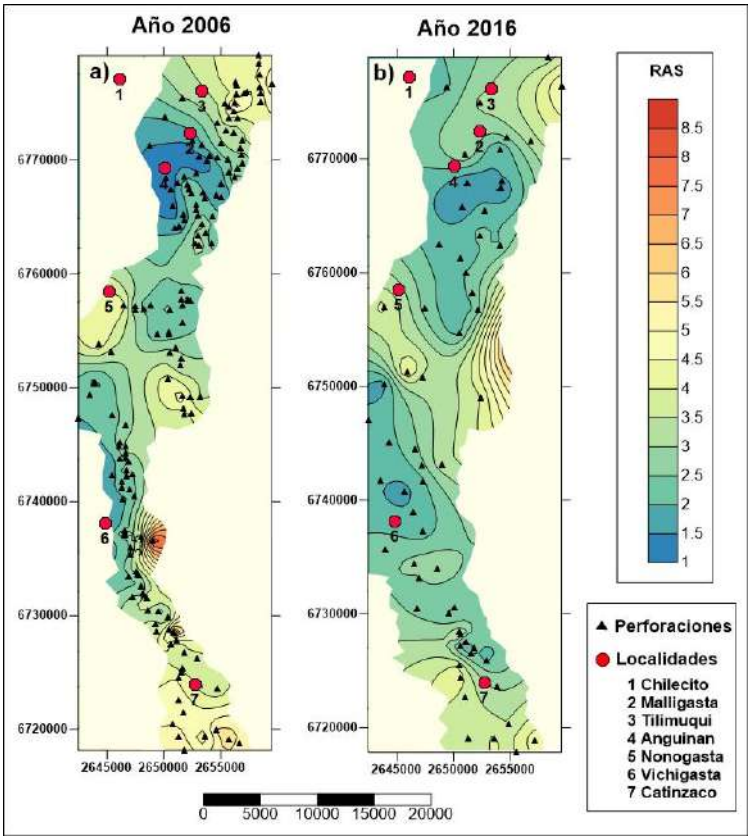


Figura 2. RAS de agua subterránea en los años 2006-2016. Fuente: Año 2006, tomado y adaptado de Poblete y Guimaraes (2006). Año 2016, Elaboración propia.

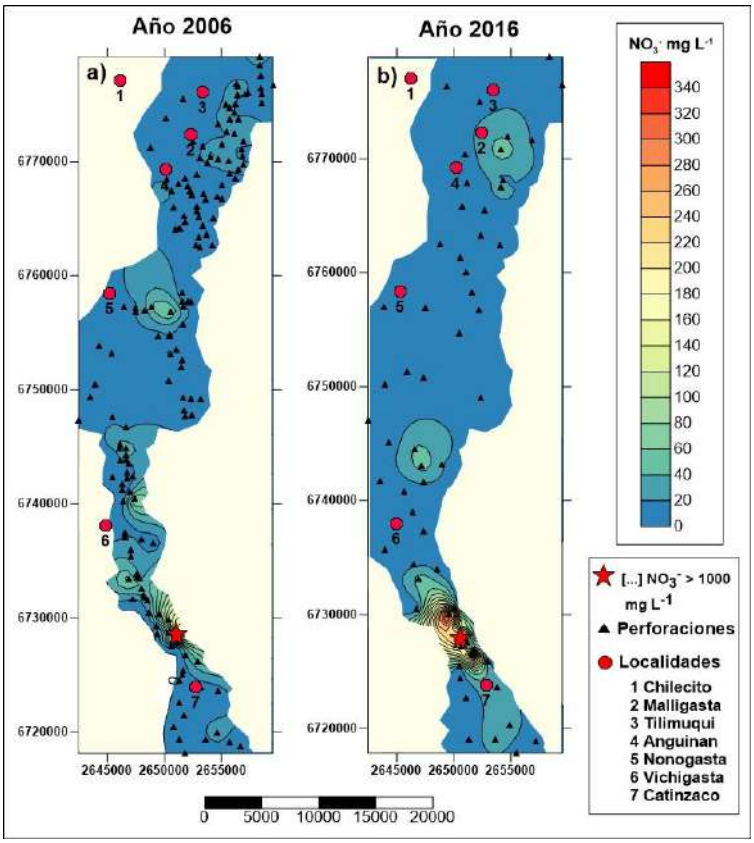


Figura 3. Concentración de NO_3^- en agua subterránea en los años 2006-2016. Fuente: Año 2006, tomado y adaptado de Poblete y Guimaraes (2006). Año 2016, Elaboración propia.

Entre las áreas de Vichigasta y Catinzaco, el censo del año 2006 presentó datos de concentraciones elevadas de NO_3^-, especialmente en una perforación con más de 1000 mg L^{-1}. En el año 2016, la perforación continuó erogando agua con altas concentraciones, pero además el problema se amplió hacia otros pozos no afectados en 2006. Así la concentración NO_3^- en el área de mayor alteración varío entre 80 y 1100 mg L^{-1}. Las muestras con altos valores de NO_3^- coinciden con aquellas de elevadas CE. Hacia el Sur de Nonogasta, Oeste de Vichigasta y al Sur y Oeste de Catinzaco, en coincidencia con áreas de recarga, se advierten concentraciones de NO_3^- inferiores a 20 mg L^{-1}.
La calidad de agua para riego se presenta en la Figura 4. Allí se observa que la mayor parte del valle posee agua de buena calidad apta para riego –C2-S1–, mientras que hacia el Norte y Sur del área en estudio las aguas se vuelven aptas para riego, pero con precauciones. En el mapa de 2006, se evidencia que los pozos localizados al pie de las Sierras del Paimán –alrededor de la localidad de Anguinán y Noroeste de Tilimuqui y Malligasta– erogaban agua con calidades C3-S1, sin embargo, estos no han sido muestreadas en 2016. Se observa al Sur del valle una ampliación del agua con calidad apta riego con precauciones de clase C4-S1, coincidente con seis pozos que no presentaban alteraciones en 2006.

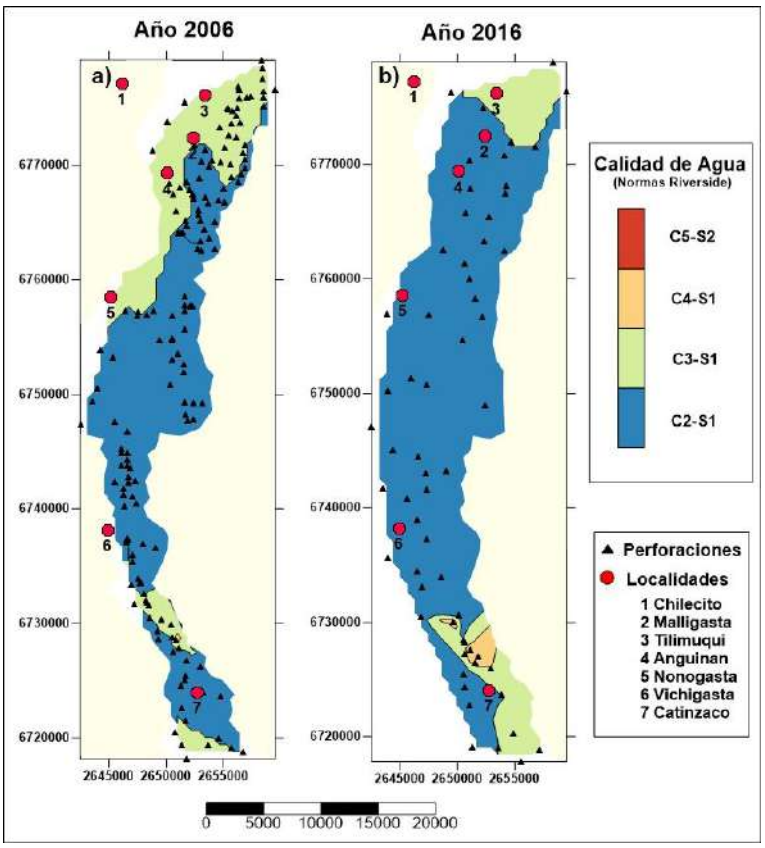


Figura 4. Calidad de agua subterránea bajo Normas Riverside en los años 2006-2016. Fuente: Año 2006, datos tomados y adaptados de Poblete y Guimaraes (2006). Año 2016, Elaboración propia.

La principal diferencia de la calidad del agua de riego utilizable con precauciones de clase C3-S1 es que, hacia el Norte, no existen a la fecha, marcados procesos de contaminación y el agua naturalmente posee esta característica para riego. Sin embargo, hacia el Sur, los cambios se producen por alteraciones antrópicas, ya sea por llegada de retornos de riego cargados de sales o efluentes agroindustriales (Pobete y Guimaraes, 2006 y Miguel et al. 2016). Si consideramos el estudio del INA CRAS del año 1975 como situación de base del recurso, en el área de Catinzaco y Vichigasta, se determinaron valores máximos de CE de 812 uS cm^{-1} y 5,7 mg L^{-1} NO_3^- en pozos profundos para riego, situación que pone de

manifiesto que los cambios en la calidad del agua subterránea para riego en el área se deben principalmente a aportes antrópicos de cargas contaminantes.

CONCLUSIONES:

La calidad del agua subterránea en el Valle Central Antinaco–Los Colorados es buena para riego. Sin embargo, hacia el Sur del valle se evidencian cambios en la calidad del agua erogada por los pozos de bombeo, con presencia de agua apta para riego, pero que debe ser utilizada con precaución. Este cambio en la calidad del agua se debe principalmente a un incremento de la conductividad eléctrica con elevada concentración de Nitrato en muestras de clase C4-S1 y C5-S2.

En el año 2016, el área con pozos que erogan agua con elevada conductividad eléctrica se ha incrementado, por lo que es preciso monitorear el valle central a fin de conocer su evolución en el tiempo al menos anualmente.

Además, es necesario adoptar medidas en el corto plazo para evitar el aporte de carga contaminante al sistema acuífero en áreas alteradas y no alteradas por procesos de salinización.

AGRADECIMIENTO:

Se agradece el financiamiento y apoyo de INTA por intermedio del CATRI 1233204, PNAGUA 1133023 y PNNAT 1128042. A los técnicos de la EEA INTA Chilecito que han colaborado en las salidas de campo.

BIBLIOGRAFIA:

Miguel, R.E.; Tálamo, E.; Cristos, D.S.; Gonzalez Ribot, J.V.; Chayle, L. 2016. Análisis y evolución del proceso de salinización del sistema acuífero Antinaco Los Colorados en las Colonias de Vichigasta y Catinzaco, La Rioja, Argentina. Actas del IX Congreso Argentino de Hidrogeología 2016. Calidad de Agua Subterránea 304-311.

Peña, E.P. 1969. 1ra Reunión Nacional para la experiencia de desarrollo cultural en La Rioja. Anales de Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Tomo XXIII. 206-218.

Poblete, M.A. y Guimaraes R.E. 2006. Evaluación hidrogeológica de los acuíferos explotados en la cuenca Antinaco-Los Colorados. INA-CRAS IT-240. pp. 28.

Rocca, J.A. 1975. Investigación del agua subterránea en el Valle Antinaco-Los Colorados, Provincia de La Rioja. Publicación N° P-067. INA CRAS. Secretaría de Estado de Recursos Naturales y Ambiente Humano, Subsecretaría de Recursos Hídricos. pp. 350.

Victoria, J. 1962. “Capitulo 4: Provincia geológica de los bolsones de los llanos occidentales” Editor: Victoria, J. “Evaluación de los recursos naturales de la Argentina, Recursos Hidráulicos Subterráneos” Consejo Federal de Inversiones 55-73. Buenos Aires.

Sosic, M. 1971. “Descripción hidrogeológica del Valle de Antinaco-Los Colorados, prov. de La Rioja”. Buenos Aires. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 123. 51 pp.

U.S. Salinity Laboratory Staff 1954. Normas Riverside Diagrama para clasificar las aguas de riego.

CAMBIOS EN EL STOCK DE C Y N Y EN LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL A PARTIR DE LA INTRODUCCIÓN DE *Panicum coloratum* EN UNA ESTEPA DE HALÓFITAS.

Di Bella C.E.[1,3], C. Casas[2,4], M. Schwab[1], F.A. Lattanzi[4,5], M.P. Clavijo[1], R. Schäufele[4], A.A. Grimoldi[1,3]

[1]Cátedra de Forrajicultura, [2]Cátedra de Edafología, [3]IFEVA-CONICET. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martin 4453, C1417DSE, Buenos Aires, Argentina - dibella@agro.uba.ar
[4]Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München. Freising, Alemania.
[5]INIA La Estanzuela, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Colonia, Uruguay.

RESUMEN: Debido a la gran producción de biomasa subterránea, la introducción de especies megatérmicas podría mejorar las condiciones físicas y químicas de suelos sódicos. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la introducción de la especie forrajera *Panicum coloratum* (C4) en una estepa de halófitas (pastizal templado con especies C3 y C4), sobre el stock de C y N y la estabilidad estructural del suelo (Natracualf típico). Para esto, se midió biomasa aérea (n=10) y subterránea (n=5), materia orgánica particulada (MOP), materia orgánica asociada a los minerales del suelo (MOAM) y la estabilidad estructural (n=8), en una estepa de halófitas y una pastura adyacente de *P. coloratum* de siete años de edad localizada en Chascomús (Buenos Aires, Argentina). La introducción de *P. coloratum* aumentó la biomasa aérea (en ~10 mg cm^{-2}) y subterránea (~3 veces) del sistema. Esto último significó un aumento en el stock de C de ~4,6 Mg ha^{-1} en los primeros 10 cm del suelo respecto a la estepa de halófitas. Sin embargo, no se observaron diferencias en los stocks de C y N de la materia orgánica total y ambos stocks disminuyeron en la MOAM (1,18 y 0,12 Mg ha^{-1}, respectivamente). Estos resultados se asociaron con una menor calidad (mayor C:N) de la biomasa subterránea de *P. coloratum* en comparación con la estepa de halófitas, que pudo haber afectado los procesos de descomposición. Al igual que la MOAM, la estabilidad estructural de los agregados del suelo fue menor en *P. coloratum*. Concluimos que la introducción de *P. coloratum* en la estepa de halófitas aumenta la producción de forraje y el stock de C, debido al aumento en la biomasa subterránea, pero la menor calidad de sus raíces podría estar afectando procesos clave del ecosistema como la descomposición y formación de MOAM, asociados con la generación de microagregados y consecuentemente la estabilidad estructural del suelo.

PALABRAS CLAVE: materia orgánica del suelo, servicios ecosistémicos, halomorfismo.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ESTRUCTURA ESPACIAL DE LA SALINIDAD DEL SUELO EN PARCHES DE VEGETACIÓN DE UN ARBUSTAL HALÓFILO DEL CHACO SEMIÁRIDO.

Figueroa M.E.[1], G. Lorenz[1,2], A. M. Giménez[1].

[1] Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Avenida Belgrano (s) 1912, Santiago del Estero - meugeniaf83@gmail.com.
[2] Cátedra Edafología. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero.

RESUMEN: En los arbustales halófilos del Chaco Semiárido la vegetación generalmente se presenta en parches rodeados por suelo desnudo. El objetivo fue describir la estructura espacial de la salinidad en escala de parche, considerando el efecto de la microtopografía y la orientación espacial. El sitio de estudio se localiza en la llanura aluvial del río Salado en la provincia de Santiago del Estero (28°49'1,76"S, 63° 9'41,06"O). Los suelos identificados son Fluvic Solonchak (Siltic) y Eutric Fluvisol (Loamic). Los parches vegetados son montículos de suelo con arbustos halófilos suculentos. El muestreo de suelo se realizó en cuatro parches de 6 m^2. Las muestras se tomaron sobre dos ejes perpendiculares, dispuestos en sentido norte-sur y este-oeste. En cada eje se tomaron muestras compuestas de los primeros 20 cm del suelo, cada 10 cm. En cada punto se registró la altura del parche (en cm). Se midió la conductividad eléctrica (CE (dS m^{-1})) y pH, en un extracto 1:2,5 (suelo: agua). Se realizaron análisis de regresión y geoestadísticos con el software R. Los resultados indican elevados tenores de salinidad (10-33 dS m^{-1}) y alcalinidad (pH> 9) en los cuatro parches. La dependencia espacial fue marcada en ambos parámetros. La distribución del pH se ajustó a un modelo esférico, y la CE a un modelo lineal. La CE presentó correlación positiva y significativa sólo con el eje de dirección norte-sur, en tres parches. La regresión entre la altura y la CE de los cuatro parches, en ambas direcciones fue negativa y significativa (r^2= 0,37, p < 2,2e-16). La microtopografía y la orientación de los parches influyeron en el patrón espacial de la salinidad y del pH del suelo en microescala. La información obtenida a partir de la descripción de la salinidad dentro del parche brinda pautas para orientar el manejo y/o restauración de estos arbustales.

PALABRAS CLAVE: parche vegetado, salinidad, distribución espacial.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

COMPARACION DE SUELOS SODICOS "MANCHONEADOS" DE DIFERENTES TEXTURAS EN LA PROVINCIA DE CORDOBA.

Bonadeo E.[1,2], C. Milán[2], L. Bauk[3], L. Mattalia[1], A. Cantero[1].

[1] Dpto. Ecología Agraria, Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nac. 36 - Km. 601 - Río Cuarto, Córdoba. ebonadeo@ayv.unrc.edu.ar
[2] Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas – Universidad Nacional de Villa María. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba.
[3] Alumna Maestría Cs. Agropecuarias UNRC.

RESUMEN: El "manchoneo" de cultivos es un fenómeno característico de suelos sódicos y se presenta frecuentemente en la provincia de Córdoba. El objetivo del trabajo fue comparar propiedades morfológicas de suelos sódicos "manchoneados" de diferentes texturas. Se seleccionaron suelos en tres sitios, en las cercanías de San Basilio (33°29'13'' S y 64°21'21''O) de textura franca, en Arroyo Algodón (32°08' 39'' S y 63° 14' 47'' O) de textura franco limosa y en San Marcos Sud (32°36'37'' S y 62°27'09'' O) de textura franco arcillo limosa en el horizonte B y franco limosa en el resto de los horizontes. En cada sitio se describió el suelo en condición "manchón" (M) y "normal" (N) seleccionado a partir del grado de desarrollo del cultivo. La caracterización de los suelos de cada sitio y condición evidenció que en San Basílio, en M, el horizonte Btn posee mayor cohesión de prismas y barnices de color más oscuro que el mismo horizonte en N. También en M se registró la presencia de una capa cementada a los 90 cm. En Arroyo Algodón, ocurrió algo similar, ya que en M, el grado de la estructura de los prismas del Btn fue más fuerte y con barnices más oscuros respecto de N. En San Marcos las diferencias entre M y N estuvieron dadas por que en M hay un horizonte E, un Btn con prismas de mayor cohesión y concreciones de calcio y sodio en mayor cantidad y tamaño que en N. En los tres sítios los CO_3^{2-} en M se encontraron más cerca de la superfície del suelo.

PALABRAS CLAVE: horizonte Btn, carbonatos, concreciones.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO DEL EXTRACTO 1:5. UNA ALTERNATIVA PARA EVALUAR LA SODICIDAD EN SUELOS DE CÓRDOBA.

Bauk L.[1], E. Bonadeo[2,3], C. Milán[3], A. Dell`Oso[3].

[1]Alumna Maestría Cs. Agropecuarias UNRC. lucrebauk@hotmail.com
[2]Dpto. Ecología Agraria, Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC, Ruta Nac. 36 - Km. 601 - Río Cuarto, Córdoba.
[3]Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas - UNVM. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba.

RESUMEN: En la provincia de Córdoba la superfície ocupada por suelos sódicos es de 2.800.000 ha. La cuantificación de la sodicidad se realiza mediante diversas técnicas analíticas e indicadores tales como el Porcentaje de Sodio de Intercambio (PSI), la Relación de Adsorción de Sodio del extracto de saturación (RAS_e), la Relación de Adsorción de sodio del extracto 1:5 ($RAS_{(1:5)}$) y menos frecuentemente, el Índice de dispersión. El objetivo del trabajo fue encontrar el indicador más adecuado para cuantificar la sodicidad en suelos de textura franco limosa del Centro Este de Córdoba. Se tomaron muestras de un suelo sódico de textura franco limosa (32°08' S - 63° 15' W) perteneciente al complejo indeterminado Pampayasta según Cartas de Suelos de INTA. (Hoja James Craik) seleccionadas por su diferente grado de sodicidad en dos sectores: Agricultura (áreas con mayor desarrollo de cultivo denominadas "normal" y áreas com menor desarrollo denominadas "manchón") y Monte (árbol y estrato graminoso) . El muestreo fue de tipo apareado extrayendo las muestras en los primeros cuatro horizontes. En las muestras (36) se determinó pH actual, Conductividad eléctrica a saturación (CE_e), Conductividad eléctrica dilución 1:2,5 ($CE_{(1:2,5)}$), Conductividad eléctrica dilución 1:1 ($CE_{(1:1)}$), cationes intercambiables en extracto acetoamónico, cationes solubles en extracto saturado, cationes solubles en extracto 1:5 e índice de dispersión (VID). Del análisis de la relación entre indicadores se destaca la alta correlación entre PSI y $RAS_{(1:5)}$. La $RAS_{(1:5)}$ es una alternativa al PSI y a la $RAS_{e,}$ para determinar el grado de sodicidad de un suelo por la menor dificultad operativa.

PALABRAS CLAVE: suelo sódico; indicadores de sodicidad, índice de dispersion.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

RELACION ENTRE EL PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE Y EL pH EN SUELOS SODICOS DE DIFERENTES TEXTURAS DE CORDOBA.

Bonadeo E.[1,2], L. Bauk[2] C. Milán[3], A. Cantero[1].

[1] Dpto. Ecología Agraria, Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nac. 36 - Km. 601 - Río Cuarto, Córdoba. ebonadeo@ayv.unrc.edu.ar
[2]Alumna Maestría Cs. Agropecuarias UNRC.
[3] Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas – Universidad Nacional de Villa María. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba.

RESUMEN: Los suelos sódicos ocupan 2.800.000 ha en la provincia de Córdoba y es escasa la información generada sobre los mismos. Se considera necesario avanzar en el entendimiento del funcionamiento de estos suelos. Para ello se plantea como objetivo analizar la relación entre el pH y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) para diferentes texturas de Córdoba. Se seleccionaron dos sitios representativos, en las cercanías de San Basilio (33° 29' 13'' S y 64° 21' 21''O), suelo de textura franca y en San Marcos Sud (32°36'37'' S y 62°27'09'' O), suelo de textura franco arcillo limosa en el horizonte B y franco limosa en el resto de los horizontes. Se abordaron en cada sitio dos condiciones, "manchón" y "normal" para contemplar el fenómeno de "manchoneo" de cultivos propio de estos suelos. Las muestras se extrajeron de los cuatro primeros horizontes, con cuatro repeticiones por sitio de observación. El análisis de correlación entre las variables mencionadas sin diferenciar entre "manchón" y "normal" arrojó un coeficiente de Pearson de 0,86 en San Marcos Sud y de 0,66 en San Basilio. El diferente grado de asociación entre las variables podría explicarse por el anión predominante en cada sitio, $CO_3^{=}$– CO_3H^- en San Marcos Sud y $SO_4^{=}$ en San Basilio. El dominio aniónico de $CO_3^{=}$–CO_3H^- determina que un aumento de PSI va estar acompañado con un definido incremento del pH en función de las constantes de disociación de las sales. El dominio anionico de $SO_4^{=}$ de San Basilio, acompañado con altos niveles de Na^+ determina un PSI elevado, pero no necesariamente un alto pH. Se considera importante avanzar en el estudio del comportamiento de las diferentes sales de sodio en la solución de los suelos mencionados, referido principalmente con su grado de disociación y solubilidad, lo que permitiría avanzar en el entendimiento de aspectos funcionales.

PALABRAS CLAVE: "manchoneo de cultivos", sales de sodio, dominio aniónico.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CARACTERIZACIÓN DE SALES EN EL CONTINUUM AGUA-SUELO.

Vanier, M.V.N.[1], A.J. Tarditti[2], R.V. Comese[3], O.S. Heredia[4]

[1] Ayudante segundo, Dpto. Recursos Naturales, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, Avenida San Martín 4453, 1417 Ciudad Autónoma Buenos Aires
vanier@agro.uba.ar
[2] Ayudante primero, FAUBA
[3] Jefe Trabajos Prácticos, FAUBA
[4] Profesora Asociada, FAUBA

RESUMEN: El aumento de los procesos de salinización de los suelos es una problemática de interés mundial debido al condicionamiento para la producción agrícola. En Argentina una de las áreas de mayor susceptibilidad se encuentra en el SE de la Pcia. de Córdoba. El objetivo fue caracterizar la presencia de sales en el continuum agua-suelo en un campo ubicado en la localidad de Pascanas, Dpto. Unión. En el área se encuentran zonas productivas, y zonas con presencia de sales y desarrollo de malezas tolerantes como el gramón *(Cynodon dactylon)*. Se tomaron muestras compuestas de suelos de 0-20 y 20-40 cm en tres zonas topográficas. También se tomo agua de la napa freática, canal de drenaje, laguna y lluvia. Se midió conductividad eléctrica en pasta de saturación (CE) y pH en agua (1:2,5) en suelo; CE y pH en las muestras de agua. En los suelos la CE disminuyó en profundidad, excepto en la zona con gramón donde la CE varió de 6,05 a 8,62 $mS \cdot cm^{-1}$. El pH pasó de levemente ácido (5,7) en la loma, a alcalino (8,9) en el bajo. La napa presentó valores de CE 1,75 $mS \cdot cm^{-1}$ en la zona más alta, a 22,6 $mS\ cm^{-1}$ en la zona con gramón, presentando en todos los casos pH alcalino. La lluvia presentó CE de 0,0147 $mS \cdot cm^{-1}$ y pH de 7,7; para el canal la CE fue de 23,1 $mS \cdot cm^{-1}$ y su pH de 7,3; y la laguna presento una CE de 15,84 $mS \cdot cm^{-1}$ y un pH de 7,5. La CE de los suelos no estaría afectada por el agua de la freática salvo en la zona con gramón. Y las freáticas aportarían agua al canal de drenaje y a la laguna.

PALABRAS CLAVE: conductividad eléctrica, napa freática, Molisoles.

MINERALIZACIÓN DE AGUAS EN EL OESTE DE BUENOS AIRES.

Heredia O. S.

Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martin 4453, CABA - heredia@agro.uba.ar

RESUMEN: Con el objetivo de estudiar a futuro los factores que influyen em la salinizacion de los suelos del oeste bonaerense**,** se analizaron aguas del acuífero freático, molinos y de una laguna de un establecimiento agrícola de Los Toldos, Buenos Aires para estudiar a traves del tiempo la variabilidad del pH y la conductividad electrica y la profundidad del nivel freático y estudiar los efectos de dilución o concentración salina a través del tiempo. El muestreo fue realizado en dos fechas durante los años 2015 y 2016. En el 2015 los valores medios de CE variaron entre 638 a 708 µS cm^{-1}, siendo su valor mínimo de 94 y máximo de 1911 µS.cm^{-1}; los valores máximos se dieron en abril y los mínimos en julio. Los niveles de las napas freáticas en julio se encontraron más superficiales que en abril, por lo que las sales presentes en el agua se encontraron más diluidas. En 2016 los valores medios de CE variaron entre 865 a 1193 µS.cm^{-1} con un mínimo de 434 µS/cm y un máximo de 2080 µS/cm. En este caso los niveles de las napas estuvieron más profundas que en el 2015 por lo que las aguas subterráneas estuvieron más mineralizadas. Siempre los freatímetros, que se encontraron en las lomas, se correspondieron con los menores valores de CE y la mayor profundidad de la freática. En general, los molinos se encontraron más mineralizadas, con variación de su CE en el tiempo, siendo los mayores valores de CE correspondiente a la laguna cuyos valores fluctuaron entre 3266 a 3640 µS cm^{-1}. El pH fluctuó entre 6,5 y 8,1 para freatímetros, 7,3 y 8,3 para molinos, 8,4 y 9,2 para la laguna. La correlación entre la CE y el pH para las aguas freáticas fue de: 0,77 y el coeficiente de regresión fue de 0,58 ($p < 0,01$). En esta zona se observó una relación entre la profundidad de la freática y la mineralización del agua y entre el pH y la CE. Los parámetros medidos presentaron variaciones estacionales e interanuales.

PALABRAS CLAVE: sedimentos pampeanos, napa freática, agua superficial.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

IMPACTO DEL RIEGO COMPLEMENTARIO SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS EN SUELOS DEL SUDOESTE BONAERENSE.

Álvarez C.R.[1], H. Rimski-Korsakov[1].

[1] Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires - calvarez@agro.uba.ar

RESUMEN: El riego complementario permite incrementar y estabilizar los rendimientos de los cultivos en la Región Pampeana. Sin embargo, el uso de agua de mala calidad puede degradar los suelos. El objetivo del presente trabajo fue determinar cambios en propiedades químicas de suelos del Sudoeste Bonaerense donde se utiliza riego complementario. Se determinó pH, conductividad eléctrica (CE), porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y materia orgánica (MO) en 13 situaciones (2 a 20 años de riego) correspondientes a campos del Grupo de Riego Coronel Suárez. Se muestreó el suelo (0-10 y 10-20 cm de profundidad) en la zona regada (Riego) y en los correspondientes córners (Secano). Se utilizó test de t apareada para comparar las situaciones. En cuatro muestras representativas de agua se determinó pH, CE, relación de adsorción de sodio (RAS), sales solubles y carbonato de sodio residual (CSR). En ambas profundidades, el riego incrementó significativamente ($p<0,015$) los niveles de pH, CE y PSI. En 0-10 cm, los valores promedios fueron de: pH= 6,6 y 6,9; CE= 0,28 y 0,36 dS m^{-1}; PSI= 1,2 y 3,3%, para Secano y Riego respectivamente. Para 10-20 cm: pH= 6,7 y 7,2; CE= 0,24 y 0,33 dS m^{-1}; PSI= 1,4 y 4,3%, para Secano y Riego respectivamente. Si bien el riego incrementó los valores, éstos se encuentran lejos de ser críticos para los cultivos o el funcionamiento hídrico del suelo. Los niveles de MO no fueron afectados por el riego (3,98 y 2,87% promedio, para 0-10 y 10-20 cm, respectivamente). Las muestras de agua analizadas no presentaron riesgo de salinidad, pero algunas sí de sodicidad (RAS, CSR, pH). Estas evaluaciones son preliminares y forman parte de un proyecto de monitoreo del impacto y/o manejo del riego en el tiempo, atendiendo a la sostenibilidad de los sistemas productivos de la región.

PALABRAS CLAVE: riego complementario, calidad de suelo, calidad de agua.

INTRODUCCION:

El déficit hídrico es el principal factor que genera reducciones en los rendimientos de los cultivos en regiones áridas y semiáridas, aunque también es frecuente en regiones subhúmedas y aún en húmedas (Bohnert y Bressan, 2001). La Región Pampeana no escapa a este escenario (Álvarez y Grigera, 2005; Magrin *et al.*, 2005). En este contexto aparece el riego complementario como una práctica de manejo que busca incrementar los rendimientos de los cultivos y hacerlos más estables en el tiempo (Pilatti *et al.,* 2006; Torres Duggan *et al.,* 2012). Los beneficios productivos y económicos que genera el riego son ampliamente conocidos, sin embargo son menos considerados los potenciales efectos del mismo sobre las propiedades edáficas. Estos efectos pueden ser negativos cuando el agua usada es de calidad deficiente, por ejemplo cuando presenta un elevado valor de Relación de Adsorción de Sodio (RAS) y/o sales. En esta situación el suelo puede salinizarse y/o sodificarse, alterando su calidad físico-química. La salinización del suelo puede afectar el crecimiento y rendimiento de los cultivos por su efecto osmótico, que redunda en déficit

hídrico para las plantas, por la toxicidad de iones y/o deficiencias nutricionales. Por otro lado, la sodificación del suelo provoca una serie de efectos, entre los cuales el más severo es la degradación estructural del mismo.
El objetivo del presente trabajo fue determinar cambios en propiedades químicas de suelos del Sudoeste Bonaerense generados por el uso de riego complementario.

MATERIALES Y MÉTODOS:
El presente trabajo se desarrolló en 13 situaciones pertenecientes a campos que forman parte del Grupo de Riego Coronel Suárez (Sudoeste Bonaerense) donde se realiza riego complementario. La zona se caracteriza por tener niveles pluviométricos promedios históricos anuales de 897 mm año^{-1}. En los primeros 20 cm del perfil, los suelos estudiados poseen textura franco-arenosa, franca y franco-areno-arcillosa. La historia de riego de los lotes estudiados es de 2 a 20 años, dependiendo el campo. La lámina promedio aplicada es de 200 mm/año.
Se realizaron muestreos de suelo en dos profundidades: 0 a 10 y 10 a 20 cm. Se analizó una muestra compuesta (15 a 20 submuestras) tomada en la zona regada y otra de su respectivo córner, correspondiendo a los tratamientos Riego y Secano, respectivamente. En dichas muestras se analizó pH (Potenciometría, relación suelo/agua: 1:2,5), porcentaje de sodio intercambiable (PSI) (Extracción de cationes: Ca, Mg, K y Na con acetato de amonio 1N y cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica), conductividad eléctrica (CE, en pasta saturada), capacidad de intercambio catiónico (CIC, acetato de amonio 1N, pH 7), saturación bases, materia orgánica (MO) (Walkley y Black), P Bray (Bray I), nitratos y textura (arcilla, arena y limo; método Bouyoucos). Los valores hallados para las situaciones de Riego y Secano se compararon estadísticamente utilizando test de t apareada.
Por otro lado, se caracterizó el agua de riego de cuatro muestras representativas donde se determinó pH, CE, relación de adsorción de sodio (RAS), sales solubles, carbonato de sodio residual (CSR), cationes: potasio, calcio, magnesio y sodio (absorción atómica), carbonato y bicarbonato (titulación), cloruro (titulación), sulfato(turbidiometría) y dureza total.

RESULTADOS Y DISCUSION:
En la Tabla 1 se presentan los valores promedios de las propiedades químicas edáficas y el valor de *p* correspondiente al test de t apareada. Puede apreciarse que en ambas profundidades analizadas el riego incrementó significativamente los niveles de pH, CE y PSI (Tabla 1, Figuras 1, 2 y 3).

Tabla 1. Valores promedio y valor *p*, para la conductividad eléctrica (CE), pH, porcentaje de sodio intercambiable (PSI), capacidad de intercambio catiónico (CIC), saturación de bases, materia orgánica (MO), P Bray, Nitratos, para las situaciones de Secano y Riego.

Profundidad	0-10 cm			10-20 cm		
Tratamiento	SECANO	RIEGO	*p*	SECANO	RIEGO	*p*
CE (dS m^{-1})	0,28	0,36	0,013	0,24	0,33	0,000
pH	6,6	6,9	0,008	6,7	7,2	0,003
PSI (%)	1,20	3,30	0,001	1,45	4,28	0,010
CIC	21,16	22,94	0,070	20,67	23,04	0,036
Saturación bases (%)	71,68	73,90	0,400	74,07	80,24	0,277
MO (%)	3,87	4,10	0,181	2,82	2,92	0,392
P Bray (ppm)	20,26	28,54	0,251	8,86	11,72	0,288
N-Nitratos (ppm)	18,63	22,34	0,276	9,65	13,14	0,048

El valor umbral propuesto para clasificar si un suelo presenta problemas de salinidad es de 4 dS m^{-1} (Crescimanno *et al.*, 1995). Puede apreciarse que para ambas profundidades, tanto en la situación de secano como de riego, los valores determinados son muy inferiores de dicho umbral (Tabla 1, Figura 1).

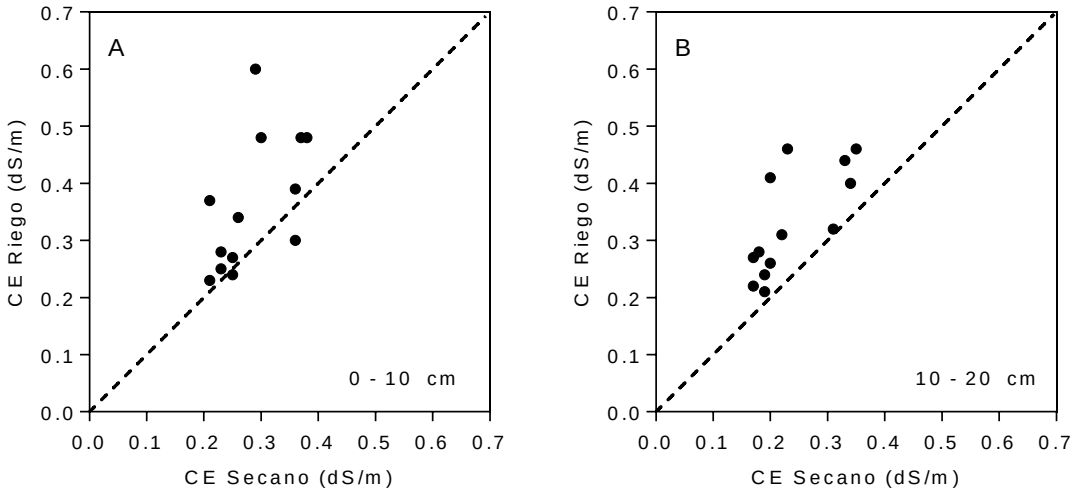


Figura 1. Conductividad eléctrica (CE) medida de 0 a 10 cm (A) y de 10 a 20 cm (B) para situaciones de Riego *vs.* Secano. Línea punteada: 1:1.

Por otro lado, el límite crítico de PSI considerado para definir a un suelo como “sódico” es de mayor a 15%. Los valores detectados en ambas profundidades y en ambas situaciones hídricas ubican a estos suelos como no sódicos (Tabla 1, Figura 2). Sin embargo, este valor fue propuesto para regiones áridas y/o semiáridas donde los suelos presentan altos valores de CE. En regiones húmedas o sub-húmedas, donde se utiliza el riego complementario, los valores de CE del suelo se mantienen bajos, y con valores de PSI mucho menores a 15 % ya se observan cambios en las propiedades físicas edáficas (Costa, 1999; Ghiberto *et al.*, 2006). El aumento de PSI produce fenómenos de dispersión e hinchamiento del suelo que modifican la infiltración y conductividad hidráulica del mismo (Sánchez *et al.*, 2016). Por ejemplo, para el SE Bonaerense Costa (1999) propone como límite de PSI 3,5 % y Ghiberto *et al.* (2006) en el N de Santa Fe 5%.

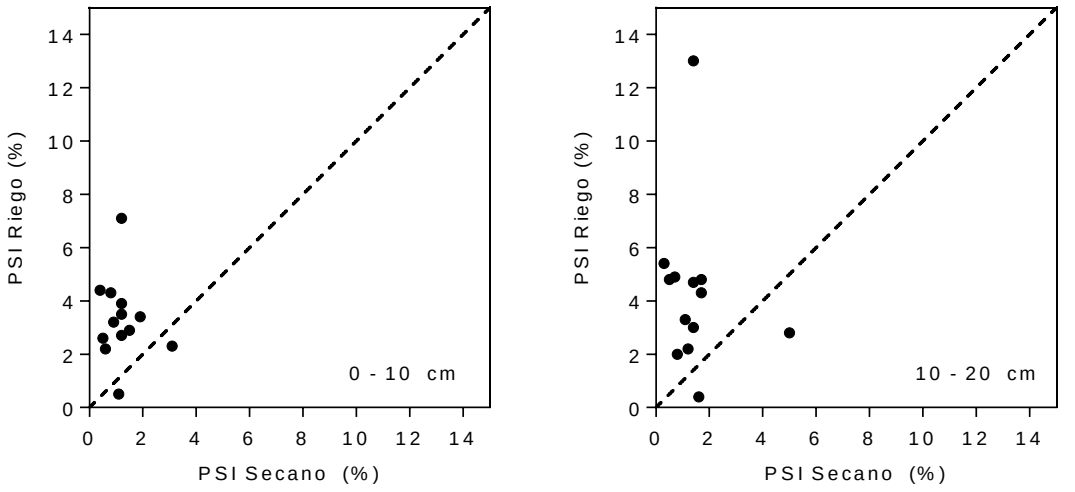


Figura 2. Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) medido de 0 a 10 cm (A) y de 10 a 20 cm (B) para situaciones de Riego *vs.* Secano. Línea punteada: 1:1.

Los valores de pH tampoco se encuentran fuera del rango normal (Tabla 1, Figura 3). Las determinaciones de MO no mostraron diferencias entre su nivel en situaciones regadas y no regadas (Tabla 1).

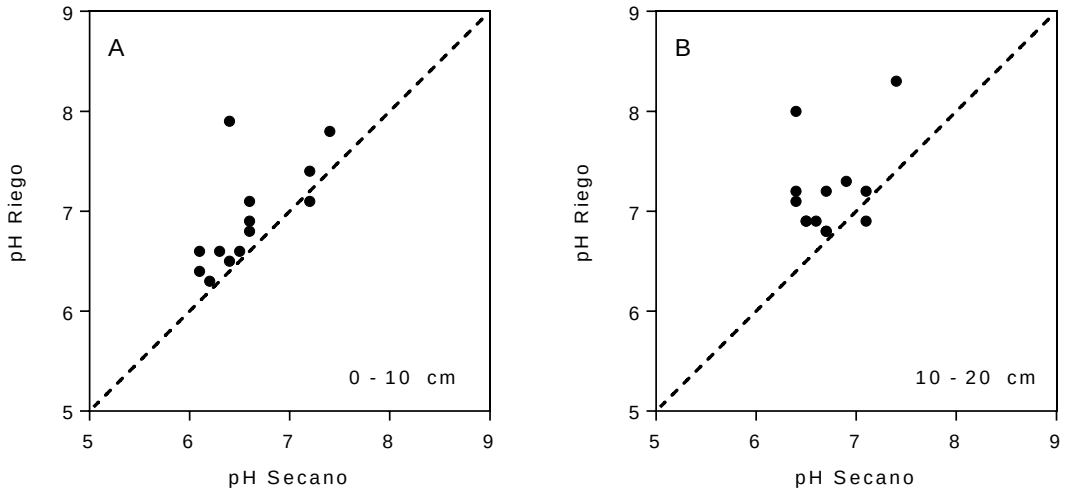


Figura 3. Valores de pH medidos de 0 a 10 cm (A) y de 10 a 20 cm (B) para situaciones de Riego *vs.* Secano. Línea punteada: 1:1.

Para clasificar el agua de riego según su seguridad de uso, las principales variables analizadas son: pH, CE, RAS y CSR. Las muestras de agua analizadas no presentaron riesgo de salinidad (CE) pero algunas sí de sodicidad (RAS, CSR, pH). El número de muestras analizado es escaso. Se planea seguir monitoreando a lo largo del tiempo la calidad de agua, así como el comportamiento de las propiedades físicas edáficas en escenarios de baja CE y valores de PSI entre 3-8 %.

Tabla 2. Análisis de agua de riego de cuatro situaciones representativas.

Muestra	1	2	3	4
pH	8,2	8,5	8,5	8,2
CE (dS m^{-1})	0,8	0,8	0,9	0,8
Potasio (mg/lt)	9,8	5,1	5,9	9,4
Sales solubles (gr/lt)	0,5	0,5	0,8	0,5
Carbonato (mg/lt)	24	31	24	36
Bicarbonato (mg/lt)	3719	429	483	432
Cloruro (mg/lt)	65,3	45,4	59,6	38,3
Sulfato (mg/lt)	7,2	7,2	4,8	4,8
Calcio (mg/lt)	24	8	8	46
Magnesio (mg/lt)	12,5	5,6	6,3	25,8
Sodio (mg/lt)	146	187	217	109
RAS (meq/lt)	5,8	12,3	13,9	3,2
CSR (meq/lt)	4,5	7,2	7,8	3,9
Dureza total (ppm $CaCO_3$)	111	44	47	221

CONCLUSIONES:

Las evaluaciones preliminares muestran que el riego incrementó los indicadores de salinidad y sodicidad edáfica, sin embargo los mismos no alcanzan valores críticos. El agua analizada presenta algunos valores fuera del rango normal respecto de RAS y carbonato de sodio residual. En el futuro se planea seguir monitoreando las propiedades químicas y físicas del suelo con el fin de evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos de la región.

AGRADECIMIENTO:

Este trabajo se realizó con la colaboración y el financiamiento del Grupo de Riego de Coronel Suárez.

BIBLIOGRAFIA:

Álvarez R & S Grigera. 2005. Analysis of soil fertility and management effects on yields of wheat and corn in the Rolling Pampa of Argentina. J. Agron. Crop Sci. 191: 321-329.

Bohnert HJ & RA Bressan. 2001. Abiotic stresses, plant reactions and new approaches towards understanding stress tolerance. En: Crop Science: Progress and Prospects. Noesberger J et al. (Eds). CABI publishing, Wallingford, UK. pp.: 81-100.

Costa JL. 1999. Effect of irrigation water quality under supplementary irrigation on soil Chemicals and physical properties in the “Southern Humid Pampas” of Argentina. Journal of Crop Production 2: 2, 85-99.

Crescimanno G, I Massino & G Provenzano. 1995. Influence of salinity and sodicity on soil structural and hydraulic characteristics. Soil Science Society of America Journal 59: 1701-1708.

Ghiberto PJ, MA Pilatti, S Imhoff & JA de Orellana. 2007 Hydaulic conductivity of Molisolls irrigated with sodic-bicarbonated Waters in Santa Fe (Argentine). Agricultural Water Management 88: 192-200.

Magrin GO, MI Travasso & GR Rodríguez. 2005. Changes in climate and crop production during the 20th century in Argentina. Climatic Change 72: 229-249.

Pilatti MA, S Imhoff, P Ghiberto & R Marano. 2006. Changes in some physical properties of Mollisols induced by supplemental irrigation. Geoderma 133: 431-443.

Sánchez RM, L Dunel Guerra & M Scherger. 2016. Evaluación de las áreas bajo riego afectadas por salinidad y/o sodicidad en Argentina. Ediciones INTA, 74p.

Torres Duggan M, CR Álvarez, 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. Ciencia del Suelo 30: 201-207.

¿QUÉ FACTOR INFLUYE EN LA SALINIDAD DE LOS PERFILES DE SUELO?

Tarditti A.J., O.S. Heredia, R. Comese, M. Vanier

Cátedra de Edafología, Dpto. de Recursos naturales y Ambiente, FAUBA. Av. San Martin 4453, CABA - heredia@agro.uba.ar

RESUMEN: Se evaluó la relación entre la profundidad y calidad de la napa freática y las características químicas del suelo en un establecimiento agrícola del Departamento Unión, Córdoba. Se tomaron muestras de agua de napa y de suelo en perfil cada 0-5, 5-10, 10-20 y cada 20 cm hasta llegar al acuífero, en la loma (L), media loma (ML) y el bajo (B). En la zona del bajo se determinó un microrelieve con 3 sub-zonas (Ba-gramón, Bb-pelo de chancho y Bc-salina) que se muestrearon por separado. En L y ML, el pH en superficie fue moderadamente ácido y no salino, en profundidad no hubo salinización pero si aumento del pH aproximadamente a los 60 cm de profundidad, llegando en la ML a 9,4; la conductividad eléctrica (CE) de la napa fluctuó entre 1,75 a 4,93 dS m^{-1}, encontrándose entre 2,12 y 1,67m de profundidad respectivamente. En el bajo el perfil fue alcalino y salino desde la superficie. En Ba la CE del suelo fue de 3 dS m^{-1} en superficie, aumentando a los 20 cm a 4,47 y 5,04 dS m^{-1} entre los 40-60 cm respectivamente, la CE de la napa fue de 12,1 dS m^{-1}. Bb en superficie no fue salino aumentando la salinidad a moderadamente salino a los 20 cm con un valor en la napa de 15,2 dS m^{-1}, mientras que en Bc la mayor CE del suelo estuvo a los 5 cm, con una CE de 20,8 dS m^{-1}, este valor disminuyo con la profundidad seguramente por efecto de la dilución de las sales por el agua de la napa, ésta se encontraba entre 57 a 40 cm y con una CE de 23,2 dS m^{-1}. En el bajo los pH fueron fuertemente alcalinos. Es la calidad del agua de napa más que la profundidad de la misma la que influye en la salinización de los perfiles.

PALABRAS CLAVE: Haplustol, conductividad eléctrica de suelo y agua.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO (Modelo Evar) DEL CANAL CHACHINCO EN EL CINTURÓN VERDE DE MENDOZA

Mirábile C.M[1-2], N. Monteleone[3], J. Zuluaga[1]

[1] Investigador Dpto. de Riego y Drenaje, Centro Regional Andino del Instituto Nac. del Agua.
[2] Profesor Liceo Agrícola y Enológico de la Universidad Nac. de Cuyo
[3] Becaria de la Universidad Nac. de Cuyo; pasante en el Centro Regional Andino.

RESUMEN: En agricultura bajo riego, la calidad del agua es tan importante como la cantidad, ello radica en que el agua influye según sus componentes físicos, químicos y biológicos, sobre el suelo, cultivos equipos e infraestructuras de riego. El objetivo del estudio es mediante el uso del programa "EVAR" conocer la calidad agronómica del agua del canal Chachingo, que riega el sector este del cinturón verde de Mendoza., ofreciendo información cuantitativa que no brindan los estudios convencionales de calidad.
Se seleccionaron 4 puntos de muestreo sobre el canal; para cada sitio se obtuvieron los valores promedios (marzo 2014 – mayo 2015) de una serie de variables analizadas mensualmente. Posteriormente se efectuó la corrida del modelo y los resultados obtenidos permiten inferir que: El agua se saliniza durante su recorrido pasando de moderadamente a medianamente salina, presentando una restricción (riesgo) "Ligera a moderada por su acción sobre la normal disponibilidad de agua por parte del cultivo .Debido a su sodicidad (RASº) baja (S1) no presenta sobre el cultivo inconvenientes directos (toxicidad) o indirectos (reducción de la velocidad. de infiltración).En virtud de las concentraciones de sodio, cloruros y bicarbonatos en riego por superficie no presenta restricciones de ningún tipo, existiendo en riego por aspersión una restricción "ligera a moderada" por sodio y bicarbonato en todo su recorrido, mientras que por cloruros solo en el último tramo. El agua es considerada Buena por sus contenidos de carbonato de sodio residual, nitrógeno, pH y por el índice de alcalinidad y los diagramas de Wilcox y de Green.No presenta riesgos de obturación de picos (precipitaciones) debido a su dureza, mientras que por su pH el riesgo sería leve a y por su contenido en manganeso "leve a moderado". No presenta no presenta riesgo contra las infraestructuras de concreto y los dos metales pesados analizados (magnesio y zinc permiten su uso continuo en cualquier tipo de suelos

PALABRAS CLAVE: Evaluación, recurso hídrico, modelos.

INTRODUCCION:

La importancia de conocer la calidad agronómica del agua para riego, radica en que la misma influye según sus componentes físicos, químicos y biológicos, sobre el suelo, los cultivos, el manejo y funcionamiento de equipos de riego, como también en la vida útil de los canales y tuberías de concreto. La salinidad y la sodicidad del agua actúan directamente sobre los cultivos a través de la toxicidad específica pero también en forma indirecta, en el caso de la salinidad aumentando la presión osmótica haciendo que el agua del suelo sea retenida con mayor fuerza, debiendo el cultivo para incorporarla realizar una succión osmótica más elevada lo que implica un mayor gasto de energía para tal fin, en detrimento de otras funciones de la planta; y en el de la sodicidad su efecto negativo sobre la estructura del suelo, lo que disminuye la permeabilidad y la velocidad de infiltración del agua, además de crear suelos más fríos, con ambiente de reducción.

Los contenidos en Iones como sodio, cloruro, bicarbonatos, nitratos influyen directamente sobre el vegetal y/o suelo según el tipo de riego superficial ó aspersión, y otros parámetros como pH, sólidos solubles y disueltos, dureza del agua, contenido de manganeso ó hierro pueden favorecer la obstrucción de emisores de equipos de riego, y la presencia en exceso de sulfato de calcio, magnesio o el mismo pH actuar negativamente sobre el cemento de tuberías y canales.

OBJETIVO

Generales- Determinar la calidad Agronómica del agua para riego del canal de riego Chachingo, en función de su acción sobre los cultivos, suelos y elementos de los sistemas de riego predominantes en dicho área.

Ofrecer a los usuarios (regantes) y organismos encargados de la distribución del recurso, de una evaluación pormenorizada (siguiendo las directrices de FAO), que brinde información cuantitativa para un manejo eficaz y sustentable.

Específicos- En función de los parámetros analizados y cuantificados, determinar posibles restricciones de uso, de acuerdo a su incidencia sobre: cultivos, suelo y elemento físicos de los sistemas de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Se seleccionaron 4 puntos fijos de muestreo de agua sobre el canal, el primero en la intersección con la Ruta Nº 60 (R), este punto permite evaluar la calidad inicial del agua en el ingreso al canal El 2º punto “Puente Blanco” (PB), en la intersección con Carril Nacional, sitio donde ingresa al cinturón verde. El 3º en el cruce con la Ruta Nº 20 ó calle 25 de mayo (Corralitos), en lo que sería el tramo medio del canal; y 4º a la altura de la derivación “Hijuela Montenegro”, sobre el final del recorrido.

Es necesario aclarar que el canal Chachingo finaliza aproximadamente a 1 km al norte de su cruce con el carril nacional, para seguir luego como arroyo Fernández, ya que a partir de este punto recibe además agua de vertientes y desagües de riego) durante unos 10 km aproximadamente.

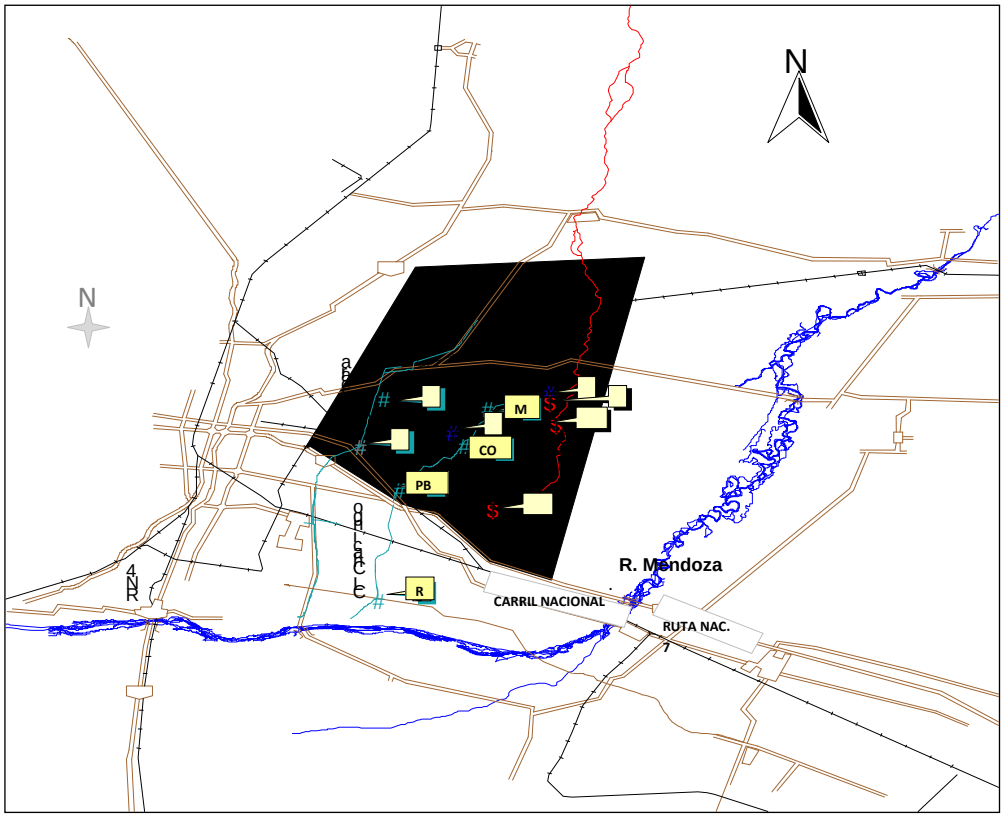


Figura 1 Plano área de estudio-Puntos de muestreo

Se sistematizó la información existente (mensual) del período marzo del 2014 a mayo del 2015, obteniéndose los valores promedio de las distintas variables analizadas para cada uno de los sitios considerados (tabla 1), los cuales conforman los datos de entrada del modelo. Posteriormente se evalúa la calidad agronómica del agua para riego siguiendo las directrices de FAO, mediante el uso del programa local "EVAR" (evaluación agronómica del agua de riego), (Mirábile, Fornero; 2015); se efectúa un análisis e interpretación de los resultados, elaborándose luego el informe final.

Tabla 1 Valores promedio de cada sitio de muestreo- Periodo Marzo 2014-Mayo 2015

Período Mar.14 a May.15	**pH**	**Salinidad**	**Concentraciones en (me/l = meq L^{-1}**							
Lugar	***pH***	***CE (µS/cm)***	**Sodio Na**	**Potasio K**	**Calcio Ca**	**Magnes Mg**	**Cloruro Cl**	**Sulfato SO4**	**Carb. CO3**	**Bi Car CO3H**
Ruta 60	8.0	918	2.47	0.08	4.37	2.74	1.89	5.78	0.07	1.84
Pte Blanco	6.8	1140	3.38	0.18	6.35	2.42	2.47	6.72	0.00	3.20
Corralitos	7.5	1538	3.99	0.23	9.73	3.81	3.63	9.94	0.00	4.02
Monte Negro	7.7	1937	5.04	0.24	12.49	4.62	4.74	13.02	0.10	4.62

* Magnes (magnesio); Carb (carbonatos); Bi carb (bicarbonatos)

RESULTADOS Y DISCUSION:
A continuación se presenta la salida del modelo, para una mejor visualización por bloque temático y en formato de tablas.-

Tabla 2 Clasificación y riesgo de reducción de la normal de disponibilidad de agua para el cultivo (restricción) según su Salinidad expresada en CE

Lugar	**CE** (µs/cm)	**Clasif. Riverside**	**CE efectiva** CEef (µs/cm)	**Clasif. Wainstein**	**Restricción FAO por CEef**
Ruta 60	918	C3: Media	918	C3: Moderada/	Ligera a Moder.
Pte Blanco	1140	C3: Media	1140	C3: Moderada/	Ligera a Moder.
Corralitos	1538	C3: Media	1311	C4: Mediana/	Ligera a Moder.
Montenegro	1937	C3: Media	1518	C4: Mediana/	Ligera a Moder.

Tabla 3 Relación adsorción sodio (RAS): Restricción (riesgo) de reducción de la velocidad de infiltración y permeabilidad de los suelos

Lugar	***RAS***	**Restricción FAO**	**Clasif. Riverside**	**FAO Suarez RAS^0**	**Restricción FAO**
Ruta 60	1.30	Ninguna	S1: Baja	1.38	Ninguna
Pte Blanco	1.67	Ninguna	S1: Baja	2.00	Ninguna
Corralitos	2.76	Ninguna	S1: Baja	2.03	Ninguna
Montenegro	1.73	Ninguna	S1: Baja	2.38	Ninguna

Tabla 4 Restricción (riesgo) de Toxicidad específica por la presencia de los iones Sodio-Cloruro-Bicarbonato, según el tipo de riego

Lugar	**Na**		**Cloruros (Cl)**		**CO_3H**
	Riego Sup.	Riego Asp.	Riego Sup.	Riego Asp.	R.Asp (Foliar)
Ruta 60	Ninguna	Ligera a Moder.	Ninguna	Ninguna	Ligera a Moder.
Pte Blanco	Ninguna	Ligera a Moder.	Ninguna	Ninguna	Ligera a Moder.
Chachingo	Ninguna	Ligera a Moder.	Ninguna	Ligera a Moder.	Ligera a Moder.
Montenegro	Ninguna	Ligera a Moder.	Ligera a Moder.	Ligera a Moder.	Ligera a Moder.

Tabla Nº 5 Clasificación del agua según su contenido en Carbonato de sodio residual, Nitrógeno de nitratos, pH, índice de Scott y los diagramas de Wilcox y de Green.

Lugar	**CO_3Na_2 Residual**	**Nitrógeno de NO_3**	**pH**	**Coefic de Alcalis** I. **Scott**- Clasif.**Stabler**		Diag. **Wilcox**	Diag. **Green**
Ruta 60	Buena	Ninguna	Normal	27,6	Buena	Buena a Toler.	Buena
Pte Blanco	Buena	Ninguna	Normal	22,8	Buena	Buena a Toler.	Buena
Corralitos	Buena	Ninguna	Normal	490,5	Buena	Buena a Toler.	Buena
Montenegro	Buena	Ninguna	Normal	379,4	Buena	Buena a Toler.	Buena

Tabla Nº 6 Riesgo de obstrucción en riego localizado (tuberías - goteros) y deterioro del hormigón de canales y conducciones; en función de distintas características del agua

	Riego Por Goteo Suciedad en Tuberías y/o emisores							**Acción sobre Conducciones Agresividad Sobre el Concreto**		
Lugar	**Sólidos en Susp.**	**Sólidos Dis.**	**pH**	**Dureza ºF**		**Fe** (mg/l)	**Mn** (mg/l)	**pH**	**Mg** (mg L-1)	**SO4** (mg L-1)
Pto. 1	--	--	Leve a Mod.	35,4	Dura	--	--	Ningún	Ningún	Ningún
Pto. 2	--	--	Ningun	40,9	Dura	--	Leve a Mod.	Ningún	Ningún	Ningún
Pto. 3	--	--	Leve a Mod.	4,0	Muy Dulce	--	Leve a Mod.	Ningún	Ningún	Ningún
Pto. 4	--	--	Leve a Mod.	5,0	Muy Dulce	--	Ningún	Ningún	Ningún	Ningún

-- sin datos

Tabla Nº 7 Tiempo de uso y tipo de suelo a regar, según concentración de distintos oligoelementos, (expresados en mg/l)

	Tiempo de uso y tipo de suelo a regar Según contracción en mg L^{-1} de oligoelementos						
Lugar	**Boro** B	**Cadmio** Cd	**Cobre** Cu	**Cromo** Cr	**Manganeso** Mn	**Plomo** Pb	**Zinc** Zn
Ruta 60	--	--	--	--	--	--	--
Pte. Blanco	--	--	--	--	A	--	A
Corralitos	--	--	--	--	A	--	A
Hij.Montenegro	--	--	--	--	A	--	--

-- sin datos (A) puede ser usada continuamente en todo tipo de suelos; (B) puede ser usada hasta 20 años en suelo de textura fina de pH6-8.5 ; (Restricción) el agua presente algún tipo de restricción por su acción sobre suelo y/o cultivos

CONCLUSIONES:

El modelo resulta ser una herramienta sumamente útil, suministrando a partir de las cuantificaciones de los principales aniones y cationes (análisis "tipo" de agua) una importante cantidad de información sobre su acción y efectos sobre suelo, planta, equipos y estructuras de riego. El mismo incluye las principales clasificaciones producidas en los últimos 50 años por lo que la evaluación que ejecuta es integradora al considerar diferentes enfoques.

Con respecto al agua evaluada se puede concluir que: por su salinidad el agua es catalogada "según Wainstein" moderadamente salina en su primer tramo y al ingresar al cinturón verde medianamente salina", en sus inicio presenta valores muy bajos 918 µs cm^{-1}, de CE efectiva, sufre un incremento del 25 % en el primer tramo por lo que llega al ingreso del cinturón verde (Puente Blanco) con un 1140 µs cm^{-1}provocado por la contaminación urbano industrial, llegando al final de su recorrido con un aumento del 70% con respecto al inicio 1518 µs cm^{-1}, el aumento en este último tramo es debido a la actividad agrícola. En cuanto a su acción sobre la normal disponibilidad de agua por parte del cultivo, presente una "Ligera a moderada restricción

No presenta inconvenientes directos (toxicidad) o indirectos (reducción de la veloc. de infiltración) sobre el cultivo, debido a su sodicidad (RASº) No obstante ello se puede inferir que se produce un aumento en el valor del RASº a lo largo de su recorrido, que al igual que la salinidad en su primer tramo puede ser causada por contaminación urbano- industrial y sobre el tramo final por la actividad agrícola (recordar que en su último tramo recibe agua de desagües, drenaje y vertientes). Sin embargo este ascenso no implica el cambio de categoría

En virtud de las concentraciones de ión sodio, cloruros y bicarbonatos no presenta restricciones de ningún tipo para riego por superficie, existiendo solo una restricción en riego por aspersión "ligera a moderada" por sodio y bicarbonato en todo su recorrido, mientras que por presencia de cloruros solo en su último tramo.

Es catalogada como "Buena" por su concentración de carbonato de sodio residual, índice de Scott (alcalinidad) relación porcentaje de Na vs Conductividad eléctrica y porcentaje de sodio vs salinidad en meq L^{-1}; lo cual refuerza lo inferido con anterioridad de que no presenta problemas de sodicidad.

Presenta un pH, si bien algo elevado en su inicio, dentro del rango normal. Con respecto a su acción sobre los equipos de riego (obturación de emisores) se tiene que por su pH presentaría una restricción leve a moderada ya que precipitaciones químicas de sales como ($CaCO_3$) y Ca_3 $(PO_4)_2$, son potenciadas pH alto. La mismas pueden ser el resultado de un exceso de calcio, magnesio carbonatos y sulfatos, o de oligoelementos como hierro (Fe) o manganeso (Mn), en este caso no se dispone de datos sobre las concentraciones de Fe y no se detecta excesos de Mg, CO_3^{2-}y $SO_4^{2-,}$ solo a presencia de Mn hace que en su tramo medio el canal lleve agua con una restricción "leve a moderada". No presenta ninguna acción negativa sobre el concreto.

En cuanto a la presencia de oligoelemento y su utilización en el tiempo y tipo de suelo, solamente se dispone de algunos datos de los cationes zinc y manganeso; y de acuerdo a ello el agua no presenta restricciones de uso pudiéndose usar en forma continua por más de 20 años en cualquier tipo de suelo clasificación FAO).

El modelo no pudo inferir sobre el riesgo precipitación de los fertilizantes fosfatados (obturación de goteros) debido a la presencia de hierro y manganeso, por no disponerse de los valores de los respectivos iones, lo mismo ocurrió con respecto presencia de bacterias y a la acción del boro sobre las plantas.

BIBLIOGRAFIA:

Ayer y Westcot. 1994. Water Quality for Agriculture (FAO-ONU)

Mirábile Carlos et al. 2014. Diagnóstico Territorial Y Estudio Preliminar Del Sistema Distritos Los Corralitos y La Primavera, (Guaymallén – Mza.) Instituto Nacional del Agua (CRA)- Instituto de Desarrollo Rural.

Mirábile Carlos, L Fornero. 2015. Evaluación Agronómica del Agua de riego: Modelo “EVAR”. INA (CRA).
Morábito José, S Salatino et al. 2007. Calidad del Agua en el Área Regadía del río Mendoza. INA (CRA)- U.N.Cuyo (F.C.Agrarias).
Morábito José, S Salatino et al. 2008. Indicadores Físico Químicos de desempeño Ambiental: Área Ragadía del Río Mendoza. INA (CRA)-U.N.Cuyo (F.C.Agrarias).
Zuluaga José et al. 2010. Evolución de la Contaminación del Recurso Hídrico en el Cinturón verde de Mendoza (1999-2010). INA (CRA) - U.N.Cuyo (F.C.Agrarias).

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE SUELOS SALINOS DEL NORESTE DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA.

Díaz C.C.[1], L.I. Molina Ordoñez [1], H.P. Apezteguía [1]

[1,] Cátedra de Manejo de Suelos, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Capital, Av Valparaiso s/n - caroladiaz@agro.unc.edu.ar.

RESUMEN: En el noreste de la Provincia de Córdoba el proceso de expansión agrícola avanzó sobre superficies antes ganaderas, generando incertidumbre sobre la sustentabilidad del sistema. En los últimos años apareció un fenómeno de tormentas de polvo y sal provenientes de las playas salinas ubicadas sobre la costa norte de la Laguna Mar Chiquita, que llegan a afectar grandes superficies. El efecto de la deposición de estos sedimentos sobre el suelo es objeto de estudio. Nuestro objetivo fue realizar una caracterización de parámetros físicos de suelos salinos del NE de Córdoba. Se identificaron 3 sitios con distintos grados de salinidad, ubicados en; Miramar (M) a 1 km de la Laguna Mar Chiquita, Balnearia (B) a 12 km de la laguna y Villa Fontana (VF) a 70 km al sur. Se evaluaron 4 parámetros; Densidad aparente (Dap), Evaluación visual de la Estructura (E), Resistencia a la penetración (Rp) y Estabilidad estructural (EE), los cuales fueron medidos sobre suelos agrícolas en comparación a suelos prístinos. Se observó una relación directa entre E y Dap, los valores más bajos de Dap se encontraron en los bosques de VF y M, correspondiente al mejor tipo de estructura: friable. Las curvas de Rp tuvieron similar distribución en los 3 sitios, coincidió que las mayores resistencias se encontraron en los suelos prístinos, pero fue debido a su menor contenido de humedad. Respecto a EE; en B y VF el bosque nativo tuvo valores más altos que los agrícolas, mientras que en M, sitio de mayor contenido salino pero con presencia de sodio se encontraron los valores más bajos en ambos tratamientos. Se manifestó el efecto floculante de las sales sobre los parámetros físicos del suelo y la disminución de la estabilidad estructural y aumento de la densidad aparente ante la presencia de sodio en el perfil.

PALABRAS CLAVE: salinidad, sodio, Mar Chiquita.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EFECTO DE LA VARIABILIDAD DE SUELOS MANCHONEADOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DEL CULTIVO DE SOJA

Aimetta, M.B[1].; D. Villarruel[1]; M. Murgio[2]; A. Carrio[1]; S. Muñoz[1]; C.R. Cazorla[1]; J.C. Pietrantonio[3]; M.B. Conde[1]; C.M. Galarza[1]; T. Baigorria[1].

[1] Estación Experimental Agropecuaria INTA Marcos Juárez, Ruta Prov. N° 12 Km 36 CC 21 Marcos Juárez-Córdoba. aimetta.bethania@inta.gob.ar
[2] Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi, Ruta Nac. N° 9 km 636
[3] Agencia de Extensión Rural Bell Ville, INTA Marcos Juárez, Ruta Nac. N° 9 Km km 503 C.P. (2550), Bell Ville-Córdoba

RESUMEN: En un complejo de suelos donde existe gran variabilidad en pH y conductividad eléctrica (Ce) se manifiestan diferencias en el crecimiento de soja, afectando el rendimiento. El objetivo del trabajo fue evaluar la variabilidad en el rendimiento del cultivo de soja en respuesta a la heterogeneidad de las propiedades químicas de un suelo "manchoneado" con elevado contenido de sodio intercambiable. El experimento se realizó en la localidad de San Marcos Sud, departamento Unión, sobre complejo de suelos, capacidad de uso VIws con 50% de suelos salino-sódicos. En un lote de soja (Syngenta SPS 4x4) se seleccionaron por mayor altura del cultivo seis zonas o manchones y dentro de cada una tres sectores: Alta Productividad (AP), Media Productividad (MP) y Baja Productividad (BP). En cada sitio se realizó la cosecha de un metro lineal de plantas en R8 y se determinó el rendimiento y sus componentes. En suelo se determinó la profundidad, pH y Ce de los dos primeros horizontes (H1 y H2). El rendimiento, y sus componentes fueron superiores en AP con respecto a MP y BP. El sector AP presentó siempre los menores valores de pH y Ce los cuales se correlacionaron alta y significativamente con los compontes del rendimiento. Además se detectaron altos coeficientes de determinación entre el rendimiento y las variables de suelo del segundo horizonte (H2). Tanto el pH como la Ce de H2 fueron variables de alta importancia en la determinación de los rendimientos observados. Si bien estas variables no son las únicas responsables de este comportamiento son de fácil determinación y bajo costo para ser utilizadas como indicadores de posibles niveles de producción de soja. En un futuro sería necesario ampliar la base de información para desarrollar ecuaciones de predicción de los rendimientos.

PALABRAS CLAVE: Suelo sódico, conductividad eléctrica, pH

INTRODUCCIÓN:

Los suelos con exceso de sodio en el complejo de intercambio se encuentran distribuidos en todo el mundo con una superficie de 434 Mha, afectando de manera variable a los cultivos (FAO, 2015). En la provincia de Córdoba el 17% de la superficie relevada presenta elevados contenidos de sodio ya sea en superficie o en profundidad (Gorgas & Tassile, 2003). El departamento Unión, al este de Córdoba, presenta un 21 y 23 % de la superficie con problemas de salinidad y alcalinidad, respectivamente (Gorgas & Tassile, 2003). En el este de la provincia de Córdoba, estos suelos se distribuyen de manera irregular en el ambiente, lo que se observa como manchones en un cultivo sensible implantado.

Los suelos sódicos acumulan Na^+ en el complejo de cambio y afectan la estructura del suelo. El Na^+ se une a los coloides del suelo produciendo un hinchamiento de las arcillas

debilitando las uniones y dispersando las partículas. Esta dispersión bloquea el sistema poroso, reduce la infiltración y la capacidad de almacenamiento, genera anegamientos y afecta el movimiento de agua y aire (Adcock *et al.*, 2007; Gill, 2010; Lavado, 2010). La falta de oxígeno en el sistema produce asfixia de las raíces, afecta la nutrición vegetal, disminuye la actividad microbiana e incrementa los procesos reductores y la producción de nitrógeno gaseoso (N_2), sulfuros y formas reducidas de hierro y manganeso (Navarro Blaya & Navarro García, 2003). El elevado contenido Na^+ presente en el suelo también afecta directamente a los cultivos por ser absorbido y acumulado en los tejidos vegetales interfiriendo en el metabolismo celular y en el transporte de elementos por la relación Na^+/K^+ generando efectos tóxicos (Navarro Blaya & Navarro García, 2003; Munns & Tester, 2008).
El objetivo de este trabajo fue evaluar la variabilidad en el rendimiento del cultivo de soja en respuesta a la heterogeneidad de las propiedades químicas de un suelo "manchoneado" con elevado contenido de sodio intercambiable característico del este de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Descripción del ensayo y diseño experimental:

El experimento se realizó en un establecimiento agrícola de la localidad de San Marcos (32.616346° S, 62.441489° W con 115 msnm), departamento Unión. La localidad de San Marcos Sud posee temperatura media anual de 17,05º C y régimen de precipitaciones de 793 mm anuales (INTA, 1979). Dicho establecimiento presenta un complejo de suelos, (Co 10) de la Hoja 3363-11 Leones con una capacidad de uso VIws. El 5% de la unidad son suelos de la serie Marcos Juárez en fase moderadamente bien drenada, el 45% suelos de la serie El Chajá y el 50% restante suelos alcalino-sódicos de las series Achalay 40% y Villa Francisca 10% (INTA, 1979).
El experimento realizado fue de tipo observacional en un lote de soja seleccionando zonas de diferente productividad y manchoneado (característica visual que se detecta en el tamaño y color de los cultivos desde etapas vegetativas en este tipo de suelos). Cada zona está constituida por un manchón donde el crecimiento vegetal presentó una altura superior respecto a la periferia, determinada de manera visual y replicada seis veces. Dentro de cada zona se seleccionaron tres sectores de Alta Productividad (AP), Media productividad (MP) y Baja productividad (BP) separadas por una distancia de un metro entre ellos a fin establecer una separación mínima de cada sector. Para la selección se utilizó como parámetro de clasificación la altura de plantas y la cobertura del suelo del cultivo de soja en estado de R8. La variedad de soja en todo el lote fue SPS 4x4 sembrada el 16 de Octubre de 2015 con una distancia entre surcos de 35 cm y cosechada el 7 de Marzo de 2016.
Como caracterización inicial a nivel predial se realizaron mediciones de los parámetros químicos en suelo y se obtuvieron niveles de PSI por encima del 25% y pH superior a 7,6 en la profundidad 0-20 cm. Por lo cual se pudo comprobar a nivel predial y sectorial los datos de la clasificación de suelos a escala 1:50000.

Recolección y acondicionamiento de las muestras:

En cada sitio se realizó la cosecha de forma manual de un metro lineal de plantas de soja en el estado de R8 que luego de ser trilladas se determinó el rendimiento y sus componentes. En el mismo sector donde se cosecharon las plantas se determinó la profundidad de los dos primeros horizontes que pudieron ser diferenciados visualmente por color, dureza y estructura, y se extrajo con pala una muestra de cada uno de ellos. Las muestras de suelo fueron secadas a temperatura ambiente durante 3 días, luego molidas y tamizadas por 2mm para las determinaciones de pH y Ce.

Determinaciones:

En soja se determinó el número de granos, el peso medio del grano y se calculó el rendimiento por superficie (kg ha^{-1}) y el índice de cosecha. En suelo se midió la profundidad de dos primeros horizontes diferenciados del perfil y en las muestras se determinó el pH de cada uno a través del método potenciométrico en una relación 1:2,5 (Thomas, 1996) y conductividad eléctrica (Ce) en una relación suelo:agua 1:2,5 (Rhoades, 1996).

Análisis estadístico:
Se realizó ANAVA entre los diferentes sectores de productividad y se realizaron análisis de correlación y regresiones para observar relaciones entre variables. Se utilizó el software estadístico Infostat (Di-Rienzo *et al.*, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:
La varible altura de plantas fue diferente en los tres sectores ($p<0,05$) siendo mayores en el sitio de AP, constituyendo un buen indicador para la clasificacion del ambiente. En cuanto al número de plantas, si bien el sector de Alta productividad presentó el mayor número ($p<0,05$) con respecto a Media y Baja, estas últimas no se diferenciaron entre sí.
El rendimiento en grano del cultivo de soja, el sector de AP fue mayor al de MP y BP, los que presentaron un 11 y 33% respecto al valor obtenido en AP (Tabla 1). El número de granos por superficie en el sector de AP se diferenció del de MP y BP sin diferencias entre estos últimos. Los sectores de MP y BP produjeron el 16 y 41% de los granos fijados en AP (Tabla 1). Las diferencias en el número de granos demuestran la gran influencia que tienen las características físico-químicas del suelo en la determinación del rendimiento, aunque debido a la gran variabilidad (CV=35,3) de los datos no permitieron diferenciar el sector de MP del de BP. El peso medio del grano fue diferente en cada sector, donde MP y BP mostraron un 64 y 73% del peso medio calculado para AP (Tabla 1).
El grado de sensibilidad de cada componente del rendimiento a los factores ambientales, tanto climáticos como a las condiciones del suelo, varía con el estado de desarrollo del cultivo. Si bien la soja tiene la capacidad de compensar cuando hay disminución en uno de ellos cuando el estrés es demasiado intenso esta capacidad es insuficiente y finalmente el rendimiento decae (Baigorri, 1997).
El índice de cosecha (IC) es un indicador de la porción de materia seca aérea producida que es particionada a los órganos cosechables y es afectado por los factores ambientales en interacción con el genotipo (Morandi *et al.*, 1994). Éste índice mostró grandes diferencias entre los sectores y demuestra que ante condiciones limitantes la biomasa reproductiva disminuye en mayor proporción que la biomasa vegetativa del cultivo, siendo un indicador sensible a las características del suelo (Tabla 1).

Tabla 1: Rendimiento, peso medio del grano, número de granos m^{-2} e índice de cosecha (IC) en los sectores Baja (BP), Media (MP) y Alta producción (AP). Letras distintas indican diferencias estadísticas entre sectores ($p<0.05$).

Sector	Rendimiento (kg ha^{-1})		Número de granos m^{-2}		Peso medio grano (g)		IC	
BP	546	A	763.83	A	0.07	A	0.32	A
MP	1674	A	1976.17	A	0.08	B	0.41	AB
AP	5075	B	4837.50	B	0.11	C	0.49	B

Las variables químicas de suelo pH y Ce muestran valores diferentes en función de la productividad de cada sector ($p<0,05$). Los valores medios obtenidos en pH para los sectores de AP, MP y BP producción fueron de 6,12, 6,95 y 7,34 para el primer horizonte (H1) y de 7,41, 8,63 y 9,11 para el segundo horizonte (H2). Los valores de pH siempre fueron menores en el sector de Alta producción con respecto a MP y BP en ambos horizontes del suelo.
El rango de valores óptimos de pH en suelo es de entre 6 y 7 para lograr una buena producción de la mayoría de los cultivos agrícolas (Azcarate *et al.*, 2012). Los valores medidos en el horizonte superficial se localizan dentro de dicho intervalo, por lo cual no sería un parámetro adecuado para lograr una caracterización de sitios en diferentes niveles de productividad. Sin embargo, los valores de pH en el segundo horizonte superaron el valor de 7 y se encuentran altamente correlacionados con los valores de H1 (**¡Error! No se**

encuentra el origen de la referencia.). Por lo cual, sería factible utilizar como parámetro de predicción el valor de pH en el horizonte subsuperficial de suelo.
En cuanto a salinidad, los valores de Ce en el segundo horizonte fueron de 0,14, 0,52 y 0,66 dS m^{-1} para los sectores de AP, MP y BP productividad, respectivamente. El valor de 2 dS m^{-1} es el límite de Ce en el extracto de saturación por encima del cual un suelo se considera ligeramente salino (Porta *et al.*, 1999) y constituye el valor umbral de tolerancia para el cultivo de soja (Katerji *et al.*, 2003). En suelos de textura fina éste límite se aproxima al valor de 0,5 dS m^{-1} medido en solución 1:2,5, valor superado en MP y BP del H2. La Ce en el primer horizonte de suelo presentó valores por debajo del límite de 0,5 dS m^{-1} y a pesar de detectar diferencias entre sitios estos valores deben ser interpretados en relación con los del horizonte más profundo con el que están altamente correlacionados (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) debido a que pertenecen al mismo perfil de desarrollo del cultivo. Por lo que sería recomendable la medición de Ce en H2 a fin de realizar una caracterización de sitios en función de la productividad del cultivo de soja.

Tabla 2: Análisis de correlación entre las variables de pH y Ce en los dos primeros horizontes de suelo.

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
Ph H1	Ce H1	18	0.83	<0.0001
Ph H1	Ph H2	17	0.9	<0.0001
Ph H1	Ce H2	17	0.88	<0.0001
Ce H1	Ph H2	17	0.83	<0.0001
Ce H1	Ce H2	17	0.88	<0.0001
Ph H2	Ce H2	17	0.9	<0.0001

Relaciones entre variables:
El pH y la Ce en H2 presentaron correlaciones significativas y negativas con el número y peso medio de granos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), sin embargo, la correlación con el IC fue baja. El cultivo de soja es considerado como una especie moderadamente sensible a la salinidad (Mass *et al.*, 1977; Katerji *et al.*, 2003), aunque existe una gran variabilidad en la respuesta al estrés debido a las diferencias genotípicas (Abel & MacKenzie, 1964; Velagaleti & Schweitzer, 1993; Katerji *et al.*, 2000, 2003). La variedad de grupo de crecimiento cuatro intermedio utilizada en este ensayo produjo la caída de sus componentes de rendimiento cuando la Ce superó el límite de 0.5 dSm^{-1}.
La producción de soja en este ambiente presentó grandes diferencias debidas a la variabilidad espacial observada en pH y Ce. Estos podrían ser indicadores utilizados para predecir el desarrollo del cultivo en suelos de características similares del este de Córdoba al ser metodologías sencillas de realizar y económicas.

Tabla 3: Análisis de correlación entre el pH y Ce en el segundo horizonte de suelo (H2) y los componentes del rendimiento, IC y altura de plantas de soja.

VARIABLES	**pH H2**	**Ce H2**
Número de granos m^{-2}	-0.83***	-0.86***
Peso medio grano (g)	-0.61**	-0.69**
Altura de planta (m)	-0.86***	-0.87***
IC	-0.48*	-0.56*

Los números indican el valor Pearson y los asteriscos (*) el p-valor: (*) 0.05 <p>0.01; (**) p<0.01; (***) p<0.001.

Los antecedentes existentes demuestran que en suelos con elevado contenido de sodio en el complejo de intercambio, el drenaje y el almacenamiento de agua son limitados y afectan el intercambio gaseoso y la respiración radical. Estas capas densas de suelo reducen el

rendimiento potencial de los cultivos por limitar la provisión de agua, oxígeno y nutrientes (Rengasamy *et al.*, 2003). Puntualmente, un déficit hídrico durante el periodo crítico del cultivo (R4-R6) pueden producir entre un 40 y 50% de disminución del rendimiento (Giménez, 2014), pudiendo reducir simultáneamente el número de vainas, del número de granos por vaina y el peso de los granos. Por otro lado, el estrés hídrico en etapas vegetativas y reproductivas tempranas pueden producir hasta un 20% (Giménez, 2014) y 10% (Andriani *et al.*, 1991) de disminución del rendimiento. Estos resultados corroboran las afirmaciones de numerosos autores sobre la alta estabilidad de soja entre las etapas de R1 y R3 (Andriani *et al.*, 1991; Andriani, 2001; Andrade & Sadras, 2009; Giménez, 2014).
En el análisis de los rendimientos en función del pH y la Ce se tuvo en cuenta los valores del horizonte subsuperficial (H2), en base a la alta correlación entre horizontes analizada anteriormente. En la regresión entre rendimiento y pH de suelo (Figura 1) el coeficiente de determinación (R^2) indica que la variabilidad de los rendimientos se explica en un 67% por el pH en H2. Si bien estos datos corresponden a un primer año de análisis y una variedad determinada, para lograr una predicción del rendimiento en condiciones similares en función de pH sería necesario en el futuro la inclusión de los efectos año, variedad y/o lote. Sin embargo permite conocer que por cada punto de incremento en el pH el rendimiento disminuyó 2013 kg ha^{-1}.

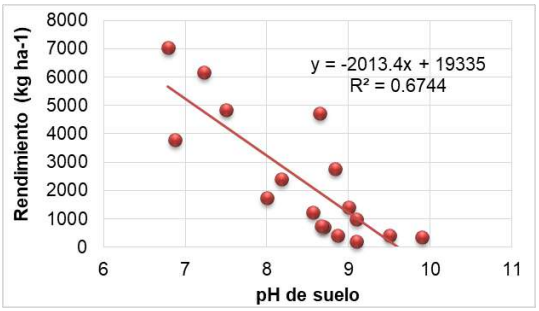


Figura 1: Regresión lineal entre Rendimiento (kg ha^{-1}) y el pH de suelo en el segundo horizonte (H2).

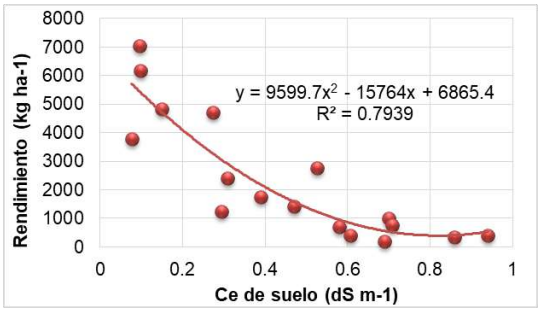


Figura 2: Regresión polinómica entre el rendimiento (kg ha^{-1}) y la Ce de suelo en el segundo horizonte (H2).

La regresión entre rendimiento y Ce de suelo mostró un mejor ajuste que con pH (Figura 2), donde el rendimiento estuvo determinado en un 80% por la Ce, ajuste que permitiría realizar una predicción del rendimiento, en situaciones similares de cultivo, con mediciones de Ce del lote. Además, de la ecuación se desprende que cuando la Ce en el segundo horizonte de suelo alcanza el valor de 0,82 dS m^{-1} los rendimientos alcanzan el mínimo valor (394 kg ha^{-1}). Sin embargo, sería importante en el futuro la ampliación de la base de datos para una buena predicción de los rendimientos de soja en estos ambientes.

CONCLUSIÓN:

Tanto el pH como la Ce del horizonte 2 fueron variables de alta importancia en la determinación de los rendimientos observados. Si bien estas variables no son las únicas responsables de este comportamiento son de fácil determinación y baja costo para ser utilizadas como indicadores de posibles niveles de producción de soja. En un futuro sería necesario ampliar la base de información con diferentes variedades de soja y ambientes que permitan generar ecuaciones para la predicción de rendimientos de soja en función de los parámetros de suelo.

BIBLIOGRAFÍA:

Abel,GH & AJ MacKenzie. 1964. Salt Tolerance of Soybean Varieties (Glycine max L. Merrill) During Germination and Later Growth1. *Crop Sci.* 4: 157.

Adcock,D; AM McNeill; GK McDonald; RD Armstrong; CR Beverly; M Linsay; ES Lagudah; DP Schachtman & R Hare. 2007. Subsoil constraints to crop production on neutral and alkaline soils in south-eastern Australia: a review of current knowledge and management

strategies. *Aust. J. Exp. Agric.* 47: 1245.
Andrade,FH & VO Sadras. 2009. Efectos de la sequía sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos. In: Andrade FH; & VO Sadras, (eds.). Bases para el manejo del maiz, el girasol y la soja. Balcarce, Pp 127–152.
Andriani,JM. 2001. Consumo de agua de los cultivos en el sur de Santa Fe. *Soja Campaña 2000/01* Para Mejor: 31–33.
Andriani,JM; FH Andrade; EE Suero & JL Dardanelli. 1991. Water Deficits During Reproductive Growth of Soybeans .1. Their Effects on Dry-Matter Accumulation, Seed Yield and Its Components. *Agronomie* 11: 737–746.
Azcarate,P; N Kloster & G Perez Habiaga. 2012. Reacción del suelo: pH. In: Quiroga A; & A Bono, (eds.). Manual de fertilidad y evaluación de suelos. Anguil, Pp 19–25.
Baigorri,HEJ. 1997. Ecofiología del cultivo. In: Giorda L; & HEJ Baigorri, (eds.). El cultivo de la soja en Argentina. Editar: Córdoba, Argentina, Pp 29–50.
Di-Rienzo,JA; F Casanoves; M Balzarini; L Gonzalez; M Tablada & C Robledo. 2017. Infostat - Sofware estadístico. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. *Univ. Nac. Córdoba, Argentina*.
FAO. 2015. FAOSTAT: Statistical database online, Subset Crop production and harvested area [Online].
Gill,H. 2010. Effects of soil sodicity on the germination , growth and productivity of Soybean (Glycine max). : 88–91.
Giménez,L. 2014. Efecto de las deficiencias hídricas en diferentes etapas de desarrollo sobre el rendimiento de soja. *Agrociencia Uruguay* 18: 53–64.
Gorgas,JA & JL Tassile. 2003. Recursos naturales de la provincia de cordoba Los suelos In: JA Gorgas & JL Tassile (eds.). Agencia Córdoba Ambiente S. E., Instituto Nacional de Tecnología Agropeuaria EEA Manfredi: Córdoba, Argentina.
INTA. 1979. Carta de suelos de la República Argentina Hoja 3363-11 Leones. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro de Investigacion de Recursos Naturales.
Katerji,N; JW Van Hoorn; A Hamdy & M Mastrorilli. 2000. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. *Agric. Water Manag.* 43: 99–109.
Katerji,N; JW Van Hoorn; a. Hamdy & M Mastrorilli. 2003. Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. *Agric. Water Manag.* 62: 37–66.
Lavado,RS. 2010. Salinidad y alcalinidad: propiedades, efectos sobre los cultivos y manejo. In: Álvarez R; G Rubio; CR Álvarez; & RS Lavado, (eds.). Fertilidad de suelos caracterizacion y manejo en la region pampeana. Editorial facultad de Agronomia, Universidad de Buenos Aires: Buenos Aires, Pp 21–44.
Mass,E V; GJ Offman & M Asce. 1977. Crop salt tolerance\-current assessment. *J. Irrig. Drain. Div.* 2: 19.
Morandi,EN; ML Bodrero; RA Martignone & A Quijano. 1994. Sowing date and irrigation effects on soybean dry matter partitioning and yield in the southern Santa Fe area of Argentina. In: Proceedings of the World Soybean Research Conference V. Chiang Mai, Thailand, Pp 128.
Munns,R & M Tester. 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance.
Navarro Blaya,S & G Navarro García. 2003. Química agrícola : el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Mundi-Prensa.
Porta,CJ; M López-Acevedo & C Roquero de Laburu. 1999. Edafología, para la agricultura y el medio ambiente. Mundi-Prensa: Madrid, España.
Rengasamy,P; D Chittleborough & K Helyar. 2003. Root-zone constraints and plant-based solutions for dryland salinity. *Plant Soil* 257: 249–260.
Rhoades,DJ. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks DL; & JM Bartels, (eds.). Methods of soil analysis part 3 Chemical methods. ASA - SSSA: Madison, Wisconsin, EE.UU, Pp 417–435.
Thomas,GW. 1996. Soil pH and Soil Acidity. In: Sparks DL; & JM Bartels, (eds.). Methods of soil analysis part 3 Chemical methods. ASA - SSSA: Madison, Wisconsin, EE.UU, Pp 475–

490.
Velagaleti,R & S. Schweitzer. 1993. General effects of salt stress on growth and symbiotic nitrogen fixation in soybean. *Plant Crop Stress*: 461–471.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

DISTRIBUCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS HALOMORFICOS EN ÁREAS DE SECANO DE ARGENTINA.

Godagnone, R. E. [1] **y J. C. de la Fuente**[1]

[1] Instituto de Suelos. CIRN. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - godagnone.ruben@inta.gob.ar

RESUMEN: El avance de la frontera agrícola genero que suelos salinos-sódicos destinados al uso ganadero fueran incorporados a la producción de granos, aún cuando estos ambientes presentan rendimientos agrícolas inferiores (hasta menos del 50%) a los de suelos con mejor aptitud. Este trabajo analizan mediante el SIG de Suelos, a escala 1:2.500.000, los suelos considerados halomórficos de Argentina, distinguidos de aquellos sin limitantes químicas y/o físicas por presentar en la solución extraída de la pasta saturada una conductividad eléctrica de 4 dS m^{-1} o mayor y PSI mayor a 15. En seis Regiones Naturales que cubre el área de secano y ocupan aproximadamente 160.792.273 ha, se distinguieron unidades cartográficas de suelos afectadas total o parcialmente por procesos de salinidad y sodicidad que cubren aproximadamente 41.242.950 ha (25,65%).

PALABRAS CLAVE: suelos, salinidad, sodicidad.

INTRODUCCIÓN

La dos terceras partes de la Argentina presenta climas áridos y semiáridos, esto implica que algunos suelos contienen concentraciones de sales solubles, sodio intercambiable o ambos. El contenido de sales altera el crecimiento de las plantas y depende de factores tales como, la textura, la distribución de sal en el perfil, la vegetación, etc. Los suelos salinos que afectan a la producción, se distinguen de los no salinos por presentar en la solución extraída de la pasta saturada una conductividad eléctrica de 4 dS m^{-1} o mayor. A los fines agrícolas estos suelos requieren la aplicación de medidas y prácticas de manejo adecuadas.

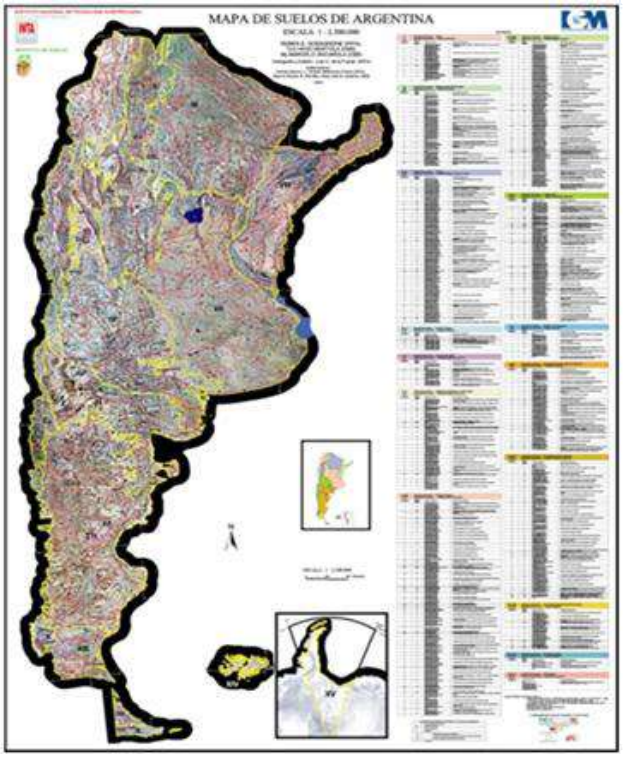
Los factores formadores, material parental, geoformas, clima, biota y tiempo, son un conjunto de variables interdependientes que permiten la formación del suelo, en las últimas décadas a consecuencia de períodos húmedos y el cambio de uso de las mismos, las tierras vieron afectadas extensas áreas agrícolas y ganaderas de la región húmeda y subhúmeda. (Figura 1).

MATERIALES Y MÉTODOS:

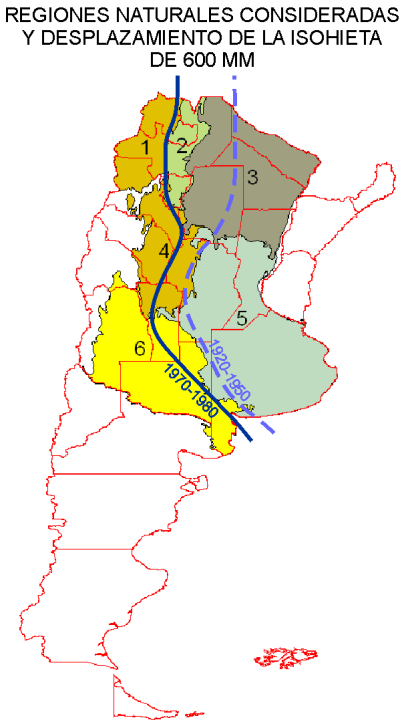
Este trabajo fue realizado considerando aquellos suelos que presentan problemas de salinidad/sodicidad, utilizando la información que brindan los trabajos “Mapa de suelos de Argentina, escala 1:2.500.000” (Godagnone et al., 2002) (Figura 1), “Los Recursos Naturales de Argentina en un SIG” (Godagnone y de la Fuente, 2014), al aportar la caracterización, localización, distribución y clasificación de la tipología edáfica presente, facilita la evaluación de la calidad del sistema edáfico (Año Vidal et al., 2001).

La temperatura y la humedad del suelo son factores sumamente importantes que condicionan el crecimiento de las plantas. Como consecuencia de su gravitación, han sido considerados en los diferentes sistemas de clasificación de suelos. A fin de dar una expresión cuantitativa a estos regímenes se definieron valores estimados a partir de registros climáticos (Van Wambeke y Scoppa, 1980) (Figura 2).

Los suelos que aquí se presentan han sido clasificados mediante la onceava edición del sistema taxonómico Soil Taxonomy (USDA, 2010).



(Figura 1)



(Figura 2)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Las Regiones Naturales

La Argentina se encuentra dividida en quince Regiones Naturales, se analizan aquellas de mayor actividad agrícola-ganadera cuyos suelos presentan importantes limitaciones de uso por elevada salinidad y sodicidad, a saber: 1. Puna, 2. Sierras Sub Tropicales, 3. Chaco, 4. Sierras Pampeanas, 5. Pampa Húmeda, 6. Pampa Seca (Figura 2).

El material originario a partir del cual evolucionaron los suelos es de origen eólico, pero se diferencian en las regiones por su historia. Los reconocidos en el NOA pertenecen a sedimentos loéssicos y limo-arenosos que en su mayoría sufrieron transporte y depositación de las aguas provenientes de las sierras. El NEA presenta sedimentos de arcilla, limos y arenas de origen eólico, fluvial y lacustre, y la Región Pampeana sedimentos modernos no consolidados (loess), diferenciándose la Pampa Deprimida debido a que sus sedimentos sufrieron transporte y depositación por aguas mantiformes.

NOA. Tucumán:

Como representativo de la región del NOA se toma la provincia de Tucumán, esta comprende tres subregiones perfectamente diferenciadas: Puna, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas. El paisaje regional está compuesto por Sierras, Planicies Onduladas, sectores inclinados y depresiones.

El clima corresponde al Tropical Semiárido. Por su parte, los regímenes de humedad varían del údico al ústico, las condiciones de humedad dominantes údico, existiendo una transición de humedad ústica de este a oeste. Con relación al régimen ácuico, el mismo se encuentra compartiendo los otros regímenes de humedad en áreas deprimidas con drenaje imperfecto.

Los materiales originarios que dieron formación a los suelos corresponden a sedimentos loessicos y limoarenosos. Los suelos reconocidos pertenecen a los Ordenes Molisoles y Alfisoles. Se analizan los Natracuoles y Natracualfes.

Natracuoles: estos suelos presentan horizonte superficial de 21 cm de espesor, débil estructuración, franco limoso. B textural profundo con elevada sodicidad, de fuerte

estructura, franco limoso. BC de textura franco limosa. El uso es ganadería y agricultura con limitaciones (Figura 3).

Natracualfes: se ubican en llanuras deprimidas, son profundos, tienen horizonte superficial de 27 cm de espesor, desprovisto de materia orgánica, textura franco limosa. Horizonte B textural de textura franco limosa y salino-sódico desde superficie. Su uso es ganadería extensiva bajo pastura natural (Figura 4).

NEA. Chaco:

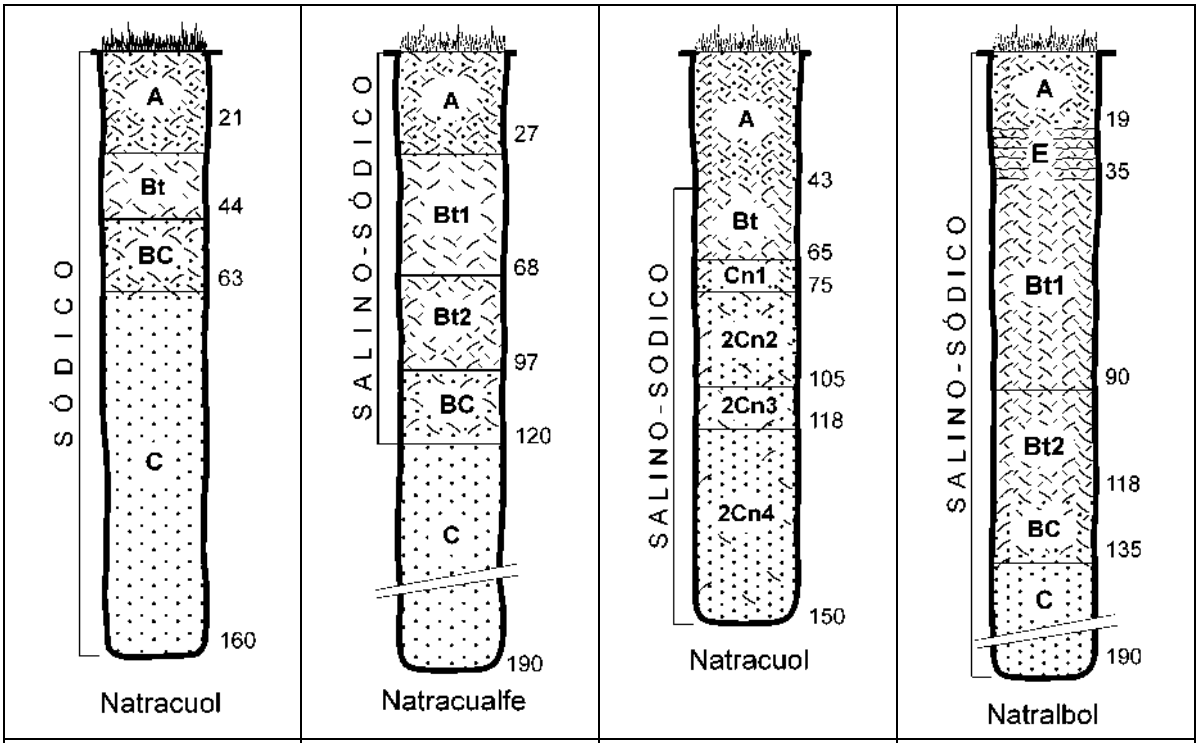
Corresponde a un ambiente fluvial antiguo desarrollado por los ríos Paraguay, Bermejo, Pilcomayo, Paraná y afluentes, que conformaron las terrazas y planicies aluviales actuales. El material parental que permitió la evolución de los suelos corresponde a limos, arcillas y arenas de origen eólico, fluvial y lacustre de granulometría variada, dominando los finos.

El clima de la región corresponde al Mesotermal húmedo (Templado húmedo) que cambia al Semiárido de este a oeste. Los regímenes de humedad varían del údico, ústico al arídico. Las condiciones de humedad dominantes en la mayor parte de la región chaqueña corresponden al régimen ústico, con una transición de humedad a aridez de este a oeste. El régimen ácuico se encuentra compartiendo los otros regímenes de humedad en áreas deprimidas con drenaje imperfecto.

Los Órdenes de suelos reconocidos en la Región corresponden a Molisoles, Inceptisoles, Entisoles, Alfisoles y Aridisoles, haciendo hincapié en aquellos que presentan sodicidad y salinidad. Se analizan los Natrustoles y Natracuoles-Natralbol (Molisoles), en los regímenes de humedad ústico y ácuico.

REGIÓN NOA: TUCUMÁN

REGIÓN NEA: CHACO



(Figura 3) (Figura 4) (Figura 5) (Figura 6)

Natracuol-Natralbol: Son reconocidos en planicies extendidas, anegables, suavemente onduladas, son suelos de fuerte desarrollo genético, escasa provisión de materia orgánica, textura franco arcillo limosa en superficie y arcilloso a profundidad (Bt). Débilmente salino y sódico. Su uso es agrícola. (Figuras 5 y 6).

Región Pampeana:
Esta región constituye una muy amplia llanura formada por sedimentos modernos no consolidados. Los suelos desarrollados en esta región presentan características diferenciales con el resto de las Regiones Naturales analizadas. Las áreas de secano integran: noreste de La Pampa, centro oeste y noroeste de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba.

Cordoba: en los planos deprimidos se reconocen los Alfisoles, se analizan los Natracualfes.
Natracualfes: tienen horizonte superficial de 17 cm, moderadamente provisto de materia orgánica, franco limoso y débil estructuración. El B textural es franco limoso y fuertemente estructurado, el horizonte transicional BC/C se extiende hasta los 150 cm de profundidad. Salino-sódico a partir de los 17 cm de profundidad. Su uso es ganadero a partir de pasturas naturales o implantadas (Figura 7).

Buenos Aires: se reconoce los Ordenes Molisoles y Alfisoles, representativos en planicies onduladas y suavemente onduladas en posición deprimida y cubetas. Se analizan los Natracuoles, Haplustoles tapto nátricos y Natracualfes.

Natracuol: tienen débil desarrollo genético, presentan horizonte superficial de 19 cm de espesor, moderadamente provisto de materia orgánica y moderada estructura. El B textural, textura franco arcillo arenosa, el BC franco, el material originario o C se extiende hasta los 150 cm de profundidad. Salino-sódico desde superficie. Son de uso ganadero bajo pasturas naturales y/o implantadas y cultivos selectivos (Figura 8).

También fueron reconocidos suelos desarrollados sobre materiales modernos que sepultan a otros antiguos.

Haplustol tapto nátrico: sobre el material nuevo se desarrollan los horizonte A/AC de 45 cm de espesor, de textura franco arenosa y de débil estructura, y sobre el material antiguo se distingue un horizonte B textural, franco arcillo arenoso y débilmente estructurado. El horizonte transicional BC es franco arcillo arenoso y el material originario C se extiende hasta los 160 cm de profundidad. Sódico a partir de los 45 cm de profundidad. El uso es agrícola-ganadero (Figura 9).

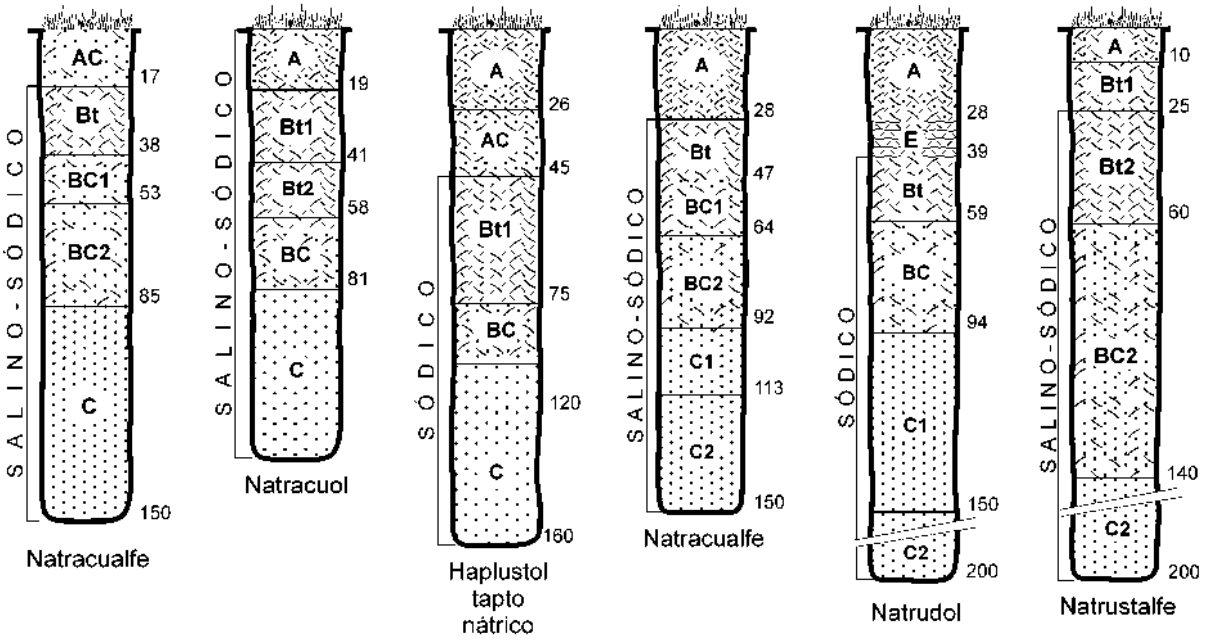
Natracualfe: presentan un horizonte superficial de 28 cm, desprovisto de materia orgánica, débilmente estructurado y textura franco arenosa. El B textural franco arcillo arenosa y de moderada estructuración. Debajo de este se encuentra un horizontes C o material originario. Es salino a partir de 28 cm de profundidad y sódico todo el perfil. Su uso es ganadería, bajo pasturas naturales y/o artificiales y agricultura selectiva (Figura 10).

La Subregión Pampa Deprimida denominada así por ser su relieve sumamente plano con pendientes exiguas, es representativa de los suelos desarrollados en un clima edáfico ácuico con importantes características redoximórficas, salinidad y sodicidad (Molisoles y Alfisoles). Los materiales que lo forman fueron en principio eólicos y sufrieron posteriormente un transporte y redepositación por aguas mantiformes provenientes de las sierras.

Natrudol: presentan horizonte superficial de (28 cm), textura franca y moderada estructuración. El B textural tiene textura franco arcillosa y fuerte estructuración. Horizonte transicional BC espeso, franco arcillo arenoso y moderada estructuración. El C o material originario llega hasta los 180 cm de profundidad. Este suelo es sódico a partir de los 39 cm de profundidad. Son dedicados a agricultura con limitaciones y ganadería (Figura 11).

REGIÓN PAMPEANA
Córdoba Buenos Aires

REGIÓN PAMPEANA
Subregión Pampa Deprimida



(Figura 7) (Figura 8) (Figura 9) (Figura 10) (Figura 11) (Figura 12)

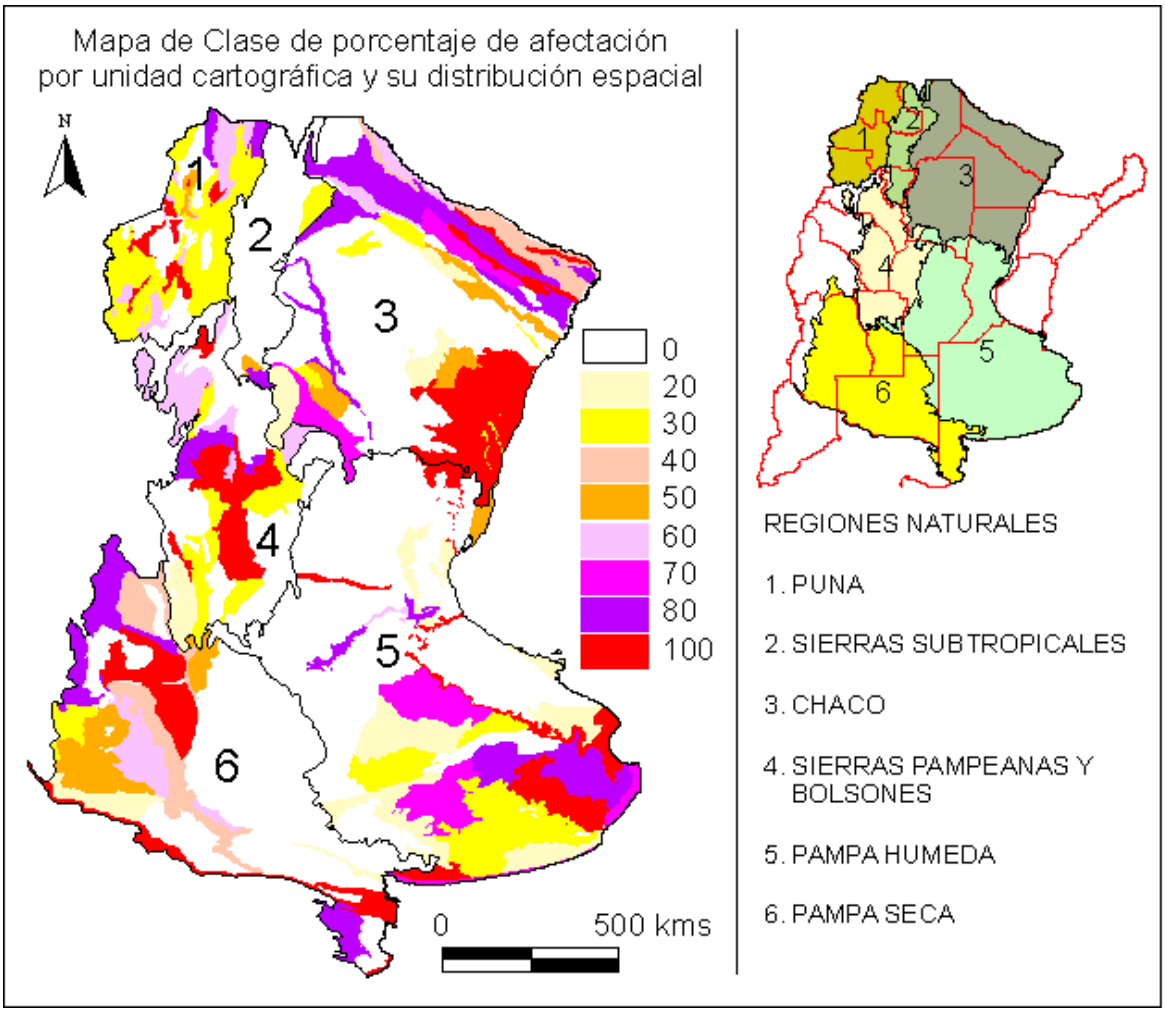
Natrustalfe: de horizonte superficial somero (10 cm), franco arcillo limosa y fuertemente estructurado. El B textural y BC son arcilloso, fuertemente estructurados, seguido por el C o material originario de textura franco arenosa. Salino-sódico a partir de los 25 cm de profundidad. Su aptitud es ganadera (Figura 12).

CONCLUSIÓN:

En las últimas décadas, como consecuencia de períodos húmedos y del cambio del uso del suelo, el proceso de halomórfismo afectó a extensas áreas agrícolas y ganaderas de la región húmeda y subhúmeda, ya sea por anegamiento, ascenso de la capa freática o ambos procesos actuando conjuntamente. Las seis Regiones Naturales que ocupan las áreas subhúmedas (semiáridas) cubren aproximadamente 160.792.273 ha. Sus unidades cartográficas de suelos afectadas total o parcialmente por procesos de salinidad y sodicidad ocupan aproximadamente 41.242.950 ha, un 25,6% del total del área estudiada, que se detalla según las regiones naturales en la Tabla 1 y su distribución espacial y porcentaje de afectación por unidad cartográfica se presenta en el Mapa de Clase de afectación (Figura 13).

Tabla 1. Superficies y porcentajes afectados por procesos de salinidad y sodicidad

REGIONES NATURALES	ha	%
1. PUNA	3.236.807	27,01
2. SIERRAS SUBTROPICALES	372.931	4,77
3. CHACO	14.233.743	35,57
4. SIERRAS PAMPEANAS Y BOLSONES	4.409.432	24,11
5. PAMPA HUMEDA	11.050.500	22,20
6. PAMPA SECA	7.939.537	24,13
TOTAL	160.792.273	100
TOTAL SUELOS SALINOS-SÓDICOS	**41.242.950**	**25,65**



(Figura 13)

BIBLIOGRAFÍA:

Añó Vidal, C.; Sánchez Díaz, J.; Antolín Tomás C.; Goberna Estellés, M.; 2002. Capacidad y vulnerabilidad de los suelos de la comunidad valenciana. Investigaciones Geográficas (Esp), núm. 28, mayo-agosto, 2002, pp. 105-123, Universidad de Alicante. España

Equipo de Suelos, EEA Sáenz Peña-INTA, 2002. Los Suelos del Dto. Mayor J. L. Fontana, Provincia del Chaco. Ediciones INTA, 2002.

Godagnone, Ruben E., Bertola H. y Ancarola M.; 2002. Mapa de Suelos de Argentina, escala 1:2.500.000. Instituto de Suelos-INTA, Instituto Geográfico Militar.

Godagnone, Ruben E. y de la Fuente, J.C. 2008. Los Suelos de Argentina en un SIG. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelos, Potrero de los Funes. San Luis. Argentina.

Godagnone, Ruben y de la Fuente, Juan; 2014. Los Recursos Naturales de Argentina en un SIG. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelos. Bahía Blanca, Argentina.

Gorgas, Juan A.; Tassile, José L.; 2003. “Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba Suelos”. EEA Manfredi, INTA. BR COPIAS, Obispo Oro 171, Nueva Córdoba. Provincia de Córdoba.

Instituto de Suelos-INTA, EEA Famailla-INTA, Consejo Federal de Inversiones, EE Agro Industrial Obispo Colombres, 2005. Estudio de Suelos para la Reconversión del Sector Agropecuario. Departamentos de Famailla, Monteros, Simoca y Chicligasta. Provincia de Tucumán. Ediciones INTA.

Proyecto PNUD Arg. 85/019. 1989. Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires. Instituto de Suelos, CIRN-INTA. EDIPUBLI S.A., Bs. As.

Van Wambeke, Armand, Scoppa, Carlos O., 1980. Las Taxas Climáticas de los Suelos Argentinos. CIRN, INTA. Publicación Nº 168.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EFECTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE ALFALFA BAJO RIEGO POR PIVOTE CENTRAL

Sartor P.[1], Zamora C.[1], Aumassanne C.[1], Masseroni L.[1], Fontanella D.[1], Álvarez C.[2], Di Bella C.[3]

[1] AER 25 de Mayo (INTA), General Pico nº720, 25 de mayo (LP) - sartor.paolo@inta.gob.ar
[2] AER Gral. Pico (INTA)
[3] Instituto de Clima y Agua (INTA-Castelar)

RESUMEN: En el área bajo riego de la provincia de La Pampa, una problemática frecuente es la aparición de sectores donde los cultivos implantados presentan un menor desarrollo. Estas zonas con productividad reducida ("manchones") alternan con áreas donde la vegetación presenta un desarrollo óptimo. Allí, los rendimientos de alfalfa varían considerablemente dentro de los lotes, producto de la heterogeneidad espacial, dada por su origen, y propiedades físicas y químicas del suelo. El elevado contenido de sodio (Na) intercambiable y el alto contenido de sales (CE) en el perfil podrían ser algunas de las principales causas del fenómeno. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes variables edáficas químicas y su relación con la producción del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo riego. Este trabajo se realizó en tres pivotes, donde la producción fue caracterizada mediante la utilización de imágenes aéreas y satelitales. En los tres pivotes se pudo observar una alta variabilidad espacial, diferenciándose dos ambientes (zona de alta y zona de baja producción). Durante dos temporadas (2015-16 y 2016-17) en 16 zonas, se realizaron entre 5 y 7 cortes, cuantificando la producción de materia seca (MS, kg ha^{-1}) por corte manual (5 muestras de 0,2 m^2 en el estado de 10% de floración). En los mismos sitios de corte se realizaron calicatas hasta 1,2 m de profundidad determinando profundidad de capas, pH, cationes de intercambio, CIC y CE. El análisis de resultados se realizó mediante correlación de Pearson a fin de cuantificar el grado de ajuste y relación, entre el rendimiento de alfalfa y el pH, Na intercambiable y CE registrados. A partir del análisis estadístico, se observó una correlación significativa (p=0,028) entre el rendimiento y la CE, esta tuvo una un grado de asociación moderada (r=-0,55). Respecto al rendimiento con el pH y Na intercambiable, no se encontró asociación significativa entre estas variables (p=0,979 y p=0,059, respectivamente). Para la zona productiva bajo riego de La Pampa resulta clave determinar cual/cuales son las variables afectan el rendimiento de la alfalfa.

PALABRAS CLAVE: heterogeneidad espacial, sodio intercambiable, alfalfa.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ESTUDIO DE LA VARIACIÓN ESPACIAL DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACUÍFERO PAMPEANO EN LA CUENCA DEL ARROYO DEL AZUL Y SU RELACIÓN CON LA GEOMORFOLOGIA Y LOS SUELOS.

Zabala M.E.[1, 2], M. Manzano[3], G. Ares[1, 2], L. Vives[1]

[1] Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo J. Usunoff" (IHLLA). Av. República Italia 780, 7300 Azul, Provincia Buenos Aires, Argentina. Tel. +54 2281 432666 - mariaemiliazabala@hotmail.com.
[2] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina
[3] Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas, Universidad Politécnica de Cartagena, Pº de Alfonso XIII 52, E-30203 Cartagena, España.

RESUMEN: Se estudió la composición química del agua subterránea en los primeros 30 m del acuífero Pampeano en la cuenca del arroyo del Azul y su relación con la geomorfología y los suelos. Se caracterizaron química e isotópicamente las aguas de lluvia y subterráneas. En la fase sólida se realizaron análisis mineralógicos, texturales, de capacidad de intercambio catiónico, contenido de carbonatos y valores de pH y conductividad eléctrica en pasta saturada. Las muestras de lluvia proceden de tres estaciones y las de agua subterránea de una red de monitoreo y de pozos privados; ambos tipos de muestras cubren toda la cuenca. Las muestras de sedimento se tomaron en distintos sectores de la cuenca y a diferentes profundidades. Se planteó un modelo hidrogeoquímico conceptual para explicar el origen de la composición química del agua subterránea el cual fue validado mediante modelación numérica. La salinidad y la alcalinidad del agua subterránea aumentan marcadamente de SO a NE, en coincidencia con la dirección principal del flujo subterráneo y con las condiciones del terreno para evacuar el agua superficial. Los suelos dominantes en cuencas media y baja son Argialboles, Hapludoles, Natracuoles, Natracualfes. Los procesos más plausibles para explicar la composición química del agua subterránea y su evolución espacial en los sectores alto y medio de la cuenca son: Zona de recarga: evapoconcentración del agua de recarga; disolución de CO_2, carbonatos y silicatos; intercambio iónico con liberación de Na^+ y formación de montmorillonita-Ca. Flujo a 30 m desde cuenca alta a cuenca media: disolución de anortita, intercambio iónico con liberación de Na^+ y formación de montmorillonita-Ca. La geomorfología condiciona que la recarga se produzca en cuencas alta y media, mientras que en cuenca baja dominan el encharcamiento, la evaporación y la salinización. Los suelos son fuente y sumidero de Na^+.

PALABRAS CLAVE: agua subterránea, salinidad, alcalinidad.

CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS DE MARISMA DE UN SECTOR DEL ESTUARIO DEL RÍO GALLEGOS.

Billoni S.[1,2] , V. Caram[2], M. Carro[2], A. Quilahuilque[2], I. Recofsky[2] y N. M. Haselbach[1].

[1]Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Unidad Académica Río Gallegos - sbilloni230@yahoo.com.ar
[2]Instituto Superior de Enseñanza Técnica, Provincia de Santa Cruz.

RESUMEN: El estuario del río Gallegos (51º39' S; 69º06' O) comprende una superficie de 5400 hectáreas. En este humedal se distinguen extensas marismas y planicies intermareales con una vegetación representada principalmente por *Sarcocornia perennis*. Su importancia biológica determinó que albergue la Reserva Costera Urbana y la Reserva Provincial para Aves Migratorias. Desafortunadamente, este ambiente que debe ser protegido y preservado es en parte lindante con un sector destinado previamente para la disposición de los residuos domiciliaros de la ciudad. Con el objetivo de caracterizar la calidad del ambiente del humedal se muestrearon los suelos y la vegetación. Se determinó en laboratorio: pH (suelo:agua 1:2,5), conductividad eléctrica en el extracto de saturación, textura, concentración total de níquel (Ni), cobre (Cu) y zinc (Zn) en suelos y material vegetal. Los metales se determinaron en digestos por tratamiento con ácido sulfúrico, selenio, ácido salicílico y peróxido de hidrógeno y posterior medición por espectrofotometría de absorción atómica. La conductividad eléctrica de los suelos varió entre 8,6 y 23,7 $dS.m^{-1}$. Los suelos son de texturas finas, predominantemente franco arcillo limosos, limosos y arcillosos, presentando reacción muy levemente ácida a levemente alcalina (6,6 a 7,9). Los niveles de Ni estuvieron por debajo del límite de detección (<0,5 µg g^{-1}). El contenido promedio de Cu en los suelos fue 14,1 µg g^{-1} y en las muestras de vegetación <0,1 µg g^{-1}. La concentración promedio de Zn fue de 52,9 µg g^{-1} en suelos, y 25,2 µg g^{-1} en material vegetal, dentro del rango para especies que crecen en suelos no contaminados (15-67 µg Zn g^{-1}). Los valores en suelos resultaron menores a los niveles admisibles de acuerdo a la bibliografía internacional (50 µg $Cu.g^{-1}$, 200 µg $Zn.g^{-1}$). El pH de los suelos y su elevado contenido de materiales finos podrían explicar una baja disponibilidad de metales. No obstante ello, sería conveniente observar lo que ocurre con otros elementos potencialmente nocivos.

PALABRAS CLAVE: metales, Sarcocornia, salinidad.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

COMPARACIÓN DE VALORES DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA OBTENIDOS UTILIZANDO DIFERENTES METODOLOGÍAS Y TIEMPOS DE REPOSO EN SUELOS DE REGIONES TEMPLADO HÚMEDAS.

Merani V., D. Ferro, L. Larrieu, D. Bennardi, L. Nughes, L. Juan, G. Millán

CISSAF, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP - labedafo@agro.unlp.edu.ar

RESUMEN: La determinación de la salinidad de un suelo se realiza a través de la determinación de la conductividad eléctrica (CE), pero existen variantes en la forma de hacerlo. Hay uniformidad de criterio en reconocer a la determinación de la CE en el extracto de pasta de saturación como la metodología de referencia y sobre la cual se han desarrollado los criterios de evaluación. Sin embargo, durante años se ha tratado de reemplazar dicha metodología, buscando simplificar la marcha analítica y aumentar su expeditividad. Los resultados de esta búsqueda han sido disimiles y aunque la bibliografía cita algunas aproximaciones, éstas solo son aplicables en condiciones específicas. El Objetivo del presente trabajo es analizar tres metodologías con dos variantes basadas en la preparación de la pasta saturada de suelos. Se utilizaron para tal fin 20 muestras de suelos de la región Pampeana Argentina. A dichas muestras se le determinó la CE en el estado de pasta saturada, en el extracto de dicha pasta y al contenido de humedad equivalente a 5 veces la pasta saturada. Dichas determinaciones se realizaron con tiempo de reposo de 10 minutos y de 24 horas, mientras que el quíntuple extracto se determinó en suspensión y filtrado. Se determinó que la CE en la pasta de saturación con 24 horas de reposo es la metodología que mejor ajusta con la metodología de referencia. Por otro lado al utilizar la metodología del quíntuple extracto, el ajuste lineal fue bajo, en contraposición con los datos de trabajos anteriores, lo cual podría deberse a las diferencias entre los ambientes seleccionados. La disminución del tiempo a 10 minutos en la determinación de CE en el extracto de saturación arrojo resultados estadísticamente similares a los obtenidos en la metodología original. La reducción del tiempo de reposo sería una variante a seguir estudiando.

PALABRAS CLAVE: Salinidad, pasta saturada, extracto de saturación.

INTRODUCCION:

El estudio y seguimiento de la problemática de salinización de los suelos involucra la utilización de metodologías analíticas que permitan realizar una correcta interpretación. La determinación de la conductividad eléctrica (CE) ha sido la metodología más utilizada para el diagnóstico, en tanto que la determinación de dicho parámetro en el extracto de pasta saturada se ha tomado como el método de referencia (Rhoades *et al.*, 1999). Asimismo, las escalas interpretativas de resultados aceptadas mundialmente se han desarrollado sobre dicha metodología (Rhoades, 1982). La existencia de cierta subjetividad en la determinación del punto de pasta saturada y cierta lentitud atribuida al proceso de extracción por vació, han generado el interés en desarrollar metodologías alternativas que puedan correlacionarse con la técnica de referencia, pero que se comporten de manera más expeditiva y que disminuyan el grado de subjetividad. En consecuencia con ello se han desarrollado metodologías tanto para mediciones directas en el campo, como para determinaciones de

laboratorio, aunque con resultados disimiles y aplicables para rangos determinados de textura y salinidad. La principal característica que ha sostenido la utilización de la técnica que involucra la confección de la pasta saturada es que el punto de saturación es una constante hídrica, lo que incluye una corrección en función de la textura, que no se produce al realizar extractos con relaciones fijas. Al mismo tiempo cuando se realiza la determinación a relaciones fijas y se incrementa la dilución, las sales de baja solubilidad, como el yeso, aumentan su solubilización, generando una distorsión en la determinación de la CE si se la relaciona con los valores obtenidos en el extracto de pasta. Dentro del marco de las metodologías que mantienen la confección de la pasta, existe una gama de alternativas que va desde medir la CE directamente en la pasta de saturación del suelo hasta la confección de un quíntuple extracto de pasta saturada (Richard & Gouny, 1965; McKenzie *et al.*, 1983). Por otro lado, hay una amplia bibliografía en relación a esta temática, pero la mayoría de los ensayos se han realizado en zonas áridas (Rhoades *et al.*, 1999) y las metodologías alternativas fueron desarrolladas para dichas zonas, dificultando su aplicación en otros ambientes. Por lo expuesto anteriormente, se plantea como hipótesis la importancia de comprobar en suelos de ambientes templado-húmedo la utilización de metodologías alternativas para la determinación de CE que mantengan la confección de la pasta y a la vez permitan disminuir los tiempos de trabajo o el uso de equipos de vacío. Es por ello que el objetivo del presente trabajo es comparar 3 metodologías para la determinación de CE en 20 muestras de suelo de la región pampeana y analizar el efecto que produce la disminución del tiempo de reposo de la pasta de suelo en las metodologías que lo utilizan.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Muestreo de suelos:

En el presente ensayo se utilizaron 20 muestras de suelo, pertenecientes a la región ecológica denominada Pampa Húmeda Argentina. Dichos suelos fueron seleccionados en función de obtener diversidad y características contrastantes en sus propiedades fisicoquímicas. Se utilizó como parámetro principal de selección la textura, de manera tal de cubrir un espectro de clases texturales que van desde franco-arenosa hasta arcillosa.

Se realizó el muestreo, secado y desagregado de los suelos. Luego se procedió con la homogenización, molienda y tamizado por 2mm. Con dichas muestras de suelo se procedió a realizar las pastas saturadas de suelo, de la manera en que lo describe la técnica que detalla Rhoades (1999), coincidente con la descripta en SAMLA (2004)

Determinaciones fisicoquímicas en los suelos:

Se confeccionaron las pastas saturadas de suelo y se realizó el correspondiente fraccionamiento para la realización de las mediciones de CE con las diferentes variantes seleccionadas y propuestas. Estas se detallan a continuación:

A la primera porción de pasta, se le determinó CE a los 10 minutos y a las 24 hs de reposo, CEps10 y CEps24, en adelante.

A una segunda porción de pasta, se la volvió a subdividir y se le realizó la extracción por vacio para la obtención del extracto a los 10 minutos y a las 24 horas de reposo, CEext10 y CEext24, en adelante.

A una tercera porción de pasta, se le adicionó una cantidad de agua destilada suficiente como para alcanzar el quíntuple contenido de agua a saturación, se agito en agitador vaivén durante treinta minutos y se procedió a medir la CE en la suspensión y luego en el extracto obtenido por filtrado de la suspensión, (CE susp 1:5 y CE ext 1:5)

La CE fue determinada en todos los casos con un conductímetro digital marca Digicom modelo 2006.

La comparación entre los datos obtenidos con las diferentes metodologías fueron analizados a través de regresiones lineales.

RESULTADOS Y DISCUSION:

En la figura 1 se muestra la distribución de todos los valores de CE obtenidos por el empleo de las 3 metodologías seleccionadas en sus dos variantes de tiempo de reposo. Esta figura permite apreciar cómo se agrupan las curvas en función de cada metodología independientemente del tiempo de reposo utilizado.

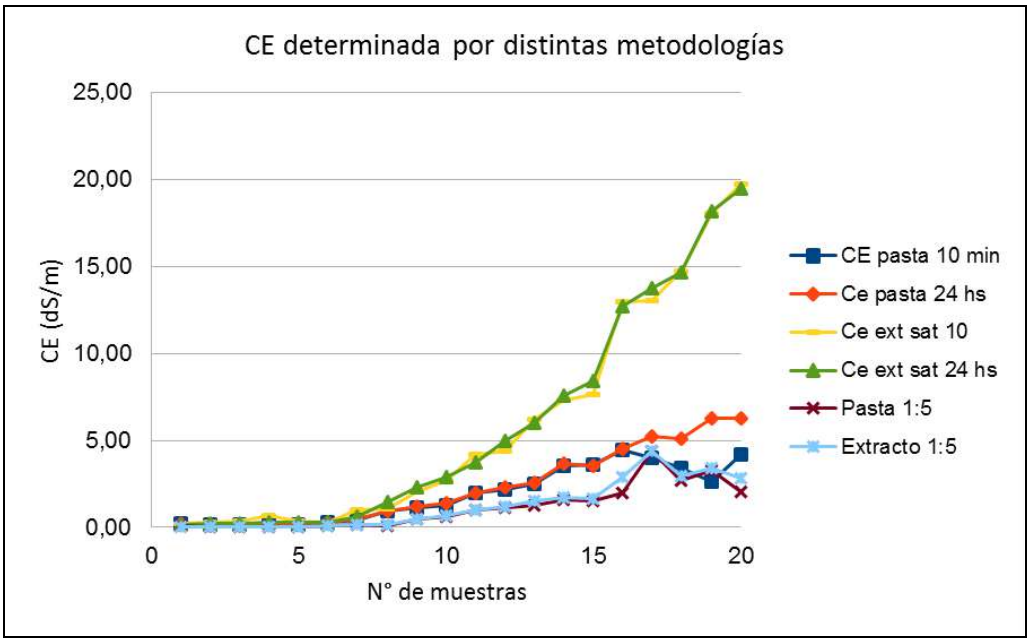


Figura 1: Resultados de todas las determinaciones de CE realizadas en el presente ensayo. Diferentes metodologías y distintos tiempos de reposo.

En función de los datos obtenidos analizamos, en principio, la relación que existe entre la determinación de CE en el extracto de pasta de saturación con 24 hs de reposo, el cual hemos utilizado como método de referencia, con las otras metodologías ensayadas (Figura 2). Se observa que al comparar metodologías, la determinación que alcanza la mayor regresión es la pasta de saturación (R^2= 0,977) (Fig 2 A) con un tiempo de reposo de 24 horas. Las otras variantes mostraron R^2 considerablemente más bajos. En estudios precedentes realizados en suelos de nuestro país Zalba *et al.* (2013), trabajando en suelos halomórficos de la región semiárida argentina, encontraron relaciones similares entre la CE ps y la CE ext, coincidiendo en la subestimación de la CE cuando se determinaba sobre la pasta saturada en relación al extracto. Asimismo dichos autores realizaron una estimación de la CE ext en función de CE ps ajustada por el contenido de humedad a saturación del suelo, ya que ésta es directamente proporcional a la textura, uno de los principales factores que inciden en la correlación entre las diferentes metodologías de determinación (Rhoades *et al.*, 1999). Dicha estimación ajusta a valores menores de 8 dS m^{-1} de CE ext, según los propios autores, tendencia que también se observan en el presente trabajo, dado que a mayor CE ext, mayor es la diferencia entre ambas determinaciones (Figura 1).

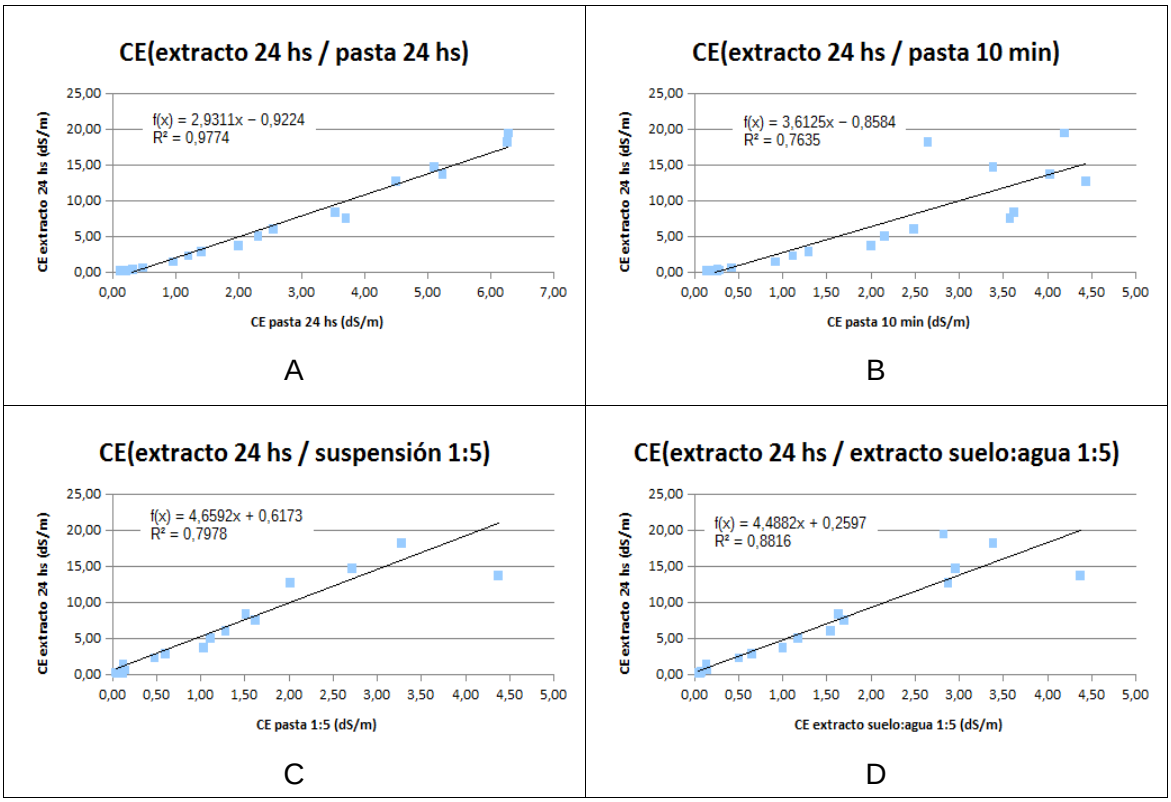


Figura 2: Comparación de la determinación de la CE en extracto de pasta de saturación con las otras metodologías seleccionadas.

En la figura 2 C y D se aprecia que al comparar la metodología CE ext con CE 1:5 en sus dos variantes se produce una disminución de R^2 y entre las dos diluciones es la filtrada y sin suelo la que mejor ajusta. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Nijensohn (1988) de quien tomamos la metodología, con modificaciones, quien reportó mejores ajustes trabajando con suelos de la región de Cuyo, Santiago del Estero y Rio Negro, utilizando un número similar de muestras. Recordemos que no utilizamos ningún tipo de ajuste, como si lo hizo Nijensohn (1988) realizando la determinación en paralelo saturando con yeso, ya que en la región donde se realizó el ensayo no se caracteriza por la presencia de suelos yesíferos. He *et al.* (2013) trabajando con suelos de regiones frías y húmedas (Dakota del Norte, EUA) utilizando una relación fija 1:5 suelo agua, con 4 variantes, encontraron R^2 similares a los encontrados en el presente trabajo al comparar CE ext y CE 1:5 en ambas variantes. Dichos autores indican que se mejora sustancialmente la R^2 para muestras de CE ext menores a 4 dS m^{-1} trabajando con curvas y regresiones polinomiales. En otras metodologías de estimación de la CE ext a partir de la CE 1:5 se requiere un análisis del extracto para conocer la concentración de cloruro y la determinación del contenido de humedad de la muestra de suelo secado al aire. Este método y todos los otros como él serán más precisos para soluciones dominadas por sales de cloruro. En la bibliografía se citan numerosos intentos para buscar modelos que transformen la CE 1:5 en CE ext, todos difieren entre si y utilizan distintos factores que dependen de la textura, humedad en saturación o secado al aire, contenido de sulfatos, cloruros, sodio y otros elementos (Adiku *et al.*, 1992). Debido a la falta de uniformidad que crean estos numerosos factores, se dificulta la extrapolación de resultados. Habría que comprobar el ajuste de cada modelo para cada situación en particular.
En la figura 3 se expone la comparación de mediciones realizadas con la metodología de obtención de extracto de saturación en la forma original y reduciendo el tiempo de reposo de la pasta a 10 minutos, que sería el tiempo promedio que se necesita para preparar la pasta.

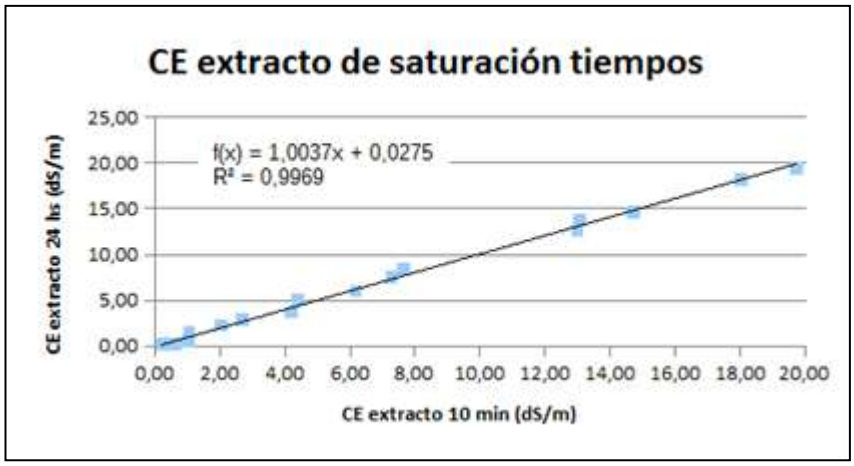


Figura 3: Comparación de la determinación de extracto de pasta saturada a los 10 min y a las 24 hs.

Se observa que se alcanza una R^2 de 0,99, con ordenada al origen cercana a 0 y pendiente que tiende a 1, por lo cual esta modificación en el tiempo de reposo permitiría reducir de forma significativa los tiempos de preparación de las muestras para la obtención el extracto de pasta saturada.

CONCLUSIONES:

De las metodologías ensayadas, la pasta saturada con reposo de 24hs sería la más apropiada para la estimación de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo utilizando modelos lineales simples sin determinación de otra propiedad.

La utilización de estimaciones de conductividad eléctrica en el extracto de pasta saturada requiere de una calibración y de la utilización del modelo pertinente para cada condición edáfica.

La reducción del tiempo de reposo de la pasta saturada para la obtención del extracto no modifica los resultados obtenidos en la determinación de CE y sería conveniente seguir estudiando esta variación en otros ambientes edáficos

BIBLIOGRAFIA:

Adiku S, M Renger & C Roth. 1992. Simple model for extrapolating the electrical conductivity data of gypsum conteining soil from reference soil extract data. Agri. Water. Mgt. 21: 235-246.

McKenzie RC, Sprout CH & NF Clark. 1983. The relationship of the yield of irrigated barley to soil salinity as measured by several methods. Can. J. Soil Sci. 63:519-528.

Nijelsohn L. 1988. Determinación del nivel de salinidad edáfica a través del quíntuple extracto de saturación. Ciencia del suelo 6:1, 8-13

Rhoades J.D. 1982. Soluble Salts. In: A.L. Page (ed.) Methods of soil analysis, Part 2 Chemical and microbiological properties, 2nd edition. Agronomy 9: 149-157.

Rhoades JD; F Chanduvi & S Lesch. 1999. Soil salinity assessment. Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. FAO Irrigation and Drainage Paper Nº 57, Roma, Italia. 164 pp.

Richard M & P Gouny. 1965. Soil salinity test. An. Agron. 16:625-635

SAMLA, 2004. Sistema de Apoyo Metodológico a los Laboratorios de Análisis de Suelos, Buenos Aires: SAGyP.

USDA. 1993. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Richards, L.A. Eds Riverside, California, USA

He Y, T DeSutter, D Hopkins, X Jia & DA Wysocki. 2013. CE of the saturated paste extract from value of EC1:5. Can. J. Soil Sci. 93: 585-594.

Zalba P; M Garay; N Amiotti & A. Ares. 2013. Improved field method for estimating soli salinity. Ciencia del suelo, AACS, 31(2): 265-269.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

MODIFICACIONES HIDROGEOLÓGICAS EN LA ZONA NORTE DE VILLA MERCEDES (SAN LUIS).

Hellmers M. M.[1], S. Costanzo[2], M. Garbero[2], E. Absch Guilaumin[2].

[1] Cátedra de Hidrología Agrícola. PROICO 14-0414. 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) - mmhellmers@unsl.edu.ar.
[2] Integrantes PROICO 14-0414, FICA, Universidad Nacional de San Luis.

RESUMEN: El agua subterránea se encuentra presente en forma significativa en tres de los distritos de riego de la Provincia de San Luis, alcanzando unos 50 hm^3 $año^{-1}$. Los límites de las tres principales cuencas subterráneas del sector están definidos por el basamento cristalino de las sierras de San Luis, El Morro, Yulto y Portezuelo guardando estrecha relación con los escurrimientos superficiales. Esta divisoria de aguas no se manifiesta en el borde sudoeste y sur de la cuenca del río Quinto, donde se continúa sin solución de continuidad hacia el sudeste; caso que no siempre responde al escurrimiento superficial impuesto por las características topográficas del terreno. Gran cantidad de pozos cavados y perforaciones indican la presencia de capas de agua a profundidades variables con niveles decrecientes de noroeste a sudeste, donde se observa un segundo nivel acuífero entre los 30 y 35 m de profundidad con un espesor de 4 a 8 m, separado del tercer nivel que se encuentra entre 38 y 40 m por una delgada capa arcillosa. Se realizó un estudio comparativo de los resultados del análisis de las muestras tomadas en la zona Norte de la ciudad de Villa Mercedes durante los últimos veinte años, observándose en los dos últimos, 2015 al 2017, un aumento en la conductividad de 2000 µs cm^{-1}, alcanzando en algunos casos 9000 µs cm^{-1}. Cabe destacar que numerosas perforaciones se encuentran en desuso, por lo que el mencionado cambio no obedece a una sobreexplotación del acuífero. Se considera posible y como motivo de ulteriores estudios la influencia de los cambios de escorrentía en la cuenca del Morro cuyos alcances subterráneos aún no están cuantificados.

PALABRAS CLAVE: Agua subterránea, conductividad, salinización.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

DINÁMICA DEL NIVEL, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y pH DEL AGUA FREÁTICA EN DOS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO LEALES-TUCUMÁN.

Sosa F. [1], García L.[4], Correa R.[2], D'Angelo M. I[3] y Rojas Quinteros H[2].

[1] Investigador. Sección Suelos y Nutrición Vegetal. EEAOC. W. Cross 3150, Las Talitas, Tucumán. fasosa@eeaoc.org.ar
[2] Técnico. Sección Suelos y Nutrición Vegetal. EEAOC.
[3] Becario de iniciación. Sección Suelos y Nutrición Vegetal. EEAOC.
[4] Pasante Estudiantil. Sección Suelos y Nutrición Vegetal. EEAOC.

RESUMEN: La llanura deprimida de Tucumán representa aproximadamente el 50 % de la superficie provincial cultivada con caña de azúcar, la región 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, salinidad (CEaf) y pH (pHaf) de la napa freática en 6 puntos ubicados en 2 fincas representativas de la subregión llanura deprimida salina de Tucumán. En cada punto se instalaron freatímetreos donde se monitoreó quincenalmente el nivel de la napa y mensualmente su salinidad y pH entre marzo de 2016 y Junio de 2017. Se determinó que la recarga y descarga de la freática en los puntos evaluados ocurrió principalmente por precipitaciones y evapotranspiración respectivamente, la amplitud entre los niveles máximo y mínimo fue mayor en los puntos con napa freática más superficial. La variación temporal fue mayor para la variable nivel, seguida por CEaf mientras que pHaf se mantuvo casi invariable a lo largo del periodo de medición. No hubo una relación definida entre las variables estudiadas, probablemente el estudio de los horizontes edáficos implicados en la zona de saturación explique mejor este comportamiento.

PALABRAS CLAVE: llanura deprimida, nivel freático, salinidad.

INTRODUCCIÓN:

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 caracterizada 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 fréatica 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 las mayores sequías en la provínciа, 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 evapotrasnpiratoria 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 cosas 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 Nosetto, 2009 Puchulu, 2011).

La salinidad del agua freática permite diferenciar dos sub-regiones: “Llanura deprimida no salina” con contenido de sales inferior a 300 mgL^{-1} (0,5 dS m^{-1}); y “Llanura deprimida salina” con contenidos en sales superiores a los 350 mgL^{-1} (0,6 dS m^{-1}) y alcanzando valores de hasta 20.000 mgL^{-1} (32 dS m-1), en la mayor parte de esta subregión éstos valores se encuentran entre 2.000 y 4.000 mgL^{-1} (3-7 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 ha sido estudiada por Taobaldelli, M *et al.* (2004) en Italia, encontrando una mayor concentración de sales en el agua freática cuando el nivel de la napa desciende en suelos arenosos próximos al mar con un clima mediterráneo donde la napa se recarga principalmente por precipitaciones y bajo vegetación de pinos.

Existen numerosos antecedentes de estudios de dinámica de napa freática en Tucumán (Zuccardi, *et al*., 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 y su relación con el nivel freático. El objetivo del presente trabajo fue estudiar el nivel, salinidad y pH de la napa freática en seis puntos en dos localidades ubicadas en el departamento Leales, llanura deprimida salina de Tucumán.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El trabajo se realizó en dos fincas (El Chilcal y San Genaro) en el departamento Leales, provincia de Tucumán. Los sitios seleccionados dentro de cada campo para las mediciones representaron situaciones contrastantes, por ejemplo, sectores dentro de un lote con caña de azúcar de alta productividad (Caña) vs sectores donde la caña se pierde, con afloramientos salinos y donde coloniza la grama (Grama). Esta situación se dio en ambos campos, mientras que en El Chilcal también se comparó Monte vs Desmonte. En todos los casos se procuró que las distancias sean lo más cortas posible a los fines que las diferencias topográficas y/o de manejo sean mínimas (Figura 1).

En cada punto se instalaron 1 o 2 freatímetros de PVC clase 4 de 50 mm de diámetro exterior a una profundidad de 4-5 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 conductividad eléctrica (CEaf) y potencial hidrógeno (pHaf) por potenciometría.

Las precipitaciones se registraron diariamente en pluviómetros ubicados en cada finca.
Con los datos obtenidos se realizó un análisis de las medidas de resumen y posteriormente se analizaron las relaciones entre variables con el programa INFOSTAT (Di Renzo *et al*., 2016).

Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio y de los freatímetros en cada sitio. Fuente: Google Earth, 2017.

RESULTADOS Y DISCUSION:
En ambas zonas de estudio las precipitaciones constituyeron la principal vía de recarga de la napa, mientras que la evapotranspiración la principal vía de descarga. Se registraron los niveles más superficiales en la época lluviosa, la elevada demanda evapotraspiratoria por el activo crecimiento de la vegetación determinó también un rápido descenso del nivel luego de una precipitación. En los meses de menor temperatura (marzo a agosto de 2016) el descenso del nivel fue más lento (figuras 2, 3 y 4). Éstos resultados concuerdan con lo propuesto por varios estudios realizados en Tucumán (Zuccardi, *et al*., 1971; Figueroa *et al*., 1986; Puchulu, 2011).
En ambas zonas de estudio la variable NF fue la de mayor variación, seguida por la CEaf, pHaf fue la variable más estable en el periodo de evaluación (cuadros 1 y 2).
En algunos puntos de estudio se encontraron relaciones significativas entre NF y CEaf, sin embargo, los coeficientes de determinación fueron bajos y los errores relativos altos. La variable pHaf no mostró ninguna relación significativa con NF ni CEaf (datos no presentados).

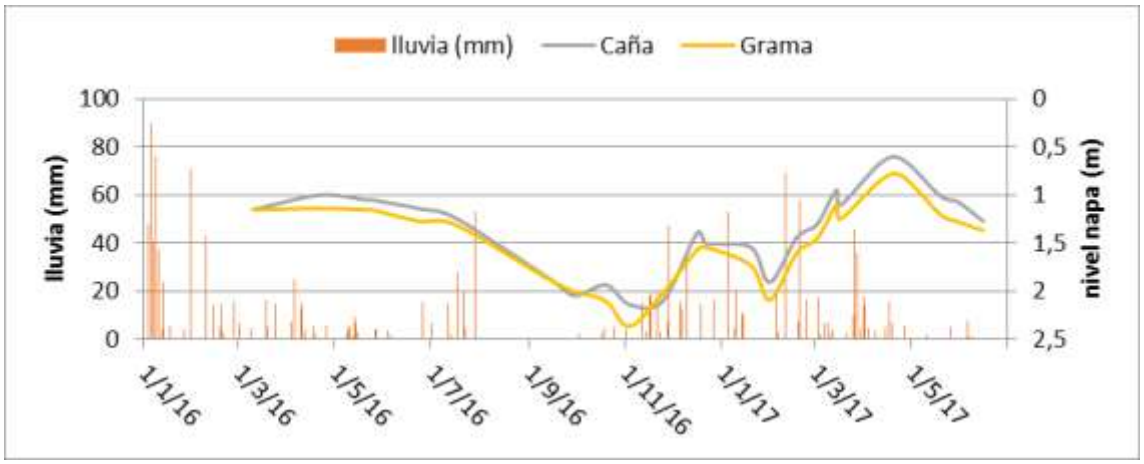


Figura 2. Evolución de las precipitaciones, y nivel de napa freática en dos puntos (Caña y Grama) en finca San Genaro, Leales, Tucumán. Periodo Enero 2016-Junio2017.

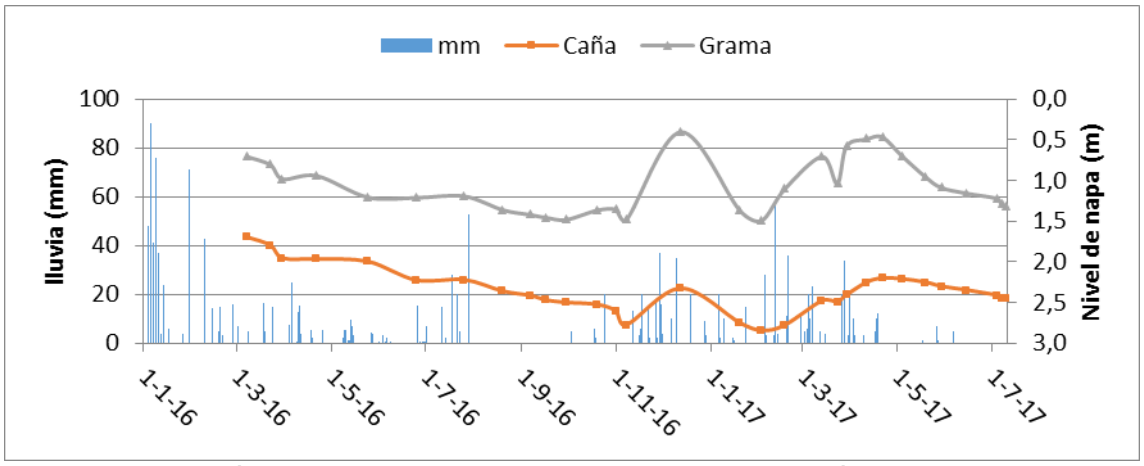


Figura 3. Evolución de las precipitaciones, y nivel de napa freática en dos puntos (Caña y Grama) en finca El Chilcal, Leales, Tucumán. Periodo Enero 2016-Junio2017.

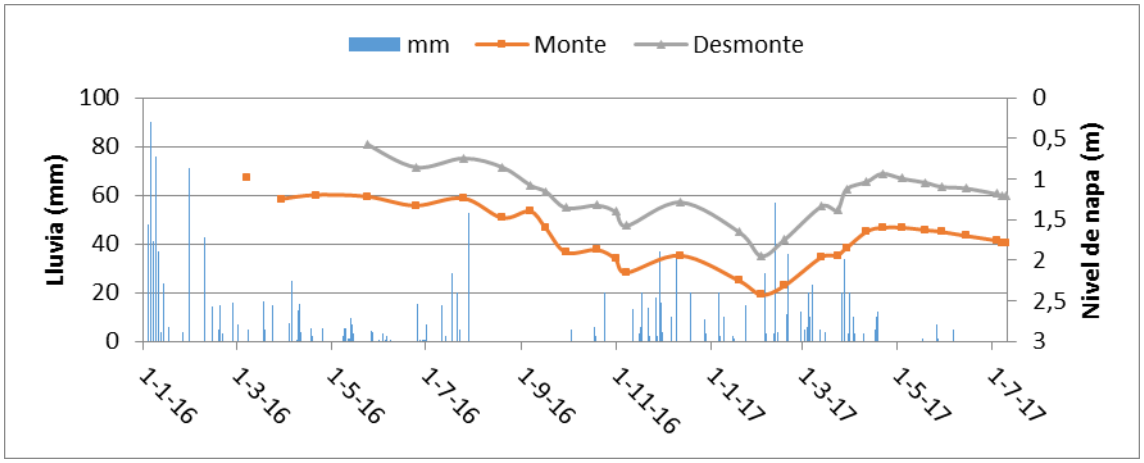


Figura 4. Evolución de las precipitaciones, y nivel de napa freática en dos puntos (Monte y Desmonte) en finca El Chilcal, Leales, Tucumán. Periodo Enero 2016-Junio2017.

San Genaro

La napa freática alcanzó su máxima profundidad entre los meses de octubre y noviembre en ambos sectores de la finca (2,37 y 2,13 m, Grama y Caña respectivamente). La profundidad

mínima se alcanzó en el mes de abril (0,63 y 0,8 m Grama y Caña respectivamente) (Figura 2). En promedio la oscilación entre NF máximo y mínimo fue de 1,53 m (Tabla 1).
La CEaf en Caña fue más elevada en promedio, pero con una menor oscilación que Grama. En Grama pHaf fue en promedio 0,5 unidades mayor que en caña. En ambos lotes la oscilación del pH fluctuó entre 0,54 y 0,64 en Grama y Caña respectivamente.

Tabla 1. Medidas de resumen para las variables NF, CEaf y pHaf. Lotes Caña y Grama finca San Genaro. Enero 2016-Junio 2017.

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Dif
SAN GENARO CAÑA							
Nivel (m)	24	1,35	0,44	32,43	0,63	2,13	1,5
CE (dS m^{-1})	13	11,13	0,41	3,72	10,38	11,71	1,33
pH	13	7,76	0,2	2,6	7,41	8,05	0,64
SAN GENARO GRAMA							
Nivel (m)	24	1,47	0,42	28,57	0,8	2,37	1,57
CE (dS m^{-1})	14	4,63	0,48	10,34	3,54	5,43	1,89
pH	14	8,25	0,18	2,17	7,89	8,43	0,54

El Chilcal

El comportamiento de NF a lo largo del período estudiado fue similar a San Genaro, sin embargo, la ocurrencia de precipitaciones en el mes de Octubre (33 mm) y las bajas precipitaciones (50 mm) junto a una elevada demanda evaporativa de la atmósfera en el mes de Enero generaron dos picos mínimos de nivel en la primera semana de noviembre y el la primera de enero. Los niveles más superficiales se encontraron para los meses de marzo y abril de 2016 y 2017 respectivamente. Se determinó un pico elevado en el mes de Diciembre de 2016 como consecuencia de las precipitaciones ocurridas (180 mm) entre el 9 de Noviembre y 9 de diciembre. Esta situación se maximizó en Grama donde no hay caña de azúcar (menor evapotranspiración) y recibió riego (mayor aporte a la recarga) (Figuras 3 y 4).
La CEaf varió en segundo lugar y el pHaf fue la variable más estable en el periodo estudiado (Tabla 2).

Tabla 2. medidas de resumen para las variables NF, CEaf y pHaf. Lotes Caña, Grama, Monte y Desmonte finca El Chilcal. Enero 2016-Junio 2017.

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Dif
CHILCAL CAÑA							
Nivel (m)	30	2,36	0,28	11,81	1,7	2,85	1,15
CE (dS m^{-1})	15	1,33	0,12	8,76	1,19	1,62	0,43
pH	15	7,79	0,37	4,78	7,02	8,4	1,38
CHILCAL GRAMA							
Nivel	30	1,07	0,33	31,12	0,4	1,49	1,09
CE (dS m^{-1})	15	3,66	0,52	14,18	3,11	4,57	1,46
pH	15	8,16	0,39	4,8	7,29	8,68	1,39
CHILCAL MONTE							
Nivel	29	1,7	0,35	20,72	0,98	2,42	1,44
CE (dS m^{-1})	12	8,89	0,75	8,44	7,84	10,5	2,66
pH	12	8,09	0,28	3,48	7,62	8,49	0,87
CHILCAL DESMONTE							
Nivel	26	1,2	0,31	25,81	0,57	1,94	1,37
CE (dS m^{-1})	12	12,19	0,56	4,61	11,57	12,97	1,4
pH	12	8,29	0,23	2,75	8,01	8,79	0,78

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

Figueroa, L. R.; Medina, L.F. & Pietroboni, A.M. 1996. 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

Puchulu, María Elena 2007 "Variación estacional del nível 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). Octubre de 2007.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. "Dr. Pedro José Aymonino". Realizado en la ciudad de San Miguel de Tucumán (Argentina), entre el 17 y 19 de septiembre de 2008. Formato Digital.

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, entre el 24 y 26 de Agosto de 2011.

Teobaldelli, M; Mencuccini, M & Piussi, P 2004. Water table salinity, rainfall and water use by umbrella pine trees (Pinus pinea L.). Plant ecology. Volume 171, Issue 1–2, pp 23–33.

Zuccardi, R. *et al*., Fluctuaciones de la capa freática en el Departamento Famaillá. Informes a CAFPTA. Años 1971, 1972 y1973. Inédito.

Zuccardi, R. B. & Fadda, G. S. 1985. Bosquejo agroecológico de la provincia de Tucumán. Publ. Misc FAZ-UNT (86).

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EFECTO DEL MICRO RELIEVE EN LA SALINIDAD DE LOS SUELOS EN UNA PASTURA PERENNE DE LA CUENCA BAJA EL MORRO

Colazo J.C.[1,2], J. de Dios Herrero[1,3], S. Lorenzo[1,4], C.A. Saenz[1].

[1]EEA San Luis. Villa Mercedes (SL) – colazo.juan@inta.gob.ar.
[2]Departamento de Ciencias Agropecuarias, FICA, Universidad Nacional de San Luis.
[3]Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Villa Mercedes.
[4]CONICET

RESUMEN: La aparición de nuevos cursos de agua en la cuenca El Morro presenta serias amenazas a los productores de la cuenca. Uno de los impactos negativos más importantes es el incremento de los suelos hidro-halomórficos en la parte baja de la cuenca. Estos suelos, desarrollados sobre arenas eólicas presentan grandes variaciones en el micro-relieve por origen antrópico. Es por ello que el objetivo del siguiente trabajo fue analizar las relaciones entre la topografía, los niveles de salinidad y la composición de una pastura perenne. Para ello seleccionamos dos ambientes contrastantes en función del relieve que se encontrarán a menos de 100 m de distancia: Loma (L) y Bajo (B). En ellos tomamos muestras de suelo por triplicado (pseudo-réplicas) cada 20 cm hasta la capa freática. En ellas determinamos conductividad eléctrica (CE_E), pH y humedad gravimétrica por métodos estándares. La composición de la pastura fue estimada mediante análisis digital. En el bajo la capa freática se encontró a 0,6 m mientras que en la loma esta profundidad fue de 2 m. La CE_E media de los primeros 0,6 m fue de 25 dS m^{-1} en B y de 0,53 dS m^{-1} en L. La CE_E aumentó a medida que nos acercábamos a la capa freática. En la loma la composición de la pastura fue: 60% de agropiro, 30% de alfalfa y 10% de malezas, mientras que en el bajo fue un 40% de agropiro, 20% de pelo de chancho y 40% de suelo desnudo. Aún en distancias menores a 100 m los ambientes para la producción de pasturas son muy heterogéneos producto de la salinidad asociada a la profundidad de la napa. Estos resultados sugieren un manejo diferente de las pasturas perennes en función del micro relieve.

PALABRAS CLAVE: Agropiro, conductividad eléctrica, ambiente.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CAMBIOS DE LA FREATICA DE UN HUMEDAL DE SAN LUIS EN UN AÑO.

Casale P.J.[1], O.A. Barbosa[1], J. Martínez Diez[2], J.L. Mores[1], D.A. Riscosa[1], R.A. Cerda[1], D.N. Belgrano Rawson[1].

[1] Integrantes PROICO 14-0112, FICA, Dpto Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ingeniería y Cs Agropecuarias, UNSL, Avenida 25 de mayo 384, 5730 Villa Mercedes (SL).
[2] Becario Eramus.

RESUMEN: El objetivo fue estudiar la dinámica del flujo de agua del "Bajo La Salada" localizado a los 33º 37´ de latitud Sur y 65º 25´ longitud Oeste, como herramienta para el monitoreo de la problemática asociada al aumento del nivel freático y salinización de suelos. Se realizó un levantamiento topográfico y se determinó en cada tipo fisonómico la profundidad freática mensualmente durante un año. Se realizaron mapas de isohipsas (terreno) e isóbatas (freática y capa impermeable). El relieve se caracterizó por presentar una depresión con una altitud entre 500 a 505 msnm sobre una superficie de 87 ha. En cuanto a la topografía de la capa impermeable que soporta el nivel freático, se apreció una antigua superficie erosionada formada en épocas más áridas que luego se cubrió por sedimentos eólicos modernos suavizando el paisaje, dejando esta geoforma enterrada. Los tipos fisonómicos presentaron una freática promedio de 0,46 m en el matorral halófilo; 0,17 m en los parches de arbustal halófilo rastrero; 0,12 y 0,08 m para las praderas halófilas abiertas y densas, y 0,03 m para la playa salina. Existieron diferencias significativas para los tipos fisonómicos en todos los meses. La dirección de los flujos superficiales y subsuperficiales es hacia el canal con un claro rumbo este-sureste. Se concluye que: a) la altimetría del terreno y capa impermeable muestran una antigua superficie erosionada colmatada con sedimentos modernos; b) el canal principal es abastecido por cinco flujos superficiales; c) la freática presentan diferencias en los tipos fisonómicos; d) el agua subsuperficial se desplaza en dirección este sureste; e) la recarga no responde a los aportes locales de precipitaciones sino a las regionales que ocurren en toda la cuenca y f) el monte y matorral halófilo presentaron percolación del perfil de suelo, mientras los otros tipos fisonómicos presentaron escurrimiento superficial por sellado.

PALABRAS CLAVE: Nivel freático, Humedal, SIG.

INTRODUCCION:

En las dos últimas décadas se ha observado un aumento de los promedios anuales de precipitación en el sector central de la Argentina. Si bien no hay una tendencia fija, en estas décadas existió un corrimiento de las isolíneas de precipitación hacia el oeste. La consecuencia de estas mayores precipitaciones fue el avance de la agriculturización hacia las regiones semiáridas sobre suelos de alta erodabilidad (Barbosa, 2005; Karlin, 2012). La Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba asegura que entre 1941 y 2010 la variable climática que más cambió en la región central de Argentina no fue la temperatura, sino la cantidad de lluvia anual (UNCIENCIA, 2014). Esto también fue confirmado para San Luis por Magrín (2013).

Producto del cambio del uso de la tierra, mayores precipitaciones y otros factores concurrentes que incluyen condiciones predisponentes, han aparecido nuevos cursos de agua en la cuenca El Morro que drenan hacia el sudeste en dirección al Rio Quinto (Jobaggy *et al*. 2015).

Los nuevos cursos de agua, y en general los excesos hídricos, de la cuenca de El Morro están generando una gran diversidad de impactos de variada magnitud. Los mismos se pueden categorizar en: a) impactos puntuales, los cuales se presentan como un problema local y acotado espacialmente (e.g. destrucción de un puente) y b) impactos difusos, los cuales involucran una mayor superficie afectada (e.g. ascenso de freática y anegamientos) (Jobaggy *et al*. 2015).
Dentro de estos impactos negativos del proceso en la parte baja de la cuenca se destacan el anegamiento y ascenso generalizado de la freática (generalmente salobres), lo que genera una gran diversidad de daños a los productores y pobladores vecinos del barrio norte de la ciudad de Villa Mercedes.
El nivel a la freática es un factor importante en la determinación de patrones de salinización y determina la aparición de ambientes particulares donde se van a instalar organismos especialmente adaptados o que se ven favorecidos competitivamente (Álvarez-Rogel, 1999). Estudios actuales sobre sistemas de flujo de aguas subterráneas han adoptado la dinámica hidráulica basado en la gravedad del flujo de las aguas subterráneas (Bredehoeft *et al.*, 1982). Por otro lado, el movimiento de las sales dentro del perfil del suelo y su acumulación en la superficie está asociado con la concentración salina del nivel freático (de Oliveira, 1997) y es causada por difusión, convección o ambos procesos simultánea o sucesivamente (Lavado *et al.*, 1992).
Debido a los escasos antecedentes nuestro objetivo fue estudiar la hidrología del “Bajo La Salada”.

MATERIALES Y MÉTODOS:
El área de estudio se localiza por autopista 55, 7 km al norte de la ciudad de Villa Mercedes en la depresión que se denomina “Bajo la salada”. El área de estudio se encuentra incluida en la cuenca hidrográfica “El Morro”, integradora de un sistema hidrológico mayor con el Río Quinto, principal recurso hídrico de la región.
Pacheco *et al.* (2010) determinaron los tipos fisonómicos y Barbosa *et al.* (2014) los suelos del área que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos fisonómicos, especies dominantes y clasificación taxonómica de suelos.

Subpaisaje	**Símbolo**	**Tipo fisonómico**	**Especie dominante**	**Suelo**
Sector llano	**A**	Monte halófilo (Mth)	*Prosopis caldenia* y *Geoffroea decorticans*	Haplustol típico
Sector alto	**B**	Matorral halófilo (Mh)	*Atriplex spp* (zampa)	Ustortente típico
Sector bajo con salinidad en superficie	**C**	Parches de arbustal halófilo rastrero (Pahr)	*Sarcocornia neei* (jume)	Epiacuente típico
	D	Pradera halófila abierta (Pha)	*Distichlis spicata* (pasto salado)	Epiacuente típico
	E	Pradera halófila densa (Phd)		Epiacuente típico
Cauce y lagunas temporarias	**F**	Playa salina (Ps)	Suelo desnudo	Epiacuente típico

Se realizó un levantamiento topográfico y se determinó en cada tipo fisonómico la profundidad al nivel freático (con barreno) en forma mensual. Fueron colocados 47 freatímetros (8 en Ps y Pahr, 9 en Phd, 10 en Pha y 12 en Mh).
Los mapas de isohipsas (terreno), isóbatas (freática y capa impermeable) se realizaron con el software ArcGis 10.1. Se compararon los niveles de la freática con los diferentes tipos fisonómicos de vegetación presentes en la zona realizándose ANOVA y test de LSD para comparación de medias que son significativamente diferentes con el software Statgraphics Centurion XVI.II.

RESULTADOS Y DISCUSION:

Topografía:

El sector de estudio se caracteriza por presentar forma de depresión con un rango altitudinal que varía desde 500,60 a 504,75 msnm sobre una superficie de 87,2 ha (figura 1).

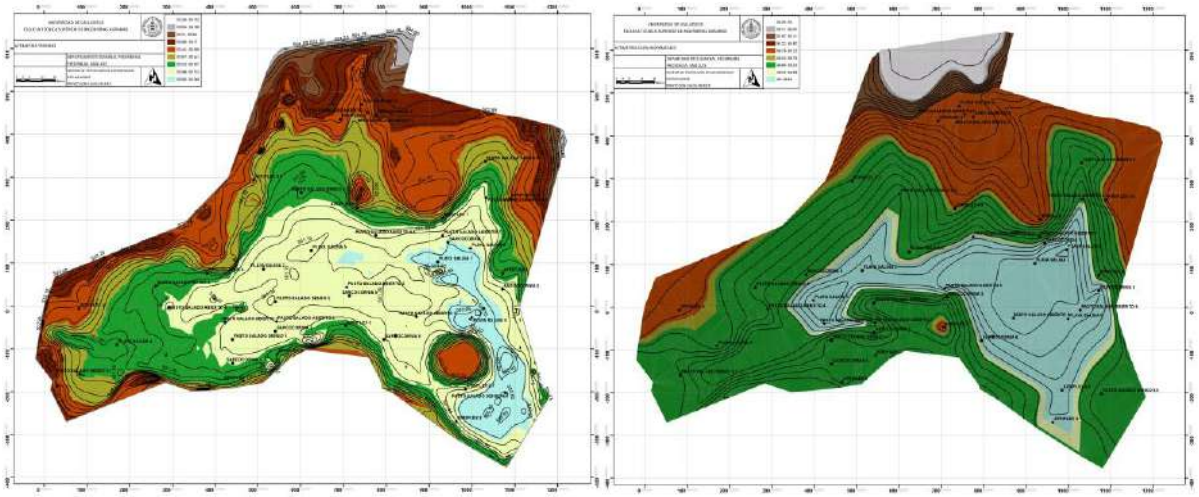


Figura 1. Mapa topográfico y altimetría de la capa impermeable con la ubicación de freatímetros.

En cuanto a la topografía de la capa impermeable que soporta el nivel freático se puede apreciar como en algunos sectores reproduce la superficie del terreno (figura 1). De acuerdo a la forma y localización se advierte una antigua superficie erosionada (posiblemente una cubeta de deflación), formada en épocas más áridas que las actuales, donde este antiguo paisaje quedo expuesto por erosión. Según Ramonell (1991) el paisaje de llanura ya estaba configurado hace unos 2 millones de años, y las perturbaciones tectónicas que ocurrieron luego no tuvieron mayor significancia en la elaboración del mismo. Durante todo ese tiempo y el Cuaternario la región se cubrió por nuevos sedimentos eólicos que suavizaron el antiguo paisaje dejando esta geoforma enterrada.

Hidrología

En cuanto a la red de drenaje del sector (figura 2) se destaca la red principal (líneas azules gruesas) y otros cursos naturales de agua que actúan como afluentes (líneas azules finas). La red principal sigue en muchos casos la dirección del canal “Bajo La Salada” excavado para drenaje del área. En algunos sectores este canal ha sido colmatado por sedimentos de los actuales procesos que están teniendo lugar actualmente en la Cuenca “El Morro”, fenómeno que ha hecho cambiar su rumbo.

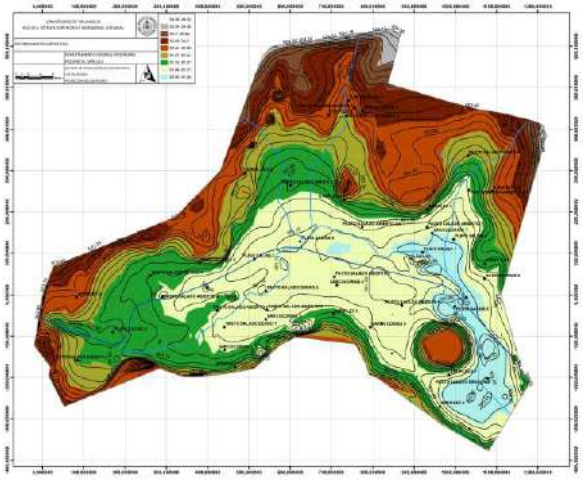


Figura 2. Red de drenaje superficial del sector de estudio.

Cuando tienen lugar las precipitaciones se puede apreciar que suceden dos fenómenos dentro del humedal. El primero es la infiltración en el matorral halófilo mientras los tipos fisonómicos: Pahr, Pha, Phd y Ps se sellan por la alta concentración de sodio en los primeros centímetros de suelo, que provoca escurrimiento de tipo laminar hacia los sectores más bajos. El sodio asciende por ascenso de la freática (en la época más lluviosa) y por ascenso capilar (en la época más seca). Así comienzan a distinguirse claramente la presencia de dos niveles freáticos diferentes durante la época más húmeda, producto de la impermeabilización del primer horizonte y el sellado de grietas (proceso que se modeliza en la figura 3).

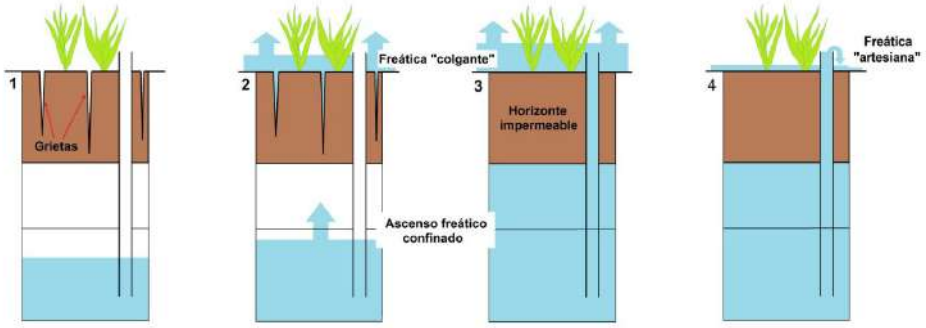


Figura 3. Suelos con horizonte superficial impermeable. 1 Época seca: grietas en superficie (Ps). 2 Época húmeda: las grietas se humedecen y se cierran, comenzando una freática superficial ("colgante") con aumento de la freática subsuperficial (confinada). 3 Época muy húmeda: grietas cerradas con freática superficial que sobrepasa la altura del freatímetro. 4 Época húmeda: en ocasiones, la freática confinada tiene la presión suficiente como para ascender por el freatímetro y derramarse por encima de él a modo de un pozo artesiano ("freática artesiana") (modificado de Barbosa *et al.*, 2014).

Durante la época más seca, debido a las altas tasas de evaporación propias de suelos salinos (Payne, 1988), se produce un movimiento del agua desde los horizontes profundos hacia los superficiales. Este gradiente químico, entendido como un gradiente de presiones (presión osmótica) explica la presencia de niveles freáticos más altos cuando tienen lugar los procesos de pérdida de agua por evaporación (Freeze & Cherry, 1979). Por este hecho los suelos se presentan muy húmedos superficialmente, incluso debajo de las costras salinas.

Nivel freático

La altura freatimétrica para los meses de mayo 15 a abril 16 se observa en la figura 4, conjuntamente con las precipitaciones ocurridas en dicho lapso (1069,9 mm anuales).

Los resultados muestran una profundidad promedio anual para los tipos fisonómicos de 46,2 cm para el Mh; 17,6 cm para los Pahr; 12,1 y 0,8 cm para las Pha y Phd respectivamente y 0,3 cm para la Ps.

El análisis de regresión muestra que no existe relación entre las precipitaciones y la freática, entonces la recarga no responde a los aportes locales de precipitaciones sino a los regionales de toda la cuenca, lo mismo fue encontrado por Barbosa *et al.* (2017).

Los ANOVAS realizados demuestran que existen diferencias significativas para los tipos fisonómicos en todos estos meses. La comparación de medias a través del test LSD indica la presencia de dos o tres grupos de diferente significancia. De los análisis podemos observar que claramente el Mh siempre se presenta como un grupo aislado en un extremo, mientras en el otro se presenta la Ps acompañado en muchos de los casos por la Phd. Los Pahr y Pha, generalmente conforman el tercer grupo.

Los mapas de la freática obtenidos con el SIG muestran cómo se desagua el nivel freático ya que los valores de altura más bajos se encuentran en dirección este-sureste.

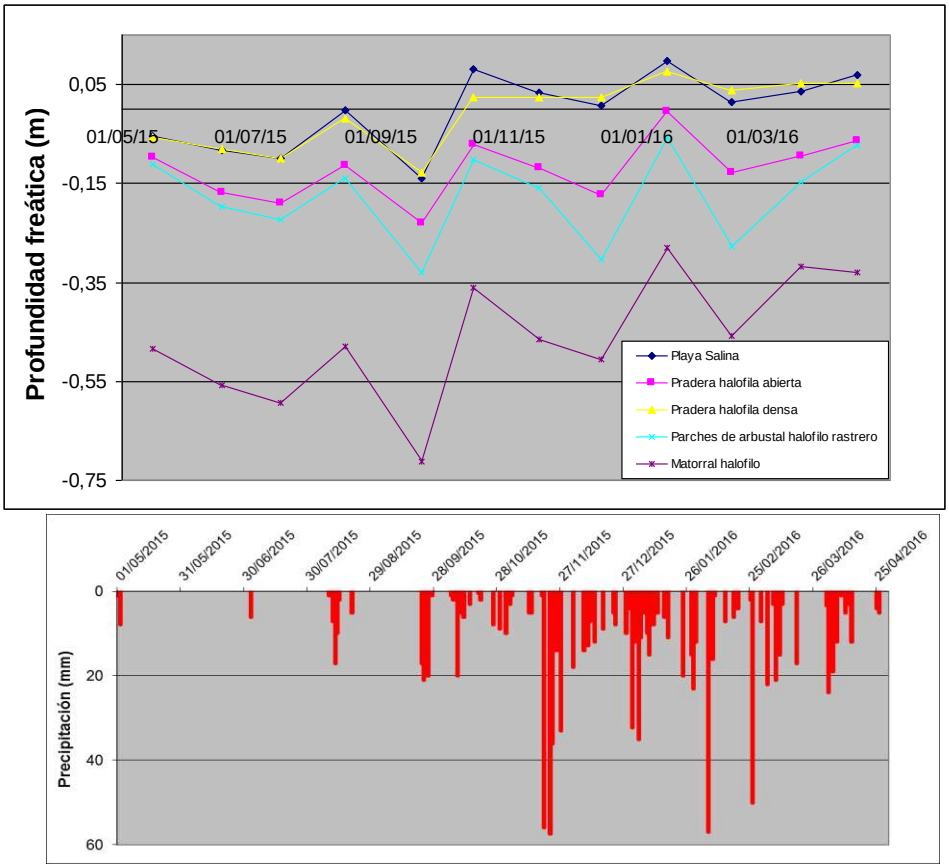


Figura 4. Altimetría de la freática y precipitaciones para los meses de mayo 15 a abril 16.

Movimiento del agua superficial y subsuperficial

En el Mth las precipitaciones percolan en profundidad hacia el nivel freático, y si bien existe ascenso capilar, este no es importante debido a la profundidad a la que se encuentra la freática, por lo que no afecta la rizósfera y el normal desarrollo de las especies que se encuentran en este tipo fisonómico. Las pérdidas más importantes de agua ocurren por evapotranspiración de la gran biomasa del Mth. Esto es coincidente con la clasificación de suelo (Haplustol típico) encontrado por Barbosa *et al.* (2014). Sucede lo mismo en el Mh, pero el ascenso capilar es importante porque provee de sales a menor profundidad del suelo, por lo que la vegetación tiene que estar adaptada a ellas. Asimismo las pérdidas por evapotranspiración son menores por la menor biomasa de este tipo fisonómico. El suelo de este tipo fisonómico corresponde a un Ustortente típico (Barbosa *et al.*, 2014).

Los tipos fisonómicos Pahr, Ph y Ps; cuando se producen las precipitaciones sufren el sellado de los primeros centímetros de suelo por la alta concentración de sodio, lo que provoca un escurrimiento superficial de tipo laminar hacia los sectores más bajos. Este fenómeno es importante ya que el agua no percola, sino que escurre, inundando periódicamente los sectores más bajos de las Ps y algunas veces formando lagunas temporarias (por el tiempo en que permanece encharcado).

Por otro lado, los ascensos capilares de estos tipos fisonómicos mantienen los suelos saturados de sales por mucho tiempo, por lo que las plantas deben afrontar este tipo de estrés todo el tiempo. Las pérdidas por evaporación son importantes, especialmente en los Pahr, Pha y en las Ps; mientras la evapotranspiración no llega a valores importantes en estos tipos fisonómicos. Sucede lo contrario a la Phd densa donde se invierte esta situación.

Todo estos procesos se correlacionan perfectamente con la aparición de rasgos redoximórficos en los horizontes superficiales (gley, revestimientos de poros y masas de hierro, manchas de dispersión y fuerte olor desagradable producto de procesos de sulfato reducción), como así también con la clasificación taxonómica (Epiacuente típico) determinados por Barbosa *et al*. (2014).

En la figura 5 se modeliza el movimiento del agua superficial y subsuperficial para cada tipo fisonómico con el tipo de suelo obtenido por Barbosa *et al*. (2016).

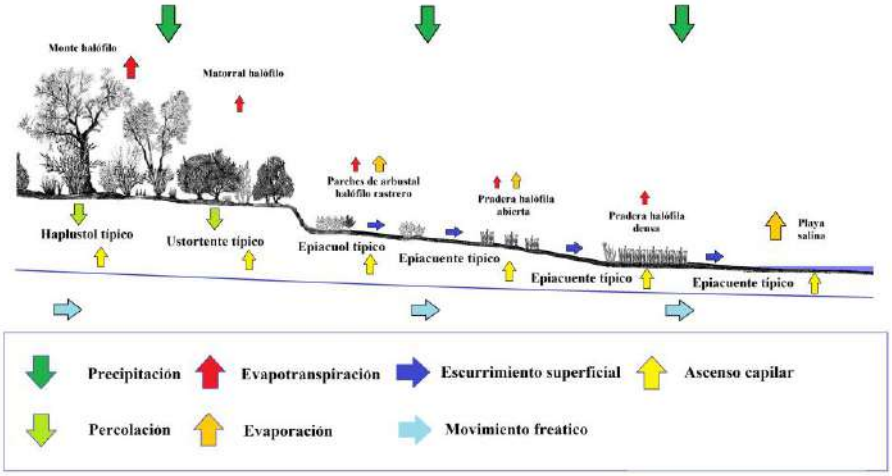


Figura 5. Modelización del movimiento del agua superficial y subsuperficial para cada tipo fisonómico con su correspondiente clasificación de suelo obtenida por Barbosa *et al.* (2016).

CONCLUSIONES:

Se concluye que: a) los mapas de altimetría del terreno y de la capa impermeable demuestran la presencia de una antigua superficie erosionada colmatada con sedimentos más modernos, que conforman actualmente el relieve del "Bajo La Salada"; b) el canal principal es abastecido por cinco flujos superficiales principales, provenientes del desborde de un canal de riego, afloramientos freáticos y escurrimiento de las precipitaciones y drena el área de estudio en dirección este sureste; c) que las alturas de las freáticas presentan diferencias significativas para los tipos fisonómicos (a medida que el humedal se drena, estas diferencias comprenden más tipos fisonómicos); d) la freática se desplaza en dirección este sureste; e) la recarga no responde a los aportes locales de precipitaciones sino a las regionales que ocurren en la cuenca y f) el Mth y Mh presentan percolación, mientras en los otros tipos fisonómicos se produce el sellado del suelo por los altos valores de sodio lo que provoca escurrimiento superficial de tipo laminar hacia sectores más bajos.

BIBLIOGRAFIA:

Álvarez-Rogel J. 1999. Relaciones suelo-vegetación en saladares del SE de España. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones Universidad de Murcia. Publicación en CD. España.

Barbosa O.A. 2005. Descripción del ecosistema: el caldenal. En: Caracterización ecológica y utilización sustentable del caldenal de San Luis (Argentina). Barbosa O.A. y M.J.L. Privitello (Editores). 150 p.

Barbosa O.A., J Álvarez-Rogel, M.C. Pacheco Insausti, J.L. Mores, R.A. Cerda, D.N. Belgrano Rawson, P.J. Casale, V.V. Scally & D.A. 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. Martínez Diez; J.L. Mores; P.J. Casale; D.A. Riscosa; R.A. Cerda RA, V.V. Scally; S. Lorenzo & N. Belgrano Rawson. 2016. Dinámica del agua superficial y subsuperficial de un humedal de San Luis. Convención Trópico 2016. 30 de mayo al 3 de junio de 2016. La Habana, Cuba.

Barbosa O.A., F.A. Garcia, J.L. Mores, D.A. Riscosa & R.A. Cerda. 2017. Variabilidad temporal del nivel freático de un humedal salino por efecto de la Oscilación del Sur. XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA 2017), 30 de julho a 03 de agosto de 2017, Maceió, Al, Brasil.

Bredehoeft J.D., W. Back & B.B Hanshaw. 1982. Regional grondwater flow concepts in the United States: historical perspective. Geol. Sot. Am. Spec. Pap., 189:297-316.

de Oliveira M. 1997. Gênese, classificaçâo e extensâo de solos afetados por sais. En: Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Ed. H.R. Gheyi, J.E. Queiroz e J.F. de Medeiros. Publicación del XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campina Grande, Brasil. 383 p.
Freeze R.A. & J.A. Cherry. 1979. Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J.
Jobbágy E.G., M.D. Nosetto, H.O. Bernasconi, J.C. Colazo, M.J. Galván, C.A. Saenz, E.R. Colazo, C.E. Larrusse, A.A. Marchi, O.A. Barbosa, A. Giacardi, M.M. Hellmers & D. Martínez Álvarez. 2015. Nuevos cursos de agua en la cuenca de El Morro. Descripción del fenómeno y pautas para su gestión. Informe presentado al Consejo Provincial de Ciencia, Técnica, Desarrollo e Innovación de San Luis. 21 pp.
Karlin M.S. 2012. Cambios temporales del clima en la subregión del Chaco Árido. Multequina 21(1):1-16.
Lavado R.S., G. Rubio & M. Alconada. 1992. Grazing management and soil salinization in two pampean Natraqualfs. Turrialba, 42:500-508.
Pacheco Insausti M.C., O.A. Barbosa, J.L. Mores & J. Álvarez-Rogel. 2010. Physiognomy of the central sector of the “Bajo la Salada" (San Luis, Argentina). Biocell 35 (1):A24.
Magrin, G. 2013. Las estadísticas confirman que San Luis se torna más húmedo. Revista El campo, El Diario de la República, San Luis 04/11/13.
Payne D. 1988. The behaviour of water in soil. En: Russell's Soil Conditions and Plant Growth, editado por Aland Wild. Eleven edition. Longman Scientific & Technical. U.K.
Ramonell C.G. 1991. Evolución del paisaje y cambios climáticos en las llanuras de la provincia de San Luis durante los últimos 50.000 años. IV Encuentro Nacional de Profesores de Geografía. 8 al 11 de mayo, San Luis. Contribuciones científicas 17-20 pp.
UNCIENCIA. 2014. El incremento de las lluvias, el cambio climático más importante en el centro de Argentina. UNC. http://www.unciencia.unc.edu.ar/2014/septiembre/climatologia-1941-2010/el-incremento-de-las-lluvias-el-cambio-climatico-mas-importante-en-el-centro-de-argentina.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CAMBIOS DE LA SALINIDAD FREATICA DE UN HUMEDAL DE SAN LUIS EN UN AÑO.

Cismondi J.I.[1], O.A. Barbosa[1], J. Martínez Diez[2], J.L. Mores[1], D.A. Riscosa[1], R.A. Cerda[1], D.N. Belgrano Rawson[1].

[1] Integrantes PROICO 14-0112, FICA, Dpto Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ingeniería y Cs Agropecuarias, UNSL, Avenida 25 de mayo 384, 5730 Villa Mercedes (SL).
[2] Becario Eramus.

RESUMEN: Se estudió la salinidad de las aguas superficiales y subsuperficiales del "Bajo La Salada". Las aguas fueron muestreadas cada dos meses y los resultados muestran diferencias significativas para pH, conductividad eléctrica (CE), residuo seco (RS) y RAS ($p<0,05$) para fechas de muestreo y tipos fisonómicos al igual que Cl^-, CO_3H^- y $SO_4^=$, excepto para $CO_3^=$ que solamente las exhibe para la época de muestreo. El Na^+, K^+ y Mg^{2+} muestran diferencias significativas ($p<0,05$) para las fechas y tipos fisonómicos, excepto para Ca^{2+}, que lo es solamente para la toma de muestras. Todos los parámetros disminuyeron a medida que trascurre el tiempo y los porcentaje de disminución alcanzan el 50% para la CE y RS, y al 60% para aniones y cationes. Este comportamiento indicaría el inicio de un proceso de desalinización resultado de las mayores precipitaciones por ser un año con eventos ENOS (El Niño, Oscilación Sur). La clasificación de aguas indica sulfato sódicas encontrándose algunas relaciones entre iones, siendo la más importante entre el Na^+ con $SO_4^=$ ($r^2=0,94$). Se realizaron comparaciones de los parámetros en aguas freáticas y aguas superficiales observando, en forma general que algunos no presentan diferencias, mientras en otros las aguas superficiales fueron más salinas posiblemente porque el escurrimiento superficial arrastro más sales y por lo tanto más iones en estos tipos fisonómicos. Se concluye que: a) la salinidad disminuye a través del tiempo; b) las aguas freáticas poseen características sulfato sódicas; c) se encontró una relación positiva entre Na^+ y $SO_4^=$; d) las aguas superficiales fueron encontradas en tres tipos fisonómicos en forma de lagunas temporarias; e) las aguas freáticas y superficiales muestran diferencias, siendo estas últimas más salinas; f) que el incremento de las precipitaciones por efecto de "El Niño" posibilito el transporte hacia los sectores más bajos y drenaje fuera del humedal.

PALABRAS CLAVE: Salinidad, Nivel freático, Humedal.

INTRODUCCION:

Los humedales son paisajes comunes del centro de la provincia de San Luis. En estos, los suelos hídricos son un importante componente físico (Cowardin *et al*., 1979), que se definen como aquellos suelos que, la condición de drenaje es mala, están saturados, inundados o encharcados durante la estación de crecimiento, desarrollando condiciones anaeróbicas que favorecen el crecimiento y regeneración de vegetación hidrófila (Soil Survey Staff, 1999).
Por lo tanto, el suelo y el nivel freático juega un papel fundamental en estos ecosistemas, pues en él se originan complejos gradientes ambientales que condicionan la distribución de la vegetación (Barbosa *et al*., 2012). Dichos gradientes tienen un componente espacial, al existir zonas con mayor acumulación de sales o inundaciones más prolongadas, pero también componentes temporales, al secarse el suelo y concentrarse las sales en los periodos secos, o diluirse estas en los meses lluviosos (Álvarez-Rogel *et al*., 2000; 2007; González Alcaraz *et al*., 2014).

La aparición de nuevos cursos de agua en la Cuenca “El Morro” (San Luis, Argentina) está generando una serie de impactos negativos en la región y presenta serias amenazas a futuro (Jobaggy *et al*. 2015), lo que plantea la urgente necesidad de un mejor conocimiento de estos procesos a fin de minimizar los daños.
Por otro lado, la dinámica de las aguas superficiales y subterráneas es un determinante esencial de la distribución de la vegetación, del mismo suelo y por ende del paisaje (Barbosa *et al*., 2016a). El nivel freático es un factor importante en la determinación de los patrones de salinización y determina la aparición de condiciones particulares, originando un ambiente en el que se van a instalar organismos especialmente adaptados o que se ven favorecidos competitivamente (Álvarez-Rogel, 1999).
Estudios actuales sobre sistemas de flujo de aguas subterráneas han adoptado la dinámica hidráulica basado en la gravedad del flujo de las aguas subterráneas (Bredehoeft *et al.*, 1982). Asimismo, el movimiento de las sales dentro del perfil del suelo y su acumulación en la superficie está asociado con la concentración salina del nivel freático (de OLIVEIRA, 1997) y es causada por difusión, convección o ambos procesos simultánea o sucesivamente (Lavado *et al.*, 1992).
De acuerdo a estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo es estudiar la variabilidad de la salinidad del agua freática durante un año.

MATERIALES Y MÉTODOS:
El área donde se desarrolló este trabajo se ubicó en el norte de la ciudad de Villa Mercedes (provincia de San Luis), a 6 km de esta. Dicho sector se localiza a los 33º 37´ de latitud sur y 65º 25´ longitud oeste, con una elevación sobre nivel del mar de 505 m aproximadamente, comprendiendo unas 87,2 ha.
Pacheco *et al.* (2010) determinaron los tipos fisonómicos y Barbosa *et al.* (2014) los suelos del área que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos fisonómicos, especies dominantes y clasificación taxonómica de suelos.

Subpaisaje	Símbolo	Tipo fisonómico	Especie dominante	Suelo
Sector llano	**A**	Monte halófilo (Mth)	*Prosopis caldenia* y *Geoffroea decorticans*	Haplustol típico
Sector alto	**B**	Matorral halófilo (Mh)	*Atriplex spp* (zampa)	Ustortente típico
Sector bajo con salinidade en superfície	**C**	Parches de arbustal halófilo rastrero (Pahr)	*Sarcocornia neei* (jume)	Epiacuente típico
	D	Pradera halófila abierta (Pha)	*Distichlis spicata* (pasto salado)	Epiacuente típico
	E	Pradera halófila densa (Phd)		Epiacuente típico
Cauce y lagunas temporarias	**F**	Playa salina (Ps)	Suelo desnudo	Epiacuente típico

A los fines de evaluar la evolución de la salinidad del nivel freático se colocaron 47 freatímetros (8 a 12 por cada tipo fisonómico). Se realizó la extracción de muestras de agua superficial y subsuperficial en forma bimestral a partir de mayo del 2015, en cada tipo fisonómico.
Se realizó la determinación de contenido de sales totales, CE, pH e iones (cationes y aniones) de las aguas. Las metodologías que se utilizaron para su determinación fueron diferentes técnicas analíticas según Sistema de Apoyo Metodológico para Laboratorios de Suelos y Aguas (SAMLA 1995) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC 1990).
El análisis estadístico de datos se realizó con el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI, versión 16.2.04. Los diagramas de Piper y Schöeller Berkaloff fueron obtenidos con la versión 6.49 del software libre Diagrammes desarrollado por el Laboratoire d'Hydrogeochimie de la Université d'Avignon (http://www.lha.univ-avignon.fr/).

RESULTADOS Y DISCUSION:
La profundidad a la freática para cada tipo fisonómico del sector fue obtenida por Barbosa *et al*. (2016b) las precipitaciones del periodo comprendido entre mayo 2015 a mayo 2016 alcanzó los 929,9 mm.
Los resultados del ANOVA teniendo en cuenta los diferentes parámetros medidos con todas las épocas de toma de muestras y los tipos fisonómicos se detallan a continuación.
El pH, conductividad eléctrica (CE en $dS.m^{-1}$), residuo seco (RS en $g.L^{-1}$) y relación de absorción de sodio (RAS) muestra diferencias significativas ($p<0,05$) para fecha de toma de muestras y tipos fisonómicos. En cuanto a los aniones los Cl^-, CO_3H^- y $SO_4^=$ muestran diferencias significativas ($p<0,05$) para la época de toma y tipos fisonómicos, excepto para $CO_3^=$ que solamente las exhibe para la fechas de muestreo. Los cationes Na^+, K^+ y Mg^{2+} muestran diferencias significativas ($p<0,05$) para la época de toma y tipos fisonómicos, excepto para Ca^{2+}, que lo es solamente para la fecha de toma de muestras.
En general se observa una disminución de los mismos a medida que trascurren los muestreos en el tiempo (figura 1,2 y 3).

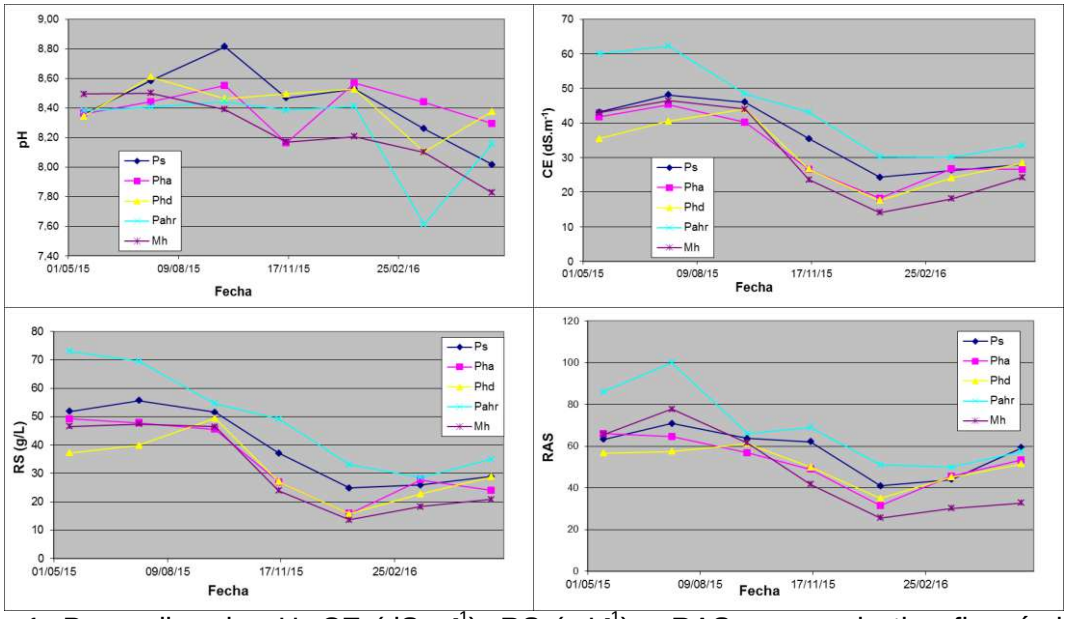


Figura 1. Promedios de pH, CE ($dS.m^{-1}$), RS ($g.L^{-1}$) y RAS para cada tipo fisonómico en ($mEq.L^{-1}$) durante las distintas fechas de muestreo.

Los valores de mayo 2016 teniendo en cuenta los de mayo 2015 indican una disminución con porcentajes bajos para pH pero los correspondientes a CE y RS alcanza el 50 % aproximadamente (tabla 3). Los aniones también disminuyen en porcentajes llegando hasta el 60 % sucediendo lo mismo con los cationes. El Ca^{2+} es el único que aumenta en tres tipos fisonómicos la Ps, Phd y Pahr.
En cuanto al contenido de cationes el Na^+ es el más importante seguido del Mg^{2+}, Ca^{2+} y K^+. Dentro de los aniones el $SO_4^=$ es el de mayor contenido continúan los Cl^-, CO_3H^- y $CO_3^=$.
La disminución de los parámetros de salinidad a través del tiempo indicaría el inicio de un proceso de desalinización resultado de los mayores contenidos hídricos del sector producto de las mayores precipitaciones por ser un año con eventos ENOS (El Niño, Oscilación Sur).

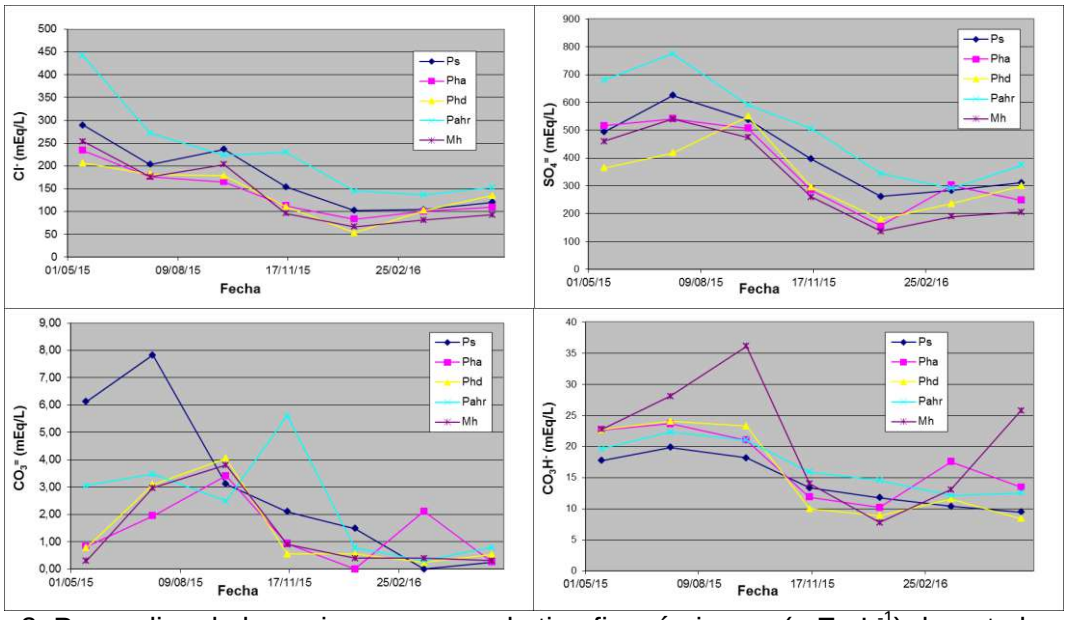


Figura 2. Promedios de los aniones para cada tipo fisonómico en (mEq.L^{-1}) durante las distintas fechas de muestreo.

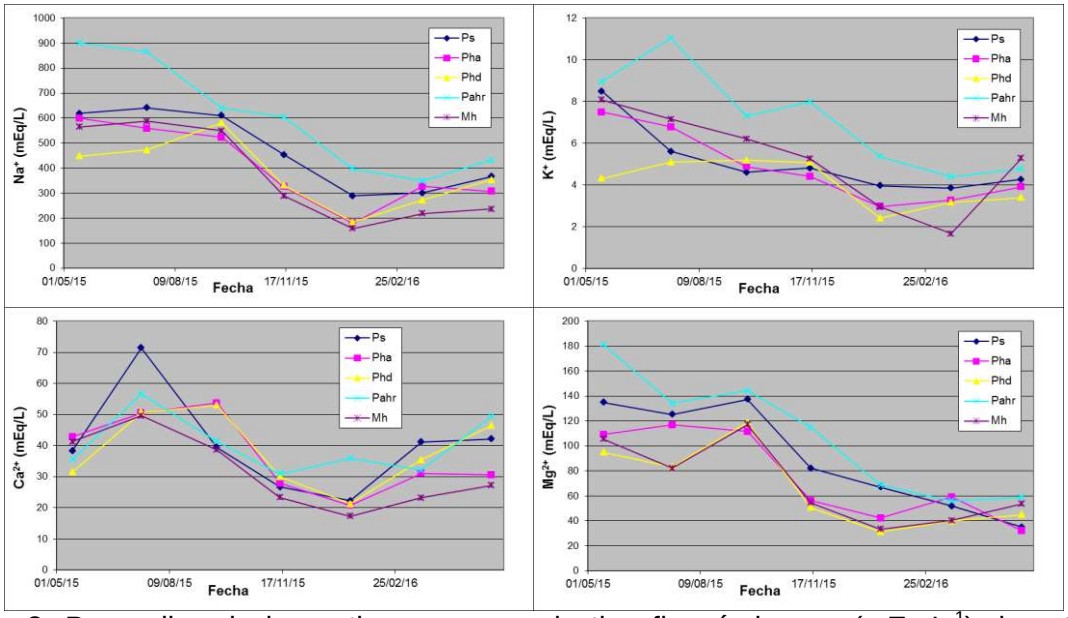


Figura 3. Promedios de los cationes para cada tipo fisonómico en (mEq.L^{-1}) durante las distintas fechas de muestreo.

El Diagrama de Piper (figura 4) que clasifica las aguas, indica que son sulfato sódicas mientras que algunas de enero y marzo del 2016 alcanzan a ser cloruro sódicas.

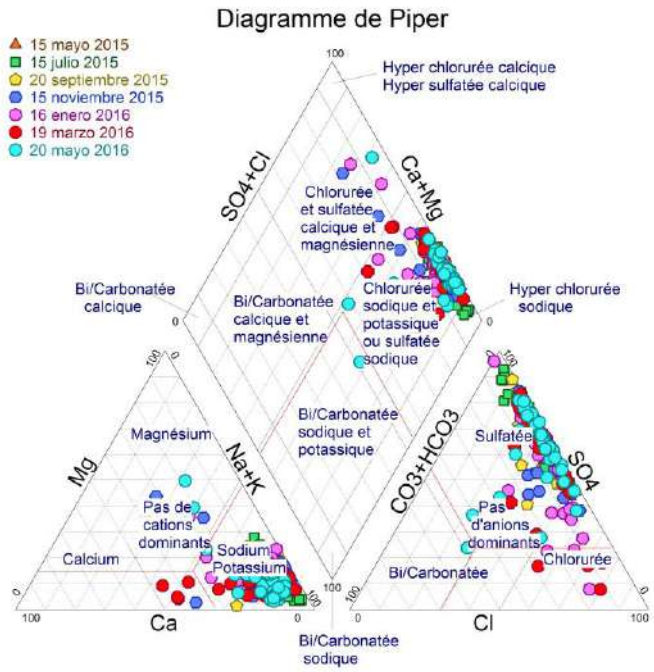


Figura 4. Diagrama de Piper que clasifica todas las aguas de los diferentes muestreos.

Fueron encontradas algunas relaciones entre cationes, entre aniones y entre ambos siendo la más importante entre el Na^+ con el $SO_4^=$ con un r^2 de 0,94.
Se realizaron comparaciones visuales de los promedios de los parámetros medidos en aguas freáticas y sus correspondientes aguas superficiales en cada uno de los freatímetros de cada tipo fisonómico en donde fue posible tal medición. Tales comparaciones fueron realizadas a través de los gráficos de Schöeller Berkaloff.
Estas observaciones muestran que las aguas freáticas y superficiales presentan algunas diferencias en cuanto a los contenidos de los cationes y aniones, siendo las superficiales generalmente más salinas. Esto se debe al arrastre de sales que ocurre entre los tipos fisonómicos, desde los parches de arbustal halófilo rastrero hacia las playas salinas por sellado de la parte superior del suelo por el alto contenido de sodio.

CONCLUSIONES:
Se concluye que: a) la salinidad disminuye a medida que transcurre el tiempo dentro del periodo considerado; b) las aguas freáticas poseen características sulfato sódicas; c) se encontró una relación positiva entre Na^+ y $SO_4^=$; d) las aguas superficiales fueron encontradas en tres tipos fisonómicos en forma de lagunas temporarias en: playa salina, praderas halófilas abierta y densa; e) las aguas freáticas y superficiales muestran algunas diferencias en cuanto a los contenidos de los cationes y aniones, siendo estas últimas generalmente más salinas; f) que el incremento de las precipitaciones por efecto de “El Niño” posibilito el transporte y drenaje hacia los sectores más bajos del humedal y posterior salida a través del canal de drenaje.

BIBLIOGRAFIA:
Álvarez-Rogel J. 1999. Relaciones suelo-vegetación en saladares del SE de España. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones Universidad de Murcia. Publicación en CD. España.
Álvarez-Rogel J., F. Alcaraz Ariza & R. Ortiz Silla. 2000. Edaphic gradients and plant zonation in mediterranean salt-marshes of SE Spain. Wetlands 20:357-372.
Álvarez-Rogel J.; F.J. Jiménez-Cárceles; M.J. Roca & R. Ortiz Silla. 2007. Changes in soils and vegetation in a Mediterranean coastal salt marsh impacted by human activities. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 73(3), 510-526.

Barbosa O.A., M.C. Pacheco Insausti, J.L. Mores & J. Álvarez-Rogel. 2012. Propiedades edáficas de un humedal salino de San Luis (Argentina). En Actas X Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola y XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Londrina, Brasil.
Barbosa O.A.; J. Álvarez-Rogel; M.C. Pacheco Insausti; J.L. Mores; F.M. Galarza; R.A. Cerda & S.B. Pereyra. 2014. Características morfopedológicas y nivel freático para algunos suelos hidromórficos de San Luis. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 5 a 9 de mayo de 2014. Bahía Blanca, Argentina.
Barbosa O.A., J. Martínez Diez; J.L. Mores; P.J. Casale; D.A. Riscosa; R.A. Cerda, V.V. Scally; S. Lorenzo & N. Belgrano Rawson. 2016a. Dinámica del agua superficial y subsuperficial de un humedal de San Luis. Convención Trópico 2016. 30 de mayo al 3 de junio de 2016. La Habana, Cuba.
Barbosa O.A.; J. Martínez Diez; J.L. Mores; P.J. Casale & D.A. Riscosa. 2016b. Utilización de un SIG para estudiar el efecto de “El Niño” sobre el nivel freático y salinidad de un humedal de San Luis. XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA 2016). 24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil.
Bredehoeft J.D., W. Back & B.B. Hanshaw. 1982. Regional grondwater flow concepts in the United States: historical perspective. Geol. Sot. Am. Spec. Pap., 189:297-316.
Cowardin L.M., V. Carter, F.C. Golet & E.T. La Roe. 1979. Classification of wetlands and deepwater hábitats of the United States. U.S. Fish and Wildlife Service, FWS/OBS-79/31. U.S. Govermment Printing Office, Washington, DC, USA.
de Oliveira M. 1997. Gênese, classificaçâo e extensâo de solos afetados por sais. En: Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Ed. H.R. Gheyi, J.E. Queiroz e J.F. de Medeiros. Publicación del XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campina Grande, Brasil. 383 p.
González-Alcaraz M.N.; F.J. Jiménez-Cárceles; Y. Álvarez & J. Álvarez-Rogel. 2014. Gradients of soil salinity and moisture, and plant distribution, in a Mediterranean semiarid saline watershed: a model of soil–plant relationships for contributing to the management. *Catena*, *115*, 150-158.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1990. Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos. 5 Edición. Subdirección Agrológica. Bogotá, Colombia. 502 p.
Jobbágy E.G., M.D. Nosetto, H.O. Bernasconi, J.C. Colazo, M.J. Galván, C.A. Saenz, E.R. Colazo, C.E. Larrusse, A.A. Marchi, O.A. Barbosa, A. Giacardi, M.M. Hellmers & D. Martínez Álvarez. 2015. Nuevos cursos de agua en la cuenca de El Morro. Descripción del fenómeno y pautas para su gestión. Informe presentado al Consejo Provincial de Ciencia, Técnica, Desarrollo e Innovación de San Luis. 21 pp.
Lavado R.S., G. Rubio & M. Alconada. 1992. Grazing management and soil salinization in two pampean Natraqualfs. Turrialba, 42:500-508.
Pacheco Insausti M.C., O.A. Barbosa, J.L. Mores & J. Álvarez-Rogel. 2010. Physiognomy of the central sector of the “Bajo la Salada" (San Luis, Argentina). Biocell 35 (1):A24.
Sistema de Apoyo Metodológico para Laboratorios de Suelos y Aguas (SAMLA). 1995. SAGyP de la Nación, 150 p. Buenos Aires, Argentina.
Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Natural Resources Conservation Services. USDA. Agriculture handbook Nº 436. Second Edition. U.S. Government Printing Office. Washington DC, USA. 869 p.

2. MANEJO Y RECUPERACIÓN DE SUELOS SÁLINOS

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN AMBIENTES SALINOS

Vizgarra L.A.[1], M. C. Sanchez[2,3], A.T. Gomez[2], J. M. Bonet[1]

[1] INTA EEA Quimilí, Recursos Naturales y Ambiente (Ruta provincial 6 km 14). CP 3740. Vizgarra.lidia@inta.gob.ar
[2] INTA EEA Santiago del Estero
[3] UNSE-Facultad de Agronomía y Agroindustrias

RESUMEN: Los sistemas silvopastoriles de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) implantado con pasturas megatérmicas (SSP) representan una alternativa sustentable de producción ganadera en áreas degradadas de Santiago del Estero. Bajo determinadas condiciones de salinidad iniciales el algarrobo blanco se implanta exitosamente. El objetivo fue evaluar el efecto de los sistemas silvopastoriles (SSP) y pastoriles con *grama rhodes* (SP) respecto al control (estado inicial del lote agrícola abandonado: T) en el contenido salino (CE dS m^{-1}) en dos profundidades de suelo: 0-5 y 5-15 cm. El ensayo experimental está ubicado en un suelo Haplustol Éntico con limitaciones productivas por condiciones salinas (LS 28° 31,783´ LO 63° 02,540´). Después de 8 años de implantado los SSP y 4 años de sembrada la grama rhodes en el SP, la CE (dS m^{-1}) disminuyó un 13,7 % en SP y un 45,1 % en SSP respecto de T en los primeros 15 cm. En el SSP se consideró el efecto de la cobertura añadiendo muestreos dentro (C) y fuera de la copa (EC) para las profundidades 0-5 y 5-15 cm. En general, para la profundidad 0-5 cm, el rango de CE fue de 1,16- 4,14 dS m^{-1}, donde los mayores valores se ubican en la situación entre Copas (EC) respecto de bajo copas (C). Mientras que en la profundidad de 5-15 cm se observó un patrón de comportamiento inverso. Estos sistemas influyen en la dinámica de la concentración y distribución de sales en el suelo cuya estratificación en profundidad, dependerá del año climático y de las mejoras en las condiciones físico-químicas del suelo. Los SSP aportan residuos orgánicos y sombra, que protegen al suelo e impiden el ascenso de las sales a la superficie, al mismo tiempo que aumentan la fertilidad del suelo al aportar materia orgánica Esto refleja el impacto positivo que pueden tener estas alternativas productivas para suelos degradados.

PALABRAS CLAVE: Algarrobo, grama rhodes, conductividad eléctrica.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CULTIVO DE SORGO: UNA HERRAMIENTA CLAVE PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE LA ALCALINIDAD

Ciacci. M.B[1], Bustos. D.A[1], E.L Taleisnik[1, 2]

[1]Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales, Centro de Investigaciones Agropecuarias (IFRGV-CIAP), INTA, Córdoba, Argentina. ciacci.maria@inta.gob.ar
[2]CONICET, Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.

RESUMEN: Los estreses de tipo abiótico hacen referencia a las condiciones ambientales climáticas o edáficas que afectan adversamente el crecimiento y rendimiento de las plantas. La salinidad y alcalinidad de suelos están entre las más perniciosas de tales condiciones. Los suelos salinos y alcalinos son considerados marginales para la agricultura. Por su elevado pH manifiestan restricciones nutricionales. Las principales limitaciones de los suelos sódicos incluyen toxicidad por Na y B, deficiencias de Zn, Fe, Cu y P, cuya solubilidad disminuye a pH alcalino. Las sales de nitrato y de amonio tienen efectos contrarios sobre el pH de la rizósfera y pueden contribuir a incrementar la disponibilidad de otros nutrientes. El objetivo de este trabajo fue evaluar distintos genotipos de sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench cultivados bajo dos condiciones de pH del suelo, los efectos de dos fuentes de fertilización nitrogenada. Se realizaron ensayos a campo en la localidad de Villa Fontana, Río Primero, Córdoba, en dos lotes con suelo neutro (pH 6,3) y alcalino (pH 8,3) fertilizados con urea (U) y sulfato de amonio (SA). Se midió el índice de verdor (IV) y peso seco total por planta (PST) a los 120 días de la siembra. A pH 8,3 las plantas alcanzaron menor PST que a pH 6,3 salvo en los híbridos azucarados. Se observó variabilidad entre los genotipos tanto en PST en condiciones de alcalinidad como en tolerancia relativa a esta condición .Todos los híbridos fertilizados con SA en condiciones de alcalinidad expresaron mayor IV, los valores oscilaron entre 10 y 20 y sus respectivos controles entre 7,9 y 3,6. De los cinco materiales, en condiciones de alcalinidad, tres respondieron positivamente en PST a la fertilización con SA y en menor grado, al tratamiento con urea.

PALABRAS CLAVE: Nutrición, estrés alcalino/salino, pH, rizósfera.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

RECUPERACION DE UN SUELO SALINIZADO DE INVERNADERO PARA LA PRODUCCION DE LECHUGA CON RIEGO POR GOTEO SUPERFICIAL Y SUBTERRANEO

Andreau R., L. Calvo, W. Chale, M. Etcheverry, P. Etchevers, L. Génova

Cátedra de Riego y Drenaje, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calles 60 y 119 (1900) La Plata - hidroagri@agro.unlp.edu.ar

RESUMEN: Los suelos cultivados bajo cubierta se deterioran a causa del riego con aguas salinas, fertilización excesiva, drenaje limitado y ausencia de lixiviación de sales por lluvia. Los objetivos fueron recuperar un suelo salinizado mediante hidromejoramiento y evaluar los rendimientos de lechuga al riego por goteo superficial (RG) y subterráneo (RGS). En un invernáculo se enterraron a 50 cm tubos-dren, espaciados 2 m y tanques de 0,2 m^3 en la descarga. Se pronosticaron láminas de lavado aplicando 6 modelos matemáticos y en piletas de 10 m^2 se midieron las conductividades eléctricas (CE) inicial y residuales del suelo y del agua drenada luego de aplicar 3 láminas de lavado, totalizando 320 mm. Dos tratamientos de riego por goteo, uno superficial y otro subterráneo a 10 cm de profundidad, regaron en 3 oportunidades lechugas trasplantadas con densidad de 8 plantas m^2. Con sensores Decagon se registró la humedad volumétrica (%Wv) a 5, 10 y 20 cm de profundidad antes y 2 días después de cada riego. Fueron pesadas 10 plantas por tratamiento. Los principales resultados fueron: las láminas de lavado pronosticadas promediaron 594 mm; la salinidad inicial media del suelo de 4,69 dS m^{-1} se redujo a 0,81 dS m^{-1} luego del último lavado; la disminución de sales del primer lavado respecto de la salinidad inicial fue del 74,1%, la del segundo lavado del 31% y la del tercer lavado un 3,7%; la salinidad del agua drenada fue de 0,97 dS m^{-1}, 0,91 dS m^{-1} y 0,88 dS m^{-1} después de cada lavado; el %Wv medio del RGS fue del 29,4% y del RG del 22,4%, registrándose un mayor %Wv con RG a 5 cm de profundidad y mayores %Wv con RGS a 10 y 20 cm de profundidad; el rendimiento de lechuga del RGS superó un 24,5% al RG.

PALABRAS CLAVE: pronóstico de láminas de lavado, lavado de sales, humedad del suelo.

INTRODUCCION:

En el cinturón hortícola platense (CHP), integrado por los partidos de La Plata, F. Varela y Berazategui, existen 2.750 ha de invernáculos (López Camelo, 2012), el tomate ocupa el 40% del total cultivado, el pimiento (24%) y la lechuga (13%) (López Camelo, 2007).

En los invernaderos se riega con agua subterránea bicarbonatada sódica, con rangos de salinidad de 0,75 a 1,5 dS m^{-1} y relación de adsorción de sodio RAS=4 a 8, que sumado al uso de suelos finamente texturados, el inadecuado manejo de las dosis de riego que no satisfacen los requerimientos de lixiviación, la carencia de estructuras adecuadas de drenaje y la fertilización excesiva, favorecen el desarrollo de procesos degradativos en los suelos como salinización, sodificación, desbalance de nutrientes y pérdida de la fertilidad física (Alconada, 1996; Alconada & Minghinelli, 1998; Andreau *et al*., 2012). Otro factor de deterioro edáfico es la roturación intensa de los suelos, que van generando alteraciones físicas (Marrare *et al*., 2011). Este conjunto de factores degradativos ha sido poco estudiada a nivel mundial, pues la mayoría de las regiones que cultivan en invernaderos trabajan sobre

suelos arenosos o sin suelo. En la Argentina es escasa la bibliografía referente a estas causas de deterioro edáfico.
En el CHP el método más frecuente de riego en invernadero es el goteo superficial (RG) y recientemente se está incorporando el goteo subterráneo (RGS). Ambos incrementan la salinidad y alcalinidad edáfica, superando los límites adecuados para el normal desarrollo de los mismos (Alconada *et al*., 2000), por lo que los rendimientos actuales se alejan de los máximos potenciales. La tolerancia salina de la lechuga es de 0,9 dS m^{-1} para no reducir su rendimiento por el efecto osmótico, de 1,4 dS m^{-1} reduciendo el rendimiento un 10% y 2,1 dS m^{-1} disminuyendo el rendimiento un 25 % (Maas, 1990)
Varios autores (Camp *et al*., 1998); Rivera *et al*., 2004; del Amor & del Amor, 2007; Génova *et al.,* 2014) informaron que los rendimientos de los cultivos con RGS son mayores o iguales a los obtenidos por otros métodos de riego. La mayor eficiencia de aplicación y la ubicación profunda del bulbo húmedo en el RGS podrían incidir favorablemente en la reducción de la salinidad y sodicidad del suelo causada por el RG (Andreau *et al*., 2012), debido a que, al derivar menores láminas de riego, el aporte salino disminuye, aunque Hanson & May (2004) alertan que el desarrollo del bulbo húmedo más profundo provoca una acumulación de sales por encima de la cinta de riego que debería ser lixiviada periódicamente.
Pérez *et al*., (2011) plantean la posibilidad de instalar drenes para mejorar la relación aire-agua del suelo, aumentar el volumen de suelo a explorar por las raíces, incrementar la actividad microbiana y lavar sustancias tóxicas y sales. Estudiando las condiciones salinas de algunos suelos de invernáculos, Andreau et al., (2012) reportaron que se encontraron en un sitio representativo del uso del suelo en el CHP, salinidades de 5,26, 8,67 y 5,77 dS m^{-1} para 7, 14 y 21 años de cultivos sucesivos, respectivamente y en otro sitio salinidades de 8,43, 4,92 y 3,64 dS m^{-1} en 10, 16 y 20 años de sucesión de cultivos, respectivamente.
La práctica más habitual para recuperar suelos salinos es el hidromejoramiento, que consiste en el lavado del perfil del suelo en la zona de raíces mediante la aplicación de agua, que diluye y arrastra en profundidad del exceso de sales solubles (Bower *et al.,* 1968). Las principales condiciones que favorecen el lavado son la alta drenabilidad de los suelos, la lejanía del nivel freático y/o la existencia de sistemas de drenaje en buen estado de funcionamiento (Halitim *et al*., 1995). Existen modelos de pronóstico de láminas de lavado, que consideran principalmente la salinidad del agua de riego (CE_a), la profundidad, textura y salinidades inicial (Si) y residual objetivo (So) del perfil de suelo a lavar (FAO-UNESCO, 1973; Sejas *et al*., 1979; Ortega Escobar, 1982 y Palacios Vélez, 1983).
Los objetivos de este trabajo fueron pronosticar láminas de lavado, instalar tubos dren, lavar el suelo para disminuir la salinidad a valores que no reduzcan el rendimiento del cultivo de lechuga y evaluar la producción bajo riego por goteo superficial y subterráneo.

MATERIALES Y MÉTODOS:
Durante la campaña agrícola 2017 se condujo un ensayo en un invernáculo de madera con 10 años de uso perteneciente a la E.E. Hirschhorn, ubicada en el CHP, que cuenta con tubos de drenaje de PVC ranurado a 50 cm de profundidad con descarga en tanques de 0,2 m^3. Fueron establecidas la capacidad de campo (Wc) con el método de Richards (1948) y la humedad actual Wact por gravimetría, la densidad aparente (dap) con el cilindro densitométrico y la conductividad eléctrica del extracto de saturación (CE_{ex}) indicando la salinidad inicial (Si) del suelo por conductimetría.
Para pronosticar láminas de lavado se utilizaron los modelos matemáticos de Sejas, dado por Sejas et al., (1979); de Rozov, de Kovda y de Volobuev, informados por FAO-UNESCO, (1973); de Panin y de Safanov, reportados por González *et al*., (1985). Las ecuaciones son: Ec. de Rozov: M=Wc–Wact+n Wc (ec. 1) donde: M=cantidad de agua en m^3 ha^{-1}, Wc en m^3 ha^{-1}, Wact antes de lavar, en m^3 ha^{-1}, n=coeficiente entre 0,5 y 2 en función de la salinidad y la textura del suelo. Ec. de Kovda: $y=n_1\, n_2\, n_3\, 400$ x +/-100 (ec. 2) donde: y=lamina de lavado, en mm, x=So en 2 m del perfil, en %, n_1=coeficiente dependiente de la textura del suelo, entre 0,5 y 2,0, n_2=coeficiente dependiente de la profundidad de la capa freática entre 1,0 y 3,0, n_3=coeficiente dependiente de la CE_a, entre 1,0 y 3,0. Ec. de Volobuev: $N=K \log (Si/So)^a$ (ec. 3) donde: N=dosis de lavado, en m^3 ha^{-1}, Si en % o t ha^{-1}, So en % o t ha^{-1},

K=coeficiente de proporcionalidad, usando m^3 ha^{-1} es 10.000, a=parámetro dependiente de la Si y su proporción de cloruros. Ec. de Panin: Qa=ψ ln (Si/So) (ec. 4) donde: Qa=lámina de lavado, en cm, Ψ =volumen poroso del suelo, en cm, Si en %, So en %. Ec. de Sejas: $L=9\ P^{0,75}(70-CE_a/CEi-CE_a)^{0,39}\log(CEi/CEf)$(ec. 6) donde: L=lámina de lavado, en cm, P=profundidad de lavado en cm, CE_a en dS m^{-1}, CEi=conductividad eléctrica inicial del suelo, en dS m^{-1}, CEf=conductividad eléctrica final del suelo, en dS m^{-1}. Ec. de Safanov: $Q=v(100/a)^{1/b}((Si/So)/Si)^{1/b}$ (ec. 5) donde: Q=lámina de lavado, en cm, V=volumen poroso del suelo, en cm, a y b= parámetros a=70 y b=0,97, Si en %, So en %.
Se construyeron en el suelo 3 piletas de 10 m^2 cada una donde se aplicó una lámina total de lavado de 320 mm en forma fraccionada de 120, 100 y 100 mm con un intervalo semanal, midiendo la CE_{ex} después de cada lavado y la CE_d (conductividad eléctrica del agua de drenaje) después de cada lavado. Fueron instaladas cintas de goteo Aqua-TTraxx® de 16 mm de diámetro, con emisores espaciados 0,1 m y caudal unitario de 0,0012 m^3 h^{-1}, una enterrada a 0,1 m y otra superficial, proponiendo dos tratamientos de riego RGS y RG, donde se derivaron 3 láminas de riego de 29,5; 32,2 y 26,8 mm en líneas dobles de lechuga tipo mantecosa variedad Amarillo, con una densidad de 8 plantas m^2. La distribución de la humedad volumétrica (%Wv) fue medida antes y 2 días después de cada riego con sensores Decagon EC-5, instalados a 5, 10 y 20 cm de profundidad debajo de cada línea de cultivo. Se evaluó el rendimiento del cultivo registrando el peso de 10 plantas y tanto los datos de rendimiento como de humedad y salinidad se sometieron a análisis de varianza y comparación de medias con el test de Tukey, utilizando el Programa Infostat (2011).

RESULTADOS Y DISCUSION:

Pronóstico de láminas de lavado.

Los datos utilizados para el pronóstico fueron: CE_a=0,85 dS m^{-1}, profundidad del lavado 40 cm, Wc=28%, Wact=19 %, dap=1,1 g cm^{-3}, Si=4,69 dS m^{-1}, So=1,0 dS m^{-1}, volumen poroso 58 cm. Las láminas calculadas conformaron dos grupos de valores, los modelos de Sejas, de Rozov y de Kovda pronosticaron láminas de 330, 336 y 343 mm, respectivamente, mientras que los modelos de Volobuev, de Safanov y de Panin generaron láminas de 818, 840 y 896 mm, respectivamente. El promedio de láminas pronosticadas fue de 594 mm.

Lavado de sales.

Siguiendo las recomendaciones de Palacios Vélez (1983) y de Ortega Escobar (1982) y considerando que la literatura sobre experiencias de lavados (Gardner & Brooks, 1957) aconseja fraccionar la lámina total de lavado, sobre todo en suelos arcillosos, debido a que la efectividad del lavado es muy superior en las primeras aplicaciones y va decreciendo con la derivación de láminas sucesivas, se asumió lavar el suelo dando una lámina total de 320 mm, fraccionada en 3 riegos, de 120, 100 y 100 mm. En la Fig. 1 se observa la salinidad previa y posterior a cada lavado en los 3 sitios medidos. Las reducciones de la salinidad inicial fueron de un 74,1% con el primer lavado, un 31% con el segundo lavado y un 3,7% con el tercer lavado, alcanzándose una salinidad residual final de 0,81 dS m^{-1}, menor que la tolerancia salina de la lechuga, de 0,9 dS m^{-1} para no reducir su rendimiento.

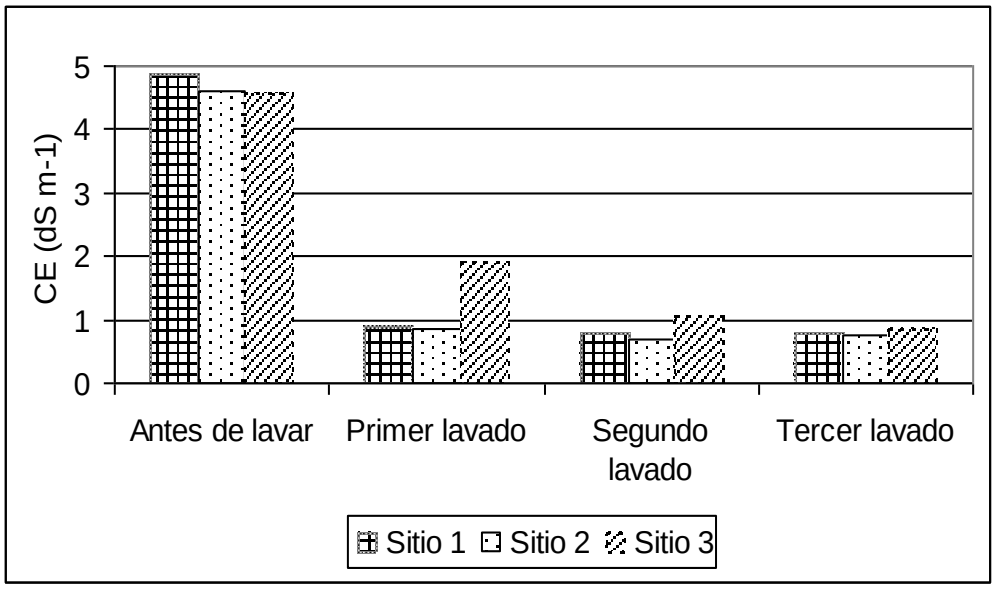


Figura 1. Salinidad del suelo previa y posterior a cada lavado.

La Tabla 1 presenta los tenores salinos del agua drenada colectada en los tanques, mostrando la decreciente salinidad media de las aguas de drenaje, con valores finales cercanos a la salinidad del agua de riego.

Tabla 1. Salinidad del agua drenada.

Lamina mm	Tanque	CE $dS.m^{-1}$	CE media $dS.m^{-1}$
120	1	0,93	
	2	0,97	
	3	1,00	0,97
100	1	0,90	
	2	0,91	
	3	0,91	0,91
100	1	0,88	
	2	0,88	
	3	0,89	0,88

Monitoreo de la humedad del suelo regado.
La Fig. 4 muestra los %Wv medios de los tratamientos de riego en 3 profundidades del suelo, observándose que, en el estrato cercano a superficie, la %Wv del RG es levemente superior a la del RGS, mientras que, a profundidades de 10 y 20 cm, son mayores los %Wv del RGS que el RG. El promedio de %Wv total del perfil de suelo del RGS fue del 29,4% y 24,2% del RG.

Rendimiento del cultivo de lechuga
La Fig. 5 muestra los rendimientos de lechuga de los tratamientos de riego, con diferencias significativas (p=0,01) para el rendimiento generado por el RGS, que superó un 24,1 % al del RG, confirmando que el RGS permite alcanzar mayores rendimientos de cultivos que otros métodos de riego, reportado por varios autores (Camp *et al*., 1998; Rivera *et al*., 2004; del Amor & del Amor, 2007; Andreau *et al.*, 2012; Génova *et al*, 2014).

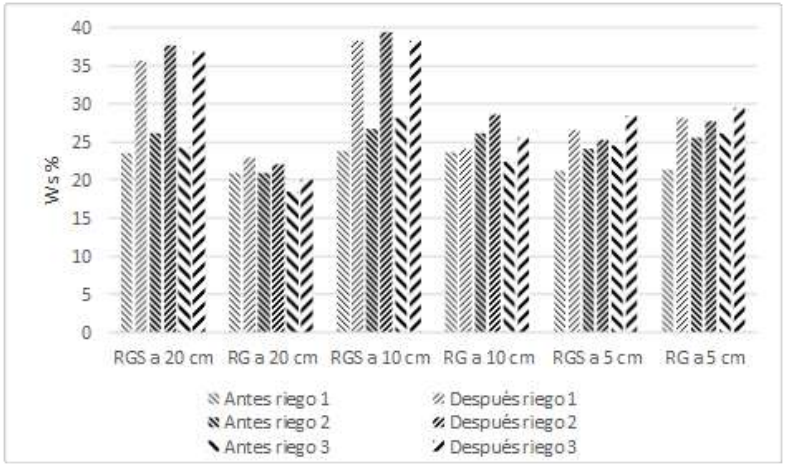


Figura 4. %Wv del RGS y el RG antes y después de cada riego

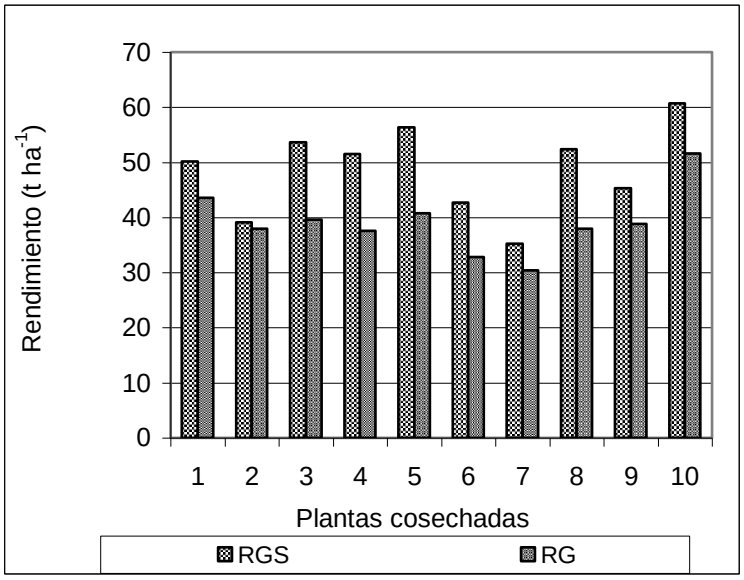


Figura 5. Rendimiento de lechuga con goteo subterráneo (RGS) y goteo superficial (RG)

CONCLUSIONES:

Las láminas de lavado pronosticadas con los 6 modelos utilizados promediaron 594 mm, pero dada la heterogeneidad de las láminas calculadas y asumiendo recomendaciones de varios investigadores, se lavó el suelo con una lámina total de 320 mm, fraccionada en 3 aplicaciones, resultando que la Si=4,69 dS m^{-1} se redujo a 0,81 dS m^{-1} luego del tercer lavado, alcanzando una salinidad tolerable por la lechuga sin decremento del rendimiento por efecto osmótico. La disminución de sales del primer lavado respecto de la Si fue del 74,1%, la del segundo lavado del 31% y la del tercer lavado un 3,7%. La salinidad del agua drenada fue de 0,97 dS m^{-1}, 0,91 dS m^{-1} y 0,88 dS m^{-1} después de cada lavado, siendo este último cercano a la CE_a. El %Wv medio del RGS fue del 29,4% y del RG del 22,4%, registrándose un mayor %Wv con RG a 5 cm de profundidad y mayores %Wv con goteo subterráneo a 10 y 20 cm de profundidad. El rendimiento de lechuga del RGS superó un 24,5% al RG. Los resultados de esta investigación permiten recomendar la instalación de tubos dren en los invernáculos para favorecer la lixiviación de sales, lavar el suelo cuando su salinidad supera las tolerancias salinas de los cultivos para no reducir sus rendimientos potenciales y utilizar sistemas de goteo subterráneo.

BIBLIOGRAFIA:

Alconada M. 1996. Deterioro físico-químico de un Vertisol con cultivos protegidos en el partido de La Plata. XIII Cong. Latin. de la Ciencia del Suelo. Aguas de Lindoia, SP, Brasil.

Alconada M y F Minghinelli. 1998. Calidad del agua de riego según diferentes criterios: su influencia sobre la salinización–alcalinización de suelos con cultivos protegidos en el Gran La Plata. XVI° Cong. Arg. de la Ciencia del Suelo, Carlos Paz, 4-7 de mayo, p. 229:230.
Alconada M, J Zembo & N Mórtola. 2000. Influencia cualitativa del riego con aguas subterráneas en suelos con producciones intensivas a campo y en invernaderos. 1st Joint World Congress on Groundwater ALHSUD-AIH.
Andreau R, P Etchevers, W Chale & L Génova. 2012. Riego por goteo superficial y subterráneo de tomate cultivado bajo cubierta: distribución de la humedad edáfica y rendimiento cuali-cuantitativo. VI Jor. de Riego y Fertirriego. FCA, UN Cuyo. Mendoza.
Bower C, G Ogata & J Tucker. 1968. Sodium hazard of irrigation waters as influenced by leaching fraction and by precipitation or solution of calcium cabonate. Soil Sci. 106:29-34.
Camp C. 1998. Subsurface drip irrigation: a review. Trans. of the ASAE (41:5:1353-1367)
del Amor M & F del Amor. 2007. Response of tomato plants to de□cit irrigation under surface or subsurface drip irrigation. Journal of Applied Horticulture, 9(2): 97-100.
FAO-UNESCO. 1973. Irrigation, Drainage and Salinity. Kovda, V; Hagan, R. & C. van den Berg eds. Ed. Hutchinson, London.
Gardner W & R Brooks. 1957. A descriptive theory of leaching. Soil Sci. 83:295-304.
Génova L, R Andreau, P Etchevers, SM Zabala W Chale M Etcheverry, C Romay & H Salgado. 2014. Respuesta productiva del tomate (Solanum lycopersicum L.) bajo cubierta a la distribución de la humedad generada por riego por goteo subterráneo y superficial. Rev. Fac. de Agronomía, La Plata. Vol. 112 (1):18-26.
González González R, M Ortega Escobar, C Ramírez Ayala & J Rone Puello. 1985. Establecimiento de relaciones funcionales entre láminas de lavado, sales desplazadas y sales residuales en suelos los salinos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
Hanson, B & D May. 2004. Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. Agricultural Water Management, 68(1):1-17.
Halitim A, D Tesseier & M Robert 1995. Influence of SAR and salt concentration on dispersión, swelling and hydraulic conductivity of clay minerals. Actas del 15 th World Congress of Soil Science. México. Vol 2b:230-231.
López Camelo A. 2007. Situación de los cultivos protegidos en la Argentina. En: 1er. Simposio Internacional de Cultivos Protegidos, La Plata, Argentina. Septiembre 25-28, 2007.
López Camelo A. 2012. La utilización del Google Earth para el relevamiento de la superficie bajo cubierta en el Gran Buenos Aires. Rev. Horticultura Argentina 31(76): pp 22.
Maas E. 1990. Crop salt tolerance. Manuals and Reports on Engineering Practice No. 71. Am. Soc. Civil Engineers, New York. USA. pp. 262-304.
Marrare A, L Draghi, T Palancar, R Andreau S Martínez, G Sarli & C Cerisola. 2011. Fertilidad física de un suelo bajo invernadero: evaluación y manejo. Hortic. Arg. 30.
Ortega Escobar M. 1982. Curso de salinidad. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
Palacios Vélez O. 1983. Apuntes sobre algunos problemas de drenaje y ensalitramiento de terrenos agrícolas. RyD. Serie N°14. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
Pérez R, M Sánchez, J Rodríguez, M Guevara, E Mompié, M Arrebato & L López. 2011. Principales beneficios que se alcanzan con la práctica adecuada del drenaje agrícola. Cultivos Tropicales, 32(2):52-60.
Programa InfoStat. 2011. Fac. Cs. Agropecuarias, U. N. de Córdoba, Argentina.
Richards, LA. 1948. Porous plate apparatus for measuring moisture retention and transmission by soil. Soil Science 66(2):105-110
Rivera G, J Estrada, C Orona & I Sánchez. 2004. Producción de alfalfa con riego por goteo subsuperficial. Inst. Nac. de Invest. Folleto Científico N° 13. Durango. México. 48 pp.
Sejas J, E Aceves Navarro & O Palacios Vélez. 1979. Comportamiento físico y químico de suelos ensalitrados sometidos a lavado con diluciones graduales. Agrociencia 38:35-52. Chapingo, México.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CULTIVO DE QUINOA, UN ALTERNATIVA POSIBLE PARA LOS SUELOS DE LA LLANURA DEPRIMIDA SALINA DE TUCUMÁN

Corbella, R. D.[1], G. F. Courel[1] y A. M. Plasencia[1]

[1] Docentes–investigadores, cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía y Zootecnia-UNT - roberto.corbella@gmail.com

RESUMEN: Encaminados en la búsqueda de cultivos alternativos capaces de reemplazar al cultivo de caña de azúcar en la llanura deprimida salina de Tucumán y con el objetivo de diversificar y mejorar la sostenibilidad de los sistemas de cultivos actuales, se ensayo la quinoa en la región. Probando también su tolerancia a las condiciones de salinidad y sodicidad edáfica. Se trabajo en un Haplustol fluvacuentico en su fase salina y salina sódica. Las poblaciones de quinoa fueron Cica y Cica hornillos. Se determinaron propiedades edáficas a diferentes profundidades: carbono orgánico (CO), pH actual, humedad edáfica, conductividad eléctrica (CE) entre otros. Los valores de pH fueron 7,2 en superficie a 8,5-9 en profundidad, CO 1,4 % y CE superficial con valores de 2,3 a 24,4 dS m^{-1}. La primera siembra fue manual a chorillo, a razón de 1 g m^{-2}, en parcelas de 5 x 1,40 m, con surcos separados 0,35 m y se realizó el 20/06/2014. El diseño experimental fue bloques al azar con 3 repeticiones. No se aplicaron herbicidas ni fungicidas. El ciclo se extendió más de 150 días con plantas que superaban el 1,50 m, algunas con panojas compactas y otras con panojas en estructuras tipo candelabro (alta heterogeneidad). Al extenderse el ciclo las temperaturas mayores a 35°C no permitieron el llenado de los granos. La segunda siembra (20/05/2016) se realizó al voleo en una ha, bajo laboreo convencional. Los valores de CE fueron similares a los de la campaña anterior. Hubo igual éxito de emergencia, desarrollo de plantas y un muy buen llenado de granos. Se concluyó que lo más destacable fue la tolerancia de la quinoa a la excesiva salinidad, constituyendo una gran alternativa para esta región. Los problemas a resolver serian: falta de variedades comerciales que aseguren una homogeneidad en el ciclo y las labores de mecanización, en especial relacionadas a la cosecha, trilla y venteo de grano.

PALABRAS CLAVE: sostenibilidad, salinidad, manejo.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

PRODUCCION DE SORGO BIOENERGÉTICO EN LA LLANURA DEPRIMIDA SALINA DE TUCUMÁN, POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES.

Corbella R.D.[1], G. F. Courel[1], M. J. Tonatto[1-2], A. M. Plasencia[1], J.R.García[1].

[1] Docentes e Investigadores, Cátedra Edafología, Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán, Avenida Roca, 1900 San Miguel de Tucumán – roberto.corbella@gmail.com
[2] Técnico Investigador EEAOC.

RESUMEN: Para atender la creciente demanda de energía y reducir el uso de derivados del petróleo existe interés, a nivel nacional y regional, en la producción de biocombustibles derivados de cultivos agrícolas. La provincia de Tucumán posee condiciones agroecológicas adecuadas para la producción de biomasa a partir de diferentes tipos de cultivos energéticos. Entre estos, se destaca el cultivo de la caña de azúcar como también es reconociodo el potencial bioenergético del sorgo azucarado y del sorgo de alto contenido de fibra. El sorgo puede producirse en una gran variedad de ambientes, tanto en regiones tropicales y subtropicales como templadas, en tierras de mediana y baja aptitud agrícola, con cierta tolerancia a salinidad, siendo apto para regiones con escasa pluviometría. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las potencialidades y limitaciones para producir sorgo en suelos afectados por una napa freática de naturaleza salina en la región de la llanura deprimida salina de Tucumán. Se realizaron determinaciones de propiedades edáficas como conductividad eléctrica, pH, humedad gravimétrica, densidad aparente entre otras y se recopilo información climática para caracterizar la región en estudio. Se concluyó que los híbridos de sorgo presentan diferentes rangos de tolerancia a la salinidad y en base a los rendimientos obtenidos, en kg ha^{-1}, se recomienda principalmente como cultivo alternativo para la generación de biocombustible al híbrido de sorgo azucarado AMF 543 (SWS).

PALABRAS CLAVE: sorgo, llanura deprimida salina, conductividad electrica.

INTRODUCCION:

La matriz de consumo energético mundial, según informes publicados en 2015 (BP Statistical Review of World Energy 2015), está compuesta en un 85,5% por combustibles fósiles, un 10,1% por fuentes de energía renovable y un 4,4% por energía nuclear. En el caso de Argentina, la matriz energética responde a este patrón (Ministerio de Energía y Minería, 2016; Romero, 2012). Además, se proyecta para el 2040 un incremento del 30% en la demanda de energía global, utilizando diversas fuentes de energía para satisfacer este requerimiento (IEA, 2016). Por esto, existe interés a nivel nacional y regional en la producción de biocombustibles derivados de cultivos agrícolas para atender la creciente demanda de energía y reducir el uso de derivados del petróleo. La importancia de valorar las formas de uso y producción de energía dentro de las cadenas agroenergéticas se centra en el logro de una gestión eficiente de los recursos, de manera de hallar alternativas ambientalmente sustentables (captura de carbonoy bajo niveles de emisiones de GEI), socialmente aceptables (creación de empleos y distribución de rentas) y económicamente viables (corto ciclo de producción). La provincia de Tucumán posee condiciones agroecológicas adecuadas para la producción de biomasa a partir de diferentes tipos de

cultivos energéticos. Entre estos, se destaca el cultivo de la caña de azúcar. La caña de azúcar es un cultivo de gran relevancia local con una superficie cultivada de 271.310 ha aproximadamente (Reporte Agroindustrial, 2016), una producción de 12.818.013 Mg de caña y 1.362.891 Mg de azúcar. De esta producción, casi el 70 % se concentra en la región agroecológica de la Llanura Deprimida (Zuccardi y Fadda, 1986) con una proporción considerable caracterizada por limitaciones edáfoclimáticas muy marcadas (región de la Llanura Deprimida Salina). El contenido energético de la caña de azúcar es elevado respecto a otros cultivos, con un tercio de la energía total en forma de sacarosa en tallos, otro tercio en el bagazo y el último tercio en el residuo vegetal que queda en el campo después de la cosecha mecanizada. Otro cultivo de reconocido potencial bioenergético es el sorgo azucarado (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), que presenta una elevada productividad en ciclos cortos. El mismo puede producirse en una gran variedad de ambientes, tanto en regiones tropicales y subtropicales como templadas, en tierras de mediana y baja aptitud agrícola, con cierta tolerancia a salinidad siendo apto para regiones con escasa pluviometría (Almodares and Hadi, 2009; Mazziotto, 2005). Se caracteriza por sus tallos con jugos ricos en azúcares, similares a los de la caña de azúcar y factibles de ser fermentados para la producción de bioetanol. Además, suministra bagazo y residuos de cosecha como subproductos fibrosos, útiles para su empleo directo como biocombustible sólido en la cogeneración de electricidad. Otro aspecto favorable a tener en cuenta es su elevado potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Romero *et al*., 2012).
Gracias a la gran diversidad en el germoplasma de esta especie, existe el denominado sorgo de alto contenido de fibra, cuya característica principal es la producción de un elevado volumen de biomasa (principalmente fibra celulósica). Generalmente se trata de híbridos con floración tardía y una baja proporción de granos, permitiendo una mayor acumulación de materia seca vegetativa a lo largo del período de crecimiento (McCollum *et al.,* 2005). Debido a los avances tecnológicos para la obtención de etanol de segunda generación a partir de la fibra celulósica, este tipo de sorgo ha recibido una atención creciente en los últimos años (Cardoso, 2013). Además presenta gran potencial para la generación de energía electrica (con valores similares al de la caña de azúcar).
La incorporación del sorgo a la actividad agroindustrial azucarera de la región en áreas cañeras con limitaciones o en zonas actualmente no aprovechadas por sus restricciones hídricas o de salinidad, permitiría ampliar el abastecimiento de materia prima a las destilerías de bioetanol ya existentes, especialmente en los meses previos al inicio de la zafra azucarera (abril-mayo). Por otro lado se deben considerar los aportes adiconales del cultivo de sorgo a la sustentabilidad tales como conservación y mejora de los suelos, posibilidad de realizar rotación de cultivos, aprovechamiento de recursos, biodiversidad, sanidad, rentabilidad, etc.
El objetivo del presente trabajo fue evaluar las potencialidades y limitaciones de producir sorgo, tanto azucarado como de alto contenido de fibra, en suelos afectados por napa freática de naturaleza salina en la región de la llanura deprimida salina y en base a los rendimientos obtenidos en kg ha^{-1}, recomendarlo como cultivo alternativo para la generación de biocombustible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de estudio está ubicado en el departamento Leales, en la localidad denominada La Encrucijada (27° 14´ 44” S, 65° 03 ´51” O), dentro de la Llanura Deprimida salina. Las características climáticas generales de la región responden a un mesoclima seco sub-húmedo cálido. Las precipitaciones anuales, en promedio, rondan los 700 mm. La evapotranspiración potencial es de 950 mm anuales. La temperatura media anual es de 19,5 ºC. La media de enero es de 25ºC y la de julio de 12 a 12,5ºC. Las heladas tienen una frecuencia de 12 a 15 días por año, registrándose las mismas en el período junio - agosto. El suelo es un Haplustol fluvacuentico con sus fases salinas y salina-sódicas. Los hibridos de sorgo sembradas fueron:

- Dos variedades de sorgo azucarado: AMF 543 (SWS), ARGENSIL 165 BIO (Argenetics) .

- Dos variedades de sorgo fibroso: Padrillo (Tobin) y Tobin 1339 (Tobin).

Se utilizo un diseño experimental completamente aleatorizado. Las unidades experimentales (UE) que conformaban el diseño se sembraron en dirección SO-SE. Las determinaciones edáficas fueron:

- Propiedades físicas: textura (Método de la pipeta), humedad gravimétrica (H°), densidad aparente (DA) por el método del cilindro.
- Propiedades físicas-químicas: conductividad eléctrica en pasta (CE - Método de Extracto de saturación - dS m^{-1}) y pH 1:2,5 (Método potenciométrico - pH actual).
- Propiedades químicas: carbono orgánico (CO - Método de Walkley - Black, escala semimicro SAGyP 29571-2), C.I.C. (Método de extracción con acetato de Na, pH 8,2), cationes de intercambio (Método de extracción con acetato de NH4, pH 7), Na y K (Fotometría de llama), Ca y Mg(Titulación con EDTA).

Las profundidades de muestreo fueron de 0-20 cm y 20-50 cm. Se trabajó con barreno a dichas profundidades para evaluar la dinámica de sales y su posible efecto sobre el sistema radicular del cultivo. El paquete estadístico usado fue el InfoStat (2014).

RESULTADOS Y DISCUSION

El primer paso en el ensayo de investigación fue determinar los tenores de CE (dS/m) del sitio destinado a establecer las UE para la siembra del sorgo. Para ello se seleccionó un sector cultivado comprendido entre un área con vegetacion de monte natural no disturbado y un lote sembrado con maíz. (Figura 1). Se establecieron tres sectores A, B y C en función de los resultados de la CE superficial (0-20 cm), destinándose para el ensayo una superficie aproximada de 2500 m^2.

Figura 1: Lote LE en la LLDs con los tres sectores de ensayo

Los mayores valores de CE se determinaron en el sector A (12,64 dS m^{-1}) y los menores valores en B. No hallándose diferencias significativas entre la CE del sector B y C (4,56 y 5,38 dS m^{-1} respectivamente)

La fecha de siembra fue el 3 de enero de 2015. En las tres UE se sembraron los 4 tipos de sorgo (2 azucarados y 2 fibrosos). Densidad de siembra fue de 8-10 plantas m^{-1} a la profundidad de 2 a 4 cm. Después de realizada la siembra convencional se produjo una precipitación de 70 mm que provocó un encostramiento superficial en estos suelos de textura franco limosa reduciendo marcadamente el porcentaje de emergencia. Sin embargo, no se realizó una re-siembra para no alterar la fecha de siembra original. Se tomo la DA en los primeros 5 cm de suelo para cuantificar el efecto del planchado.

La Tabla 1 muestra los valores de DA superficial que explican la baja emergencia en algunos sectores de las UE. Los valores más altos de DA determinados fueron del orden 1,31 g cm^{-3}.

Tabla 1: Valores de compactación superficial de las tres UE con y sin sorgo

Sector	DA g cm^{-3}
A con sorgo	1,05 ab
A sin sorgo	1,15 b
B con sorgo	0,97 a
B sin sorgo	1,31 c
C con sorgo	1,18 bc
C sin sorgo	1,11 ab

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas (p<0,05).

Considerando que las sales presentes en los suelos presentan una dinámica asociada al régimen de precipitaciones del lugar y a las posiciones del relieve, se llevó un registro de las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del sorgo (Tabla 2).

Tabla 2: Valores de precipitación (mm) durante el ciclo del sorgo

Precipitación (mm)	**Año 2014**			**Año 2015**				
	Octubre	**Noviembre**	**Diciembre**	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**
	28	**106**	**77,5**	**206**	**247**	**112**	**45**	**37,5**

Una vez detectadas las limitantes de naturaleza física, se procedió a hacer un seguimiento de la emergencia del cultivo en las parcelas de ensayo. Se determinó que existen tres situaciones o zonas definidas para los híbridos de sorgo en cada sector: **As; Bs o Cs** (zona sin sorgo), **AcM, BcM y CcM** (zona con vegetación media, reducción del crecimiento del sorgo con una altura promedio de 1,5 m) y **AcB, BcB y CcB** (zona con buena vegetación, muy buen crecimiento del sorgo con una altura promedio que supera el 1,5 m).
El orígen de estas tres zonas estaría íntimamente relacionado a los tenores de salinidad determinados superficialmente. Como se puede observar en la Figura 2, queda de manifiesto que el rango de salinidad igual o mayor a 15 dS m^{-1} imposibilita el crecimiento del sorgo y que valores de CE próximos o mayores a 9 dS m^{-1} retrasan o afectan el crecimiento del cultivo en coincidencia a lo que afirman Vasilakoglou *et al* 2011 quienes consideran que el rango de salinidad para que no se afecte el cultivo de sorgo rondaría entre 3,2 y 7 dS m^{-1}.

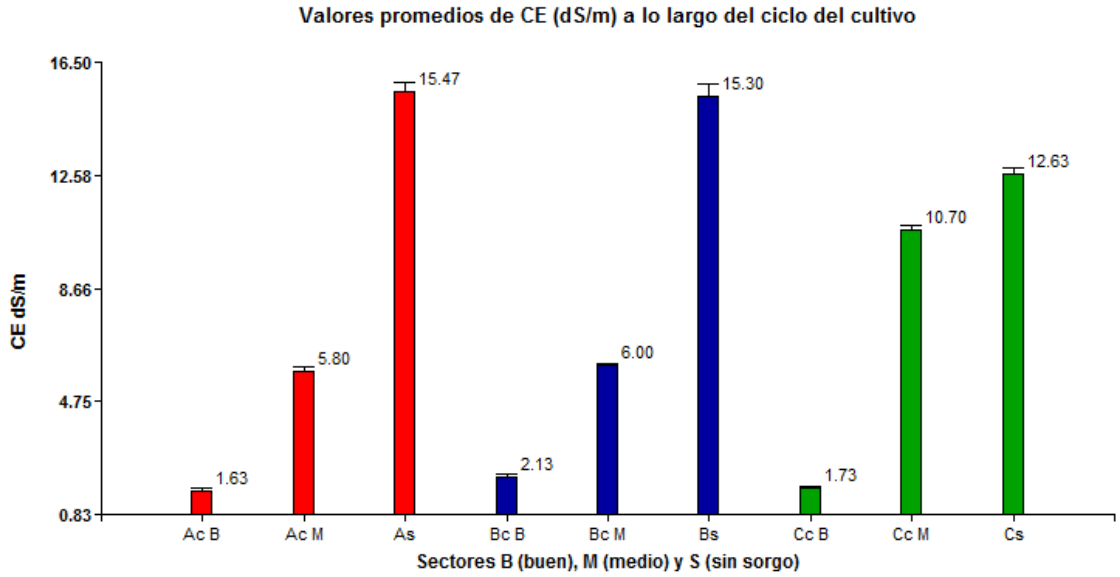


Figura 2: Valores promedios de conductividad eléctrica a lo largo del ciclo del sorgo.

El origen de los diferentes tenores salinos en una misma UE está fuertemente relacionado al ingreso de agua al perfíl de suelo, al proceso evapotranspiratorio y a los microrelieves que se generan en estos suelos.

Humedad Edáfica

Con respecto a la humedad edáfica, los primeros 20 cm determinan que los mayores contenidos de Hº se presentan en la situación de sectores sin sorgo, La situación de sectores con buen crecimiento presentan los menores contenidos de Hº edáfica lo que estaría fuertemente asociado a un mayor crecimiento, mayor masa radicular y mayor números de bioporos entre otros. Analizando la profundidad de suelo a 20-50 cm, los mayores contenidos de Hº edáfica se dan en los sectores sin sorgo y los menores en los sorgos de buen crecimiento. A la profundidad de suelo de 50-100 cm se mantuvo la misma tendencia.

pH

Con respecto al pH podemos afirmar que no existen diferencias significativas en las profundidades estudiadas. Los valores de esta variable, entre 0-20 cm, oscilan entre 7,9 a 8,3. A mayores profundidades se registró una marcada tendencia a incrementar el pH, con valores que superan los 9 y que indicarían la presencia de suelos salino-sódicos en profundidad.

Rendimiento

Evaluando el rendimiento estimado (peso kg tallo^{-1}, tallos m^{-1} y kg ha^{-1}) de los dos híbridos de sorgo azucarado y de los dos híbridos de sorgo fibroso, podemos afirmar que tienen un comportamiento diferencial tal como se pone de manifiesto en las Tabla 3.

Tabla 3: Rendimiento promedio de los cuatro tipos de sorgo

SORGO	***Promedio Peso kg tallo^{-1}***		***Promedio tallos m^{-1}***		***Kg ha^{-1}***	
	Bueno	**Medio**	**Bueno**	**Medio**	**Rto Bueno**	**Rto Medio**
Argensil BIO 165	0,45	0,29	5,6	5,53	32,27	20,48
Hib. AMF 543	0,48	0,46	6,53	4,67	39,79	25,47
Padrillo	0,56	0,39	4,81	3,15	27,98	17,78
Tobin 1339	0,45	0,35	7,11	4,1	35,66	22,64

El mayor rendimiento, en el caso de los híbridos azucarados corresponde a AMF 543, alcanzando valores de 25.000 a casi 40.000 kg ha^{-1} . Esto estaría asociado básicamente a su mayor tolerencia a condiciones de salinidad. Respecto a los híbridos de sorgos fibrosos Tobbin 1339 fue el que presentó mayores rendimientos con valores de 22.000 a 36.000 kg ha^{-1} según el sector evaluado.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

- Es posible encarar la siembra de sorgo en la Llanura Deprimida salina siempre y cuando lo tenores de salinidad edáfica no superen el valor de 12 dS m^{-1} y la producción se realice en un marco de manejo conservacionista (siembra directa) que garantice la presencia de cobertura como protector físico ante el impacto de la gota de lluvia.
- Los híbridos de sorgo presentan diferentes rangos de tolerancia a salinidad.
- El híbrido AMF 543 tuvo un mejor rendimiento que ARGENSIL 165 BIO.
- El híbrido Padrillo es el sorgo fibroso menos recomendado en este tipo de ambiente.

- El sorgo si se puede considerar un excelente biocombustible por los rendimientos en kg ha^{-1} alcanzados.
- Es fundamental que la producción sea sostenible y se realice en años considerados normales desde el punto de vista del regimen de precipitaciones. Hacer una buena sistematización de los lotes incluyendo, si es posible, sistemas de drenaje artificial por el potencial productivo del cultivo de sorgo.

BIBLIOGRAFÍA

Almodares, A. and M. R. Hadi. 2009. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. Afr. J. Agric. Res. 4 (9): 772-780.

BP Statistical Review of World Energy 2015. Consulta del 10 de marzo de 2017 de http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html

Informes de cadenas de valor. Azúcar. AÑO 1 - N° 3 – Julio 2016. Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas Presidencia de la Nación.

International Energy Agency, World Energy Outlook 2016, Consulta del 5 de marzo de 2017 de http://www.iea.org/bookshop/720-World_Energy_Outlook_2016

James, G. (2004). Sugarcane, 2nd Edition. Reino Unido: Blackwell Science.

Mazziotto, J. 2005. Agroecología y biocombustibles, herramientas para el desarrollo. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.

McCollum, T., K. McCuistion, and B. Bean. 2005. Brown midrib and photoperiod sensitive forage sorghums. AREC 05-20. Texas A&M Univ. Ag. Res. and Ext. Center., Amarrillo, TX

Ministerio de Energía y Minería - Presidencia de la Nación. Balance Energético Nacional de la República Argentina, año 2015. Consulta del 10 de marzo de 2017 de http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366

Reporte Agroindustrial.2016. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres ISSN 2346-9102.

Romero, E. R.; Cárdenas, G. J.; Ruiz, M.; Casen, S.; Fernández González, P.; Sánchez Ducca, A.; Zossi, B. S.; De Boeck, G.; Gusils, C.; Tonatto, J.; Medina, M.; Caro, R.; Scandaliaris, J. 2012. Integración del sorgo azucarado a la cadena de aprovechamiento bioenergético de la caña de azúcar en Tucumán, R. Argentina. Avance Agroindustrial. Vol. 33, nº 1, pp:13-17.

Romero, E. R.Biosorgo. Apuntes del camino. 2010. Avance Agroind. 34 (2): 29–31.

Vasilakoglou I, Dhima K, Karagiannidis N, Gatsis T (2011) Sweet sorghum productivity for biofuels under increased soil salinity and reduced irrigation. Field Crops Research, 120, 38–46.

Wilton Soares Cardoso; Flávio Dessaune Tardin; Gabriella Peterlini Tavares, Paula Viana Queiroz, Samuel Sampaio Mota, Maria Catarina Megumi Kasuya e José Humberto. Use of sorghum straw (sorghum bicolor) for second generation ethanol production: pretreatment and enzymatic hydrolysis. Quim. Nova, Vol. 36, No. 5, 623-627, 2013.

Zafra Azucarera 2016, Centro Azucarero Argentino. Consultado el 3 de marzo de 2017 de http://www.centroazucarero.com.ar/zafras/zafra2016.html.

Zuccardi, R. B. y Fadda, G. S. 1986 “Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán” Miscelánea N° 86.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS BAJO RIEGO COMPLEMENTARIO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

Fritz F.G.[1,2], G. Vázquez Amábile[1], F. Feiguín[1], P. Cañada[1,2]

[1] AACREA, Sarmiento 1236 CABA - ffritz@crea.org.ar
[2] Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Facultad de Agronomía (UBA).

RESUMEN: En los últimos años se han publicado informes y artículos sobre el potencial productivo del riego complementario en la agricultura argentina. Sin embargo, es escasa la información disponible sobre las cuestiones técnicas relacionadas con la materia, tales como estudios hidrogeológicos necesarios para evaluar la existencia de una oferta sustentable de agua subterránea y, en caso de haberla, cuál es la calidad del agua y qué impacto tendría la misma en la calidad del suelo. El objetivo del presente trabajo es estudiar la evolución de la composición química de suelos que recibieron agua con diferentes niveles de sodio, en campos con historia de riego complementario del SE bonaerense. Se analizaron lotes cercanos a la localidad de La Dulce, Partido de Necochea, donde se evaluó la restauración natural de lotes que fueron regados durante 5 años consecutivos desde 1997 hasta el 2001 y que no recibieron riego en los últimos 16 años. A tal fin, en 2017, se tomaron muestras a cuatro profundidades (0-10; 10-20; 20-30; 30-40), dentro y fuera de los círculos de riego, analizando CE y PSI. Los resultados se compararon con los análisis realizados en el 2001 a las mismas profundidades, observando que en la mayoría de los lotes afectados por el riego disminuyó su contenido de sodio intercambiable y sales solubles (CE), sobre todo en los primeros estratos. Sin embargo, en profundidades de 30-40 cm (horizonte B2t) se encontraron valores de 6,8% de PSI, similares a los registrados en 2001, posiblemente relacionado al contenido de arcilla de dicho estrato. Paralelamente se analizaron lotes bajo riego complementario, cercanos a Tandil, regados con aguas con RAS de 4 meq L^{-1}, cuyo PSI se incrementó levemente de 0,6% a 1,5%, habiendo recibido riego uno de cada tres años, entre el 2005 y 2017. Se concluye que suelos afectados por riego con aguas de mala calidad, pueden sufrir la persistencia en el contenido de sodio intercambiable en el perfil. Es muy importante continuar evaluando la relación entre diferentes láminas de riego aplicadas, la calidad del agua y sobre que suelos, evaluando la capacidad de resiliencia del mismo, a fin de no generar procesos de degradación irreversibles.

PALABRAS CLAVE: recuperación, sodificación, sodio intercambiable, riego complementario.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CULTIVO DE RÚCULA (*Eruca vesicaria)* EN INVERNADERO SOBRE LA SALINIDAD DEL SUELO.

López, R.[1], Carassay, L.[2], Bartel, A[3].

[1] Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa (LP) - lopezromina2017@hotmail.com

[2] Facultad de Agronomía, UNLPam.

[3] Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Dpto Geología, Universidad Nacional de La Pampa, Ruta 35, km 334, Santa Rosa (LP) - abartel@exactas.unlpam.edu.ar.

RESUMEN: Los sistemas hortícolas pampeanos frecuentemente presentan problemas de salinización del suelo debido al uso de agua para riego de mala calidad. El principal cultivo que se produce es lechuga. Las disminuciones en sus rendimientos pueden llegar al 60 %; y es frecuente observar como consecuencia del monocultivo, un incremento en la incidencia de enfermedades y plagas. La incorporación del cultivo de rúcula, más tolerante a la salinidad, podría constituir una variable interesante de manejo, ya sea como cultivo de rotación o asociado a lechuga; e incidir en la extracción de sales del suelo. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del cultivo de rúcula sobre la conductividad eléctrica (CE) y el pH del suelo, bajo la hipótesis de que producirá disminuciones de ambas variables y por lo tanto es posible utilizarlo como extractor de sales en el sistema. El ensayo se llevó a cabo en un macro-túnel en el que se implantó lechuga crespa y tres variedades de rúcula (Sais, Bonanza, Florensa), con tres densidades de siembra: 10, 15 y 20 kg ha^{-1}. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 6 tratamientos (T) y 3 repeticiones: T1: testigo; T2: Lechuga; T3: Bonanza asociada; T4: Sais asociada; T5: Florensa asociada; T6: rúcula. Se realizaron tres muestreos a 30, 60 y 90 días. Se midió el pH y la CE a 0-10 cm y 10-20 cm. El agua de riego fue clasificada como C_4 S_3. Se comprobó: aumento de pH en T1 respecto a los tratamientos cultivados en general como consecuencia del riego acumulado; una disminución de pH en las variedades Bonanza, 20 kg·ha^{-1}y Florensa 10 kg·ha^{-1} respecto a los restantes tratamientos cultivados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas de CE entre tratamientos. La alta variabilidad en pH y especialmente en CE y el corto período de evaluación podrían explicar estos resultados.

PALABRAS CLAVE: suelos hortícolas, rúcula.

INTRODUCCIÓN:

En la Provincia de La Pampa, la producción hortícola representó históricamente una actividad de escasa importancia, pero en los últimos años se ha incrementado en forma sostenida, tanto bajo cubierta como al aire libre (Siliquini *et al*., 2001). Aun así, la oferta en cuanto a calidad y cantidad de hortalizas es insuficiente. En las producciones bajo cubierta, el principal cultivo es lechuga. Es un cultivo poco tolerante al exceso de sales; una CE del suelo por encima de 1,25 dS m^{-1} provoca disminuciones importantes en sus rendimientos. El agua utilizada para riego es mayormente de origen subterráneo. En general su calidad no es buena, presenta pH con valores entre 8 a 8,5 y CE desde 1 dS m^{-1} a 1,5 dS m^{-1}, e incluso valores más altos en algunas zonas (Lang *et al*., 2013); constituyendo de aguas salinas, bicarbonatadas-sódicas.

En estos sistemas comerciales de producción, se observa frecuentemente una disminución importante de los rendimientos en lechuga, que puede llegar al 60 %, a causa de la salinidad

en los suelos originada por el riego con agua salina (Carassay *et al.,* 2013). Por otra parte, es frecuente observar con el tiempo y como consecuencia del monocultivo de lechuga, un incremento en la incidencia de enfermedades y plagas respecto a situaciones iniciales, que se traduce en un mayor uso de pesticidas. En suelos hortícolas del área de estudio, Spedaletti (2015) registró procesos de salinización y alcalinización moderados a altos respecto al suelo natural adyacente.

La incorporación del cultivo de rúcula, podría constituir una variable interesante de manejo en los sistemas hortícolas pampeanos, ya sea como cultivo de rotación o asociado a lechuga, dada su mayor tolerancia a la salinidad, no sólo en los suelos degradados sino en aquellos nuevos invernaderos que se incorporan al sistema productivo en suelos no degradados. En Argentina, si bien constituye un cultivo menor, su consumo se ha quintuplicado en los últimos años (Del Pino, 2012). Incrementar el cultivo de rúcula podría ser beneficioso incluso en pos de la diversificación de la oferta de productos comerciales hacia nuevas demandas de los mercados. Por lo tanto, es necesario incorporar a la rotación cultivos tolerantes a la salinidad, como la rúcula, que además podrían incidir en la extracción de sales del suelo. En La Pampa, son muy escasos los conocimientos de aspectos relacionados tanto a la ecofisiología del cultivo de rúcula, como a su incidencia en propiedades del suelo, en particular en invernaderos con suelos salinizados, por lo que es necesario empezar a generar tales conocimientos, que permitirán evidenciar si existen, por ejemplo, variedades de rúcula con mayor tolerancia a la salinidad y desarrollar en consecuencia tecnologías de proceso acordes a la región.

En base a lo expuesto, nuestro objetivo fue evaluar el efecto del cultivo de rúcula sobre la CE y el pH del suelo, bajo la hipótesis de que este cultivo producirá, en suelos bajo cubierta, disminuciones de la CE y pH del suelo y por lo tanto es posible utilizarlo como extractor de sales en el sistema hortícola. Como objetivos secundarios se planteó identificar si distintas variedades comerciales de rúcula existentes en Argentina y distintas densidades de siembra producen disminuciones diferenciales en la CE del suelo, bajo la hipótesis de que mayores densidades de siembra provocarán mayores disminuciones de la CE del suelo, como así también verificar el posible beneficio del cultivo asociado con lechuga.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El estudio se llevó a cabo en la Huerta de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, ubicada sobre la ruta nacional Nº 35, en el km 334, a 10 km al norte de la ciudad de Santa Rosa, en el departamento Capital de la provincia de La Pampa. El ensayo se llevó a cabo en un macro-túnel en el que se distribuyeron tres platabandas con una separación de 0,25 m entre ellas y 6 parcelas cada una. Se utilizó lechuga crespa (*Lactuca sativa L. var crispa cv Brisa*) y las siguientes variedades de rúcula: “cultivada” (Sais), “cultivada” (Florensa) y “hoja ancha” (Bonanza), con tres densidades de siembra: 10, 15 y 20 kg ha^{-1}.

Para la distribución de los tratamientos, se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: testigo sin cultivar; T2: lechuga; T3: Bonanza asociada con lechuga; T4: Sais asociada con lechuga; T5: Florensa asociada con lechuga; T6: rúcula. En T3, T4 y T5, se distribuyeron las tres densidades de siembra mencionadas. En cuanto a T6, el mismo incluyó las tres variedades de rúcula con sus tres densidades de siembra.

Se realizaron tres muestreos de suelo en tres etapas diferentes de desarrollo del cultivo (muestreos M1, M2 y M3), a fin de evaluar aún dentro del corto plazo, posibles variaciones de la CE del suelo en el tiempo. El primer muestreo se realizó a un mes de la implantación y siembra del cultivo y el segundo muestreo, a dos meses, en cada uno de los tratamientos establecidos. Por último, durante la floración del cultivo de rúcula, antes de que la misma fructifique y/o madure la semilla, se realizó un tercer muestreo en T6 y T1.

Se tomaron muestras compuestas de suelo integradas cada una por 5 submuestras, desde la superficie hasta los 20 cm de profundidad, cada 10 cm (0-10 cm y 10-20 cm).

El agua utilizada para riego se caracterizó según el diagrama de Riverside como de tipo C_4 S_3, es decir de alta salinidad y sodicidad, por lo que no es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, aunque puede utilizarse ocasionalmente en cultivos tolerantes.
En cada muestra se determinó el pH actual (1:2,5) y la CE en extracto de pasta saturada.
Los resultados fueron evaluados por ANOVA, sometidos a pruebas de diferencias de medias ($p \leq 0,05$) utilizando el programa InfoStat versión 2011 (Di Rienzo *et al*., 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:
Con respecto a la CE en el tratamiento sin cultivar T1, los valores medios variaron entre 5,7 dS m^{-1} y 7,2 dS m^{-1}, dentro del rango ligeramente salino (LS), mientras que en T6, los valores medios registrados alcanzaron máximos de 8,5 dS m^{-1} (mínimos de 4,6 dS m^{-1}). Los valores fueron incrementándose desde M1 a M3. Se mantuvieron dentro de rangos (LS) en M1, independientemente de la variedad y densidad de rúcula, como así también de la profundidad del suelo considerada. En cambio, se registraron conductividades moderadamente salinas (MS) en M2, en T6S-20, y en M3 en todas las densidades de T6S, en todos los casos a profundidades de 10-20 cm.
Para el tratamiento lechuga T2, la CE varió de 5,8 dS m^{-1} a 7,1 dS m^{-1} manteniéndose en el rango LS, independientemente de la profundidad considerada. El mismo comportamiento se registró en los tratamientos T3, T4 y T5, es decir los valores se mantuvieron dentro del rango LS, aunque con valores siempre relativamente menores a T1, en especial en las densidades 15 y 20 kg ha^{-1}, donde se registraron valores mínimos de 4,4 y máximos de 5,7 dS m^{-1}. No obstante, no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, es decir, no se evidenció estadísticamente un efecto del cultivo de rúcula sobre la CE del suelo. Sin embargo, se observó un efecto diferencial de la salinidad del suelo sobre los cultivos analizados; mientras que la lechuga mostró un efecto notorio sobre la calidad comercial del producto (bordes quemados), la rúcula, más tolerante, no evidenció pérdida de calidad (figura 1).

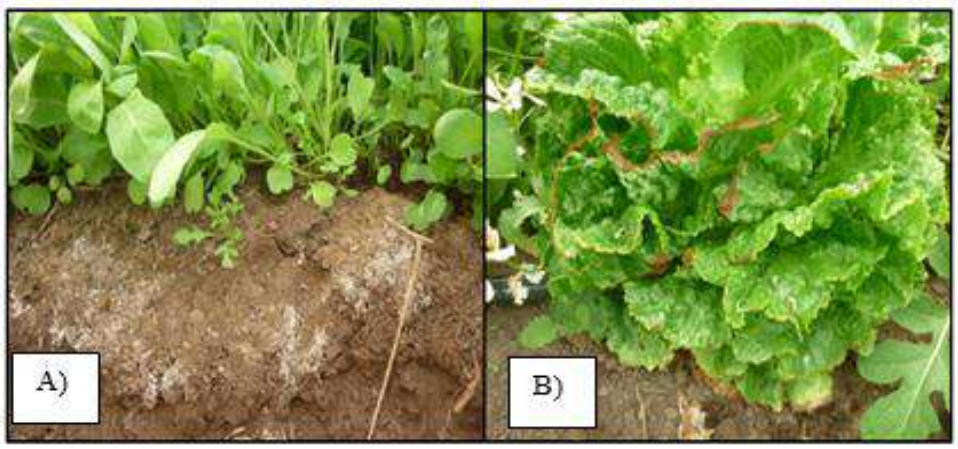


Figura 1: Efecto de la salinidad del suelo sobre el cultivo. A) rúcula, B) lechuga.

Debe destacarse, que teniendo en cuenta que el valor de CE límite para considerar a un suelo salino es de 4 dS m^{-1}, se comprobó que todos los tratamientos estuvieron por encima de ese valor, mostrando un proceso de salinización notorio del suelo producto del uso de agua de mala calidad para el riego, sobre todo si se lo compara con los valores de CE del suelo natural, 0,3 dS m^{-1} (Spedaletti, 2015).
Respecto al pH, los valores medios más altos se asociaron al tratamiento sin cultivar T1 en M3, variando entre 6, 9 y 7,8 desde M1 a M3. En los tratamientos cultivados rúcula asociada a lechuga (T3, T4 y T5), los valores de pH también tuvieron este comportamiento, es decir en general fueron incrementándose relativamente desde M1 a M3, aunque con valores siempre por debajo de T1, y similares entre variedades (figuras 2, 3, 4 y 5). En cambio, entre densidades de siembra se observaron valores de pH siempre relativamente más bajos en

las densidades menores (10 kg·ha^{-1}). El análisis estadístico, permitió determinar que se encontraron diferencias significativas de pH entre el tratamiento sin cultivar, T1, en los primeros 10 cm del suelo, en M3, respecto a los muestreos anteriores de T1 (M1 y M2) y respecto a todos los tratamientos cultivados en general (T2, T3, T4, T5 y T6), independientemente de la profundidad, densidad de cultivo y tiempo considerados. Estos resultados muestran en principio que, el aumento de pH del suelo por efecto acumulado del riego se atenuaría en el suelo cultivado producto de cierta interacción suelo-cultivo. Entre tratamientos cultivados, en cambio, sólo se registraron diferencias estadísticas, con disminuciones de pH: en T5-10M1, en ambas profundidades de muestreo y en T6B-20M3 respecto a los restantes tratamientos cultivados; y con aumentos de pH en T3-20M3, T4-15M2, T4-20 M2 y respecto a los restantes tratamientos cultivados.

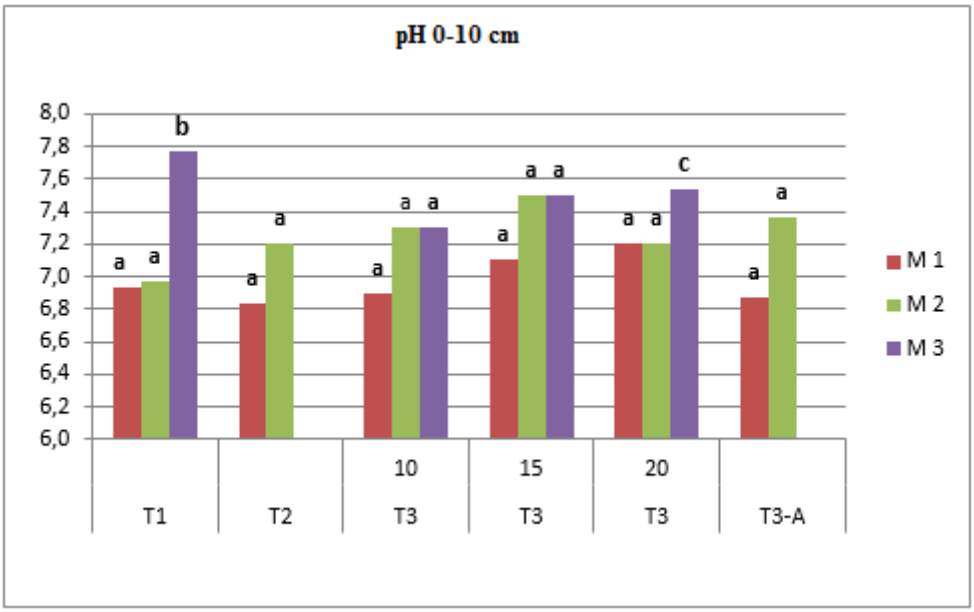


Figura 2: Variación del pH de 0-10 cm, en T3, T1 y T2. T3-A corresponde al cultivo de lechuga asociado. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha^{-1}. (Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

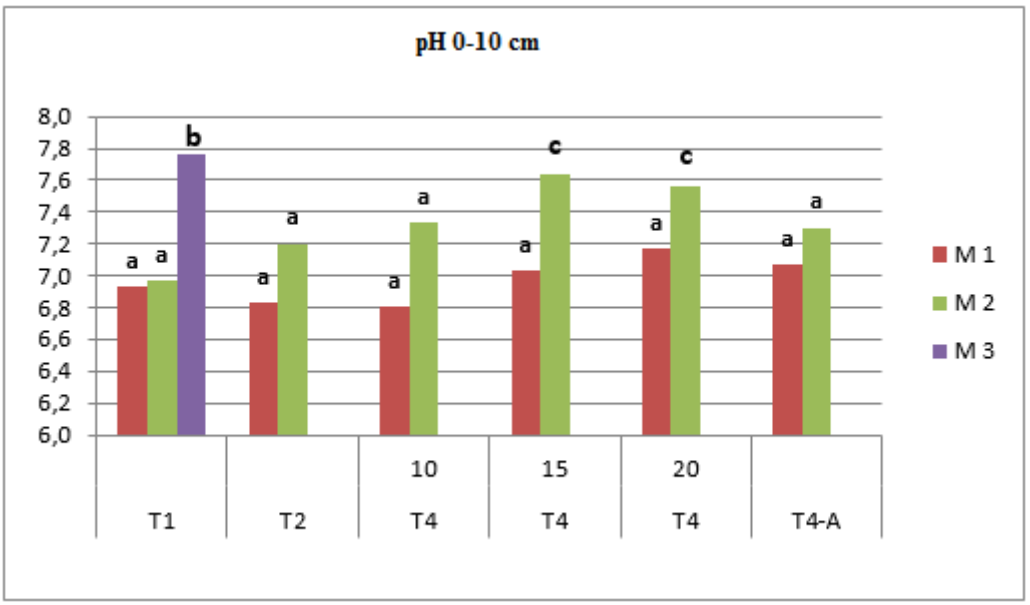


Figura 3**:** Variación del pH de 0-10 cm, en T4, T1 y T2. T4-A corresponde al cultivo de lechuga asociado. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha^{-1}. Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

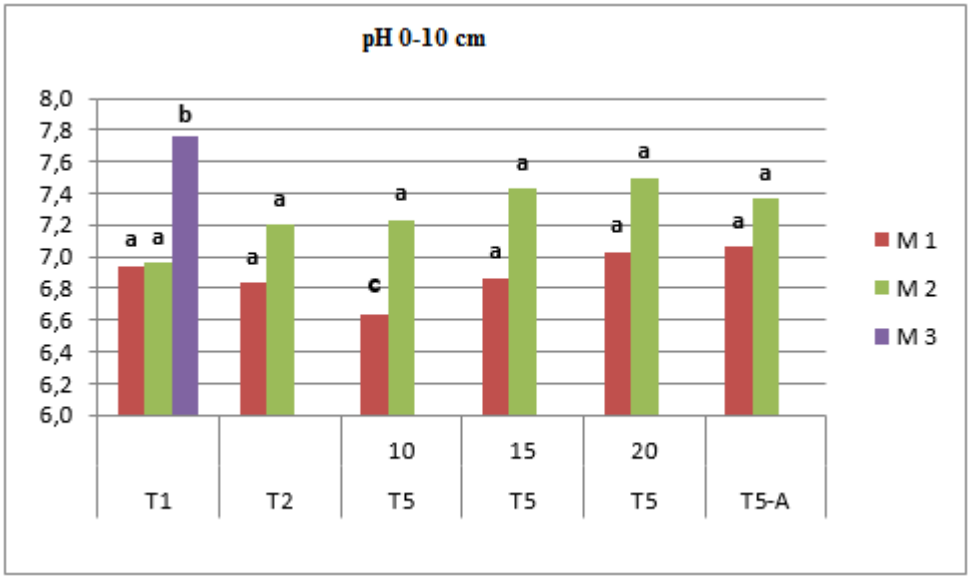


Figura 4**:** Variación del pH de 0-10 cm, en T5, T1 y T2. T5-A corresponde al cultivo de lechuga asociado. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha^{-1}. (Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

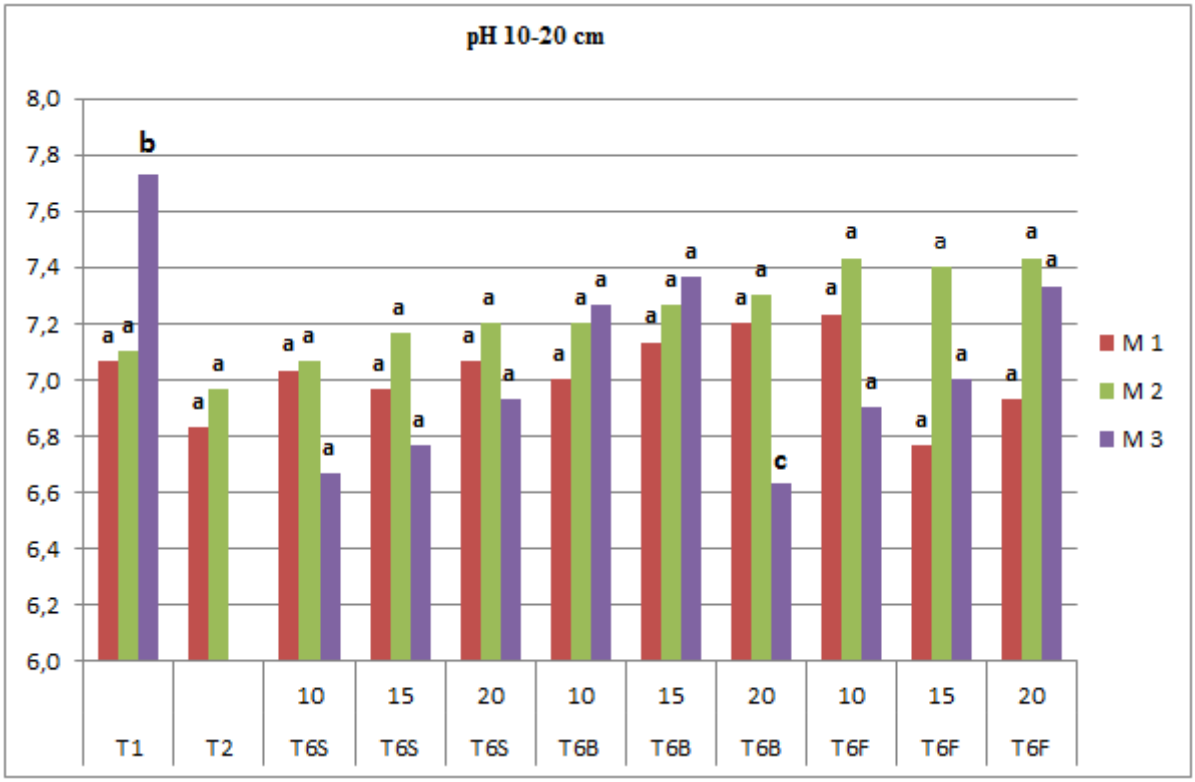


Figura 5**:** Variación del pH de 10-20 cm, en T6, T1 y T2. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha^{-1}. (Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

En cuanto a la variabilidad de los datos, se observó que para pH los máximos desvíos obtenidos fueron de 0,6 unidades, mientras que para CE se registraron desvíos máximos de 4,8 unidades. Este comportamiento debería ser tenido en cuenta a la hora de aplicar al suelo, por ejemplo, enmiendas o fertilizantes, el cual no tendría la misma respuesta en todos los puntos.

CONCLUSIONES:

Se comprobó un aumento de pH en los primeros 10 cm del suelo, entre el tratamiento sin cultivar, en el máximo tiempo acumulado, y todos los tratamientos cultivados en general, independientemente de la profundidad del suelo, de la variedad de rúcula y la densidad de cultivo que se consideren.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la CE del suelo entre tratamientos, es decir no se comprobó un efecto del cultivo de rúcula en la CE del suelo. La alta variabilidad encontrada podría explicar tales resultados. No obstante, la salinidad del suelo produjo un impacto negativo mayor en la calidad del cultivo de lechuga respecto al de rúcula, producto de su menor tolerancia a la salinidad.

Se comprobó que el suelo de invernadero regado con agua clasificada como C_4 S_3, alcanzó un proceso de alcalinización y de salinización que es necesario revertir. La inclusión de cultivos tolerantes en la rotación, como rúcula, que no ven afectada ni su calidad ni su rendimiento (o levemente), es una opción de manejo recomendable, siendo la densidad óptima 10 $kg \cdot ha^{-1}$.

Ensayos a más largo plazo podrían mostrar mayor incidencia del cultivo de rúcula.

BIBLIOGRAFÍA:

Carassay LR, AO Siliquini, A Bartel, A Rebollo, JP Ponce, M Collazo & E Baudino. 2013. Efecto de la salinidad sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.)* cultivada en invernadero en la provincia de La Pampa. XXXVI Congreso Argentino de Horticultura y II Congreso Internacional de Plásticos Agrícolas. Tucumán. ISSN de la edición on line 1851-9342.R 53.

Del Pino, M. 2012. http://contactorural.wordpress.com/2015/06/12/el-cultivo-de-rucula/, visitada el 21 de noviembre de 2015.

Di Rienzo JA, F Casanoves, M Balzarini, L Gonzalez, M Tablada & C Robledo. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar.

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 (79): 32-42.

Siliquini O, H Gregoire & J Scarone. 2001. Evolución de la producción hortícola en la provincia de La Pampa. XXIV Congreso Argentino de Horticultura. Jujuy Resúmenes. Horticultura Argentina 20 (48).

Spedaletti, M. 2015. Evaluación de la influencia del manejo en la evolución del perfil de salinidad en huertas bajo cubierta de la localidad de santa rosa, provincia de La Pampa. Trabajo Final de Graduación para alcanzar el grado de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente. UNLPam. 53 pp.

3. FISIOLOGÍA DEL STRESS

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ESTUDIO MORFOANATÓMICO FOLIAR DE *Atriplex crenatifolia* SOMETIDO A ESTRÉS SALINO POR SULFATO DE SODIO Y RECUPERACIÓN.

Cisterna G.[1], M. Molina [2], V. Villarreal[1]

[1] Auxiliar de primera. Área de Ecología. Departamento de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad de San Luis. Ejercito de los andes 950, Bloque I segundo piso - gabrielacisterna88@gmail.com
[2] Profesor adjunto de Biología de plantas, Área de Ecología. Departamento de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad de San Luis. Ejercito de los andes 950, Bloque I segundo piso

RESUMEN: *Atriplex crenatifolia*, es una especie considerada halófita obligada que presenta tolerancia a condiciones de aridez y se desarrolla en forma natural en Salinas del Bebedero, al sudoeste de la provincia de San Luis. En estos suelos salinos el catión predominante es el Na^+ y el anión es SO^{-4}. Debido a los escasos estudios de los efectos del Na_2SO_4 sobre esta especie, en este trabajo se investigó las características adaptativas de tipo morfoanatómicas de la hoja de *Atriplex crenatifolia* ante condiciones de estrés salino por Na_2SO_4 y de recuperación. Para los estudios histológicos de hojas se utilizaron plántulas de 30 días, las cuales fueron sometidas a diferentes concentraciones de Na_2SO_4: 189,6 mM, 379,2 mM y 530,8 mM durante 29 días. El tratamiento control solo se regó con Hoagland 25%. El material fresco se fijó en FAA (Formol. Alcohol y Ácido Acético Glacial), luego se deshidrató e infiltro con Paraplast para poder realizar cortes en micrótomo. Posteriormente fueron teñidos con Azul de Cresilo 0,5% y se tomaron microfotografías en los distintos aumentos. Los estudios histológicos muestran que las hojas de las plantas tratadas presentan características diferentes a los controles en relación a: tamaño foliar, vacuolización de células del mesofilo, modificación respecto a tamaño y numero de estructuras Kranz, variación en el número de glándulas de la sal y densidad estomática. Se pudo observar que los cambios anatómicos de la hoja inducidos por la exposición previa a Na_2SO_4 se modificaron tras el periodo de recuperación. El estudio demuestra la adecuación de la hoja bajo condiciones de estrés salino por medio de modificaciones morfoanatómicas y además la potencial capacidad de recuperarse morfoanatómicamente tras un eventual alivio de dicho estrés.

PALABRAS CLAVE: Na_2SO_4, *Glandulas de la Sal*, mesófilo.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ACUMULACIÓN DE Na^+ y K^+ EN CULTIVARES DE SOJA CONTRASTANTES EN TOLERANCIA A SALINIDAD.

Bustos D.[1], R. Parola[1], J. Gilli[2], R. Lascano[1,3] ,E. Taleisnik[1,3]

[1]Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales, Centro de Investigaciones Agropecuarias (IFRGV-CIAP), INTA, Córdoba, Argentina.
[2]EEA INTA Marcos Juarez
[3]CONICET, Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue evaluar la distribución de iones Na^+ y K^+ en cultivares de soja con tolerancia diferencial a la salinidad. Primeramente se caracterizaron 13 genotipos de soja, en las etapas iniciales del crecimiento vegetativo, en condiciones control y de baja salinidad (0 y 75 mM NaCl, respectivamente). Los ensayos se realizaron en invernadero, con control de temperatura y luz. En base a los parámetros Altura y Peso Seco, se seleccionaron dos genotipos de respuestas contrastantes a la salinidad: A8000 (tolerante) y FC31572 (sensible) en los cuales se midió la concentración de Na^+ y K^+ (por HPLC), en diferentes partes de la planta: hipocótilo, epicótilo, primer entrenudo, pecíolo y folíolo central de la segunda hoja trifoliada. Ambos cultivares presentaron altas concentraciones de Na^+ en el hipocótilo, que decrecieron en epicótilo y primer entrenudo, principalmente en el cultivar tolerante, y alcanzaron la máxima diferencia en pecíolo, con concentraciones de 1384 vs 80 µmoles/mg PS, para el cultivar sensible y tolerante respectivamente. Estos resultados indicarían una posible barrera para el Na^+ en el hipocótilo. No hubo diferencia en el contenido de K^+ entre genotipos, ambos presentaron altas concentraciones en pecíolos, indicándolos como posibles reservorios de K^+.

PALABRAS CLAVE: Glycine max, sodio, estrés abiótico.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

PRODUCCIÓN DE AGROPIRO CRIOLLO Y ALARGADO EN AMBIENTES CON Y SIN SALINIDAD-ALCALINIDAD.

Ruiz, M.A.[1, 2], R. Ernst[2], D. Villlagra[2]

[1] INTA. EEA Anguil Ing. Agr. Guillermo Covas. La Pampa. Argentina. - ruiz.maria@inta.gob.ar.
[2] Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Argentina.

RESUMEN: El agropiro permite revalorizar ambientes con menos aptitudes productivas logrando un aprovechamiento sustentable del sistema, brindar cobertura al suelo, recuperar su estructura. El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de forraje de *Agropyron elongatum* (agropiro alargado) y *Agropyron scabrifolium* (agropiro criollo) en dos tipos de suelos: salino-alcalino (SA) y no SA. Los ensayos se condujeron en dos ambientes: SA (CE 5,4 dS m^{-1}; pH 8,6) y no SA (pH 6,0; CE 2,1 dS m^{-1}). Las variedades utilizadas fueron: dos de agropiro criollo (Don Alberto EEA Anguil y F.A. UNLPam) y cuatro de agropiro alargado (Pucará PV INTA, Hulk Gentos, Barpiro Barenbrug y población naturalizada en la zona). El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro 4 repeticiones. Los cortes se realizaron durante dos años (1:5/11/14, 2:23/4/15, 3:9/10/15, 4:23/11/15, 5:6/5/16, 6:9/11/16). Para el análisis de los cortes se usó un modelo mixto con efectos fijos de cortes, variedades y sitios y sus interacciones, y aleatorios de bloques dentro de sitios y la interacción con variedades. Las comparaciones de variedades dentro de cada sitio y corte, se hicieron mediante LSD. Para el análisis de los totales se usó un modelo mixto con efectos fijos de variedad y sitios y su interacción, y aleatorios de bloques dentro de sitio. Se encontró interacción sitio x variedad x corte ($p=0,04$), y sitio x corte ($p<0,0001$). Las diferencias entre sitios y entre cortes fueron significativas ($p<0,0001$). Todas las variedades fueron afectadas por la salinidad-alcalinidad en casi todos los cortes, salvo Barpiro en el corte 3, todas las variedades de agropiro alargado en el cuarto y agropiro población naturalizada en el quinto. Las variedades de ambas especies de agropiro tuvieron un comportamiento similar entre ambos sitios y su producción se redujo entre un 50 y 60% respecto a la del suelo sin limitaciones por salinidad-alcalinidad.

PALABRAS CLAVE: *Agropyron elongatum*, *Agropyron scabrifolium*, forraje.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ESPECIES VEGETALES INDICADORAS DE SALINIDAD EN EL SISTEMA DE DRENAJE DEL ALTO VALLE DE RÍO NEGRO, ARGENTINA

Fernández C.[1]; Jocou, A.[2]; Gandullo, R.[1]

[1] Docentes-investigadores. Botánica Agrícola Sistemática. FCA-UNCo. Cinco Saltos, RN, Argentina - cristina.fernandez@faca.uncoma.edu.ar
[2] Estudiante-Becario CIN. FCA-UNCo Cinco Saltos, RN, Argentina.

RESUMEN: La inadecuada utilización de los recursos naturales por la actividad humana, tiende a ser un proceso lento y acumulativo que conlleva a la contaminación ambiental. La principal fuente de alteración causada por el hombre en los agroecosistemas del Alto Valle de Río Negro, está relacionada con el uso irracional del agua de riego que conlleva al proceso de salinización.El sistema de riego y drenaje constituye la infraestructura hidráulica más importante del AltoValle de Río Negro. En particular, el sistema de drenaje está conformado por los drenajes propiamente dichos que colectan el agua subterránea y los desagües que canalizan el agua superficial. Las macrófitas son integrantes de la vegetación de estos ambientes y reflejan algún grado de eutrofización o de salinidad inherente de un área contaminada.Por lo general, se utilizan comoindicadores de cambios o alteraciones en el medio, a través de la calidad del hábitat.El presente trabajo tiene como objetivo identificar lasmacrófitos indicadoras de salinidad en los cuerpos de agua del sistema de drenaje del Alto Valle de Rio Negro. El estudio se realizóen los desagües dulceacuícolas lénticos de aguas someras, ubicados en antiguas terrazas holocénicas. El catálogo florístico exhibe 37especies, con 25 géneros correspondientes a 18 familias, donde las más representativas fueron *Poaceae* (13,51%) y *Typhaceae* (10,81%). Se constató la presencia halófitas preferenciales como *Bolboschoenus maritimus*y halófitas de subsistencia como *Phragmites australis*. Estos resultados constituirán una importante herramienta de diagnóstico para evitar el proceso de salinización.

PALABRAS CLAVE: halófitas bioindicadoras, ambientes dulceacuícolas lénticos, desagües.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

DISTRIBUCION ESPACIAL DE RAICES DE ALFALFA EN UN SUELO SODICO DE CORDOBA

Bonadeo[1 2], E.; C. Milán[2] P. Salvatierra[2] L. Bauk[3], L. Cantero, A.[1]

[1] Dpto. Ecología Agraria, Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nac. 36 - Km. 601 - Río Cuarto, Córdoba. ebonadeo@ayv.unrc.edu.ar
[2] Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas – Universidad Nacional de Villa María. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba.
[3]Alumna Maestría Cs. Agropecuarias UNRC.

RESUMEN: Una de las causas relacionadas al menor rendimiento de los cultivos en suelos sódicos es el escaso desarrollo de raíces. Con el propósito de entender el proceso de exploración de raíces se evaluó la densidad de longitud de raíces (DLR) de una alfalfa de tres años implantada sobre un Natracuol típico franco ubicado en San Basilio, Córdoba (33° 29'13'' S y 64°21'21''O). La medición de raíces se realizó en Marzo en dos situaciones "normal" y "manchón" seleccionadas por el desarrollo de la alfalfa. Para cada situación se consideraron 4 repeticiones. Los resultados muestran que en "normal" el valor promedio de DLR es de 0,14 cm cm^{-3}, mientras que en "manchón" es de 0,06 cm cm^{-3} con menor profundidad máxima para esta última situación. También se encontró que el coeficiente de variación de "normal" es menor que el de "manchón". Para estudiar la distribución espacial de las raíces se ajustaron modelos lineales y mixtos y se determinó la estructura de correlación espacial en cada repetición de las dos condiciones. En el caso de "normal" la distribución espacial fue siempre de tipo esférica, aunque se observaron variaciones entre los valores de los parámetros. En cuanto a "manchón" las distribuciones espaciales fueron diferentes en cada repetición, indicándose con esto la alta variabilidad de la DLR de esta condición. La distribución de raíces fue posible diferenciarla en "normal" mientras que en "manchon" no fue posible determinar el patrón de distribución debido a una mayor acumulación de raíces en planos de debilidad y superficie de los prismas especialmente en el horizonte Btn. También se denota acumulación de raíces en el primer horizonte. En todos los análisis realizados siempre se mejoraron las estimaciones de DLR cuando se consideró su distribución espacial. Se concluye que la distribución espacial de raíces de "normal" se diferencia de "manchón".

PALABRAS CLAVE: densidad de longitud de raíces, Natracuol, variabilidad espacial.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

LA TASA FOTOSINTÉTICA Y SU RELACIÓN CON LA CONDUCTANCIA DEL MESÓFILO Y VARIABLES DE FLUORESCENCIA EN PLANTINES DE DE *Jatropha curcas* SUJETOS A ALTOS NIVELES DE SALINIDAD.

Dorta-Santos M.A.[1], D.F. Wassner [2], E.L. Ploschuk[2]

[1] Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, Facultad de Ciencias, Sección de Biología, Universidad de La Laguna, La Laguna 38206, Tenerife, Islas Canarias, España.
[2] Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Cátedra de Cultivos Industriales, Argentina - ploschuk@agro.uba.ar.

RESUMEN: *Jatropha curcas* Linnaeus es uno de los cultivos alternativos candidato para producir biodiesel en regiones áridas y semiáridas. Estudios previos revelaron una mediana tolerancia a la salinidad, pero se desconoce el impacto de altos niveles sobre el crecimiento, como tampoco su capacidad de recuperación. Se evaluó el efecto de salinidades crecientes hasta 12 dS m^{-1} sobre la tasa fotosintética y variables asociadas en plántulas bajo óptimas condiciones nutritivas con hidroponía, como también su recuperación. Se estableció un diseño completamente aleatorizado con tres réplicas para cada tratamiento que consistieron en: i) testigo (T), ii) estrés salino progresivo con NaCl (S) a 3, 6, 9 y 12 dS m^{-1} y iii) controles respectivos isoosmóticos progresivos (PEG) a -0,11, -0,23, -0,35 y -0,47 MPa en el transcurso de 12 días. Posteriormente se sometieron todas las plantas a recuperación con solución nutritiva. Se midió tasa fotosintética con irradiancias saturantes (A_{max}), conductancia estomática (g_s), clorofila (SPAD), rendimiento cuántico potencial (Fv/Fm) y conductancia del mesófilo (g_m). El efecto osmótico aislado (PEG) fue más sensible que S a 6 dS m^{-1}, reduciendo significativamente A_{max} en un 60% ($P<0,05$) respecto a T, y demostrando un efecto benéfico del sodio a esos niveles. En cambio, S se redujo significativamente en un 80% ($P<0.05$) recién con 9 dS m^{-1}. Por otra parte, SPAD y Fv/Fm recién se redujeron significativamente a 12 dS m^{-1}. La caída de A_{max} se asoció significativamente con una disminución de g_s ($r^2= 0,90$) y g_m, ($r^2= 0,97$), pero este último parece ser el factor causal. A_{max}, g_s y g_m mostraron una completa recuperación en S y PEG a los 5 días mientras que SPAD y Fv/Fm requirieron 8 días. Se concluye que *J. curcas* presenta una alta tolerancia y recuperación a la salinidad, causada por g_m y fotoinhibición, pudiendo soportar niveles de hasta 12 dS m^{-1}.

PALABRAS CLAVE: conductancia del mesófilo, fotosíntesis, *Jatropha curcas*.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE AGROPIRO CRIOLLO (*Elymus scabrifolius*) Y AGROPIRO ALARGADO (*Thinopyrum ponticum*).

Ruiz M.A.[1,2], R. Ernst[2], C.G. Jauregui[2]

[1] INTA. EEA Anguil Ing. Agr. Guillermo Covas. La Pampa. Argentina. ruiz.maria@inta.gob.ar
[2] Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Argentina.

RESUMEN: La existencia de suelos con presencia de sales en superficie, se sitúa en zonas deprimidas de distribución local en la provincia de La Pampa y se manifiestan como áreas aisladas improductivas, debido a las condiciones de estrés que brindan. Esta problemática, sumada al acelerado avance de la frontera agropecuaria, ha provocado desplazamientos de las actividades ganaderas hacia regiones de condiciones marginales; acentuando la fragilidad de estos ambientes. Esta limitante agrava uno de los principales problemas que enfrenta la ganadería de cría en estas áreas, que es la escasez de forraje. El agropiro criollo *(Elymus scabrifolius)* y agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum)*, son dos especies forrajeras invernales, nativa y exótica respectivamente, que prosperan en sitios halomórficos. Estas, mediante estrategias de manejo adecuadas para una buena implantación, pueden promover la restauración y aumento de forraje en zonas con características de estrés salino, donde otro tipo de especies no prosperan. En el presente trabajo se evaluaron dos variedades de agropiro criollo y tres de agropiro alargado provenientes de distintos sitios. El objetivo fue determinar el crecimiento inicial en invernáculo, bajo condiciones de salinidad creciente. Los ensayos fueron semi controlados y conducidos mediante el uso de soluciones de NaCl, con diferentes potenciales osmóticos (ψ_o) expresados en MPa, para cada uno de los tratamientos realizados. Los resultados obtenidos, indicaron diferencias entre variedades sometidas a un mismo tratamiento salino y se demostró claramente que agropiro alargado es más tolerante que agropiro criollo en condiciones de estrés salino.

PALABRAS CLAVE: estrés salino, NaCl, especies forrajeras.

INTRODUCCIÓN:

La problemática de salinización de suelos, en general, está ligada a oscilaciones del nivel freático, con agua cargada de sales, producto de la variabilidad climática (lluvias extraordinarias, superiores a la media histórica) y la intensificación, en las últimas décadas, del uso agrícola de las tierras más altas circundantes a las afectadas. Esto ha generado la alteración en el balance y el régimen hídrico de las zonas deprimidas, provocando un incremento de los anegamientos por ascensos temporales o permanentes en los niveles freáticos (Casas, 2013). Finalizados los períodos de lluvia, el agua se elimina mediante evaporación e infiltración, comenzando así la desecación de las capas superiores del suelo. Al intensificarse el proceso por aumento de las temperaturas, se produce el ascenso capilar del agua freática que, al evaporarse de manera directa, enriquece de sales todo el perfil y, principalmente la porción superior del suelo, fenómeno denominado salinización (Zamolinski, 2000). A consecuencia de esto, el fenómeno tiene la propiedad de disminuir el potencial osmótico de los suelos, provocando un descenso en el consumo de agua y déficit hídrico en las plantas afectadas (Casas, 2013).

Entre las diversas especies forrajeras adaptadas a condiciones extremas, se encuentran *Thinopyrum ponticum* (Podp.) Bartworth et Dewey, conocido vulgarmente como agropiro alargado (Bazzigalupi *et al*., 2008; Andres, 2014; Sevilla *et al*., 2014) y *Elymus scabrifolius* (Döll) J. H. Hunz, llamado comúnmente agropiro criollo (Ferrari, 2001).
Una alternativa, es el uso de especies tolerantes a condiciones de estrés salino, tales como *Thinopyrum ponticum* y *Elymus scabrifolius*, que presentan una múltiple gama de variedades inscriptas en el mercado de semillas, pero que no son muy utilizadas debido a la falta de conocimiento (Fernández Grecco, 2013).
El objetivo del presente trabajo es evaluar el crecimiento inicial de dos variedades de agropiro criollo y tres variedades de agropiro alargado bajo distintas concentraciones de salinidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron semillas de agropiro criollo (*Elymus scabrifolius*) provenientes de dos poblaciones de La Pampa: Don Alberto (INTA) y Forrajetum. Para el agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*), se utilizaron semillas de los cultivares: Pucará INTA PV, Hulk Gentos y Barpiro Barenbrug.
El ensayo se realizó en el invernáculo en INTA EEA Anguil (temperatura: máx 18±3 ºC y mín 8±3 ºC medidas con termómetro digital), en macetas plásticas con capacidad de 800 g, que fueron llenadas con mezcla de suelo, arena y perlita: 2:2:1 respectivamente como sustrato. En estas macetas se realizó el trasplante de 4 plántulas normales de cada variedad, obtenidas a partir de la germinación en laboratorio. Los tratamientos recibieron riegos con solución salina, de manera tal que su concentración de NaCl fue incrementando, finalizando su período con niveles de estrés salino (ψ_o) de: 0; -0,5; -1,5; -2,0 y -2,5 (MPa)
El regado en los primeros 15 días, fue de acondicionamiento para generar una buena implantación, con agua destilada (50 mL por vez). Luego se le suministró poco a poco la totalidad de la solución salina correspondiente, para cada tratamiento (excepto el control), con un riego por semana. Después de transcurrido un tiempo de 50 días, en cada maceta, se eligió y marcó una planta al azar para realizarle mediciones morfo – fisiológicas: altura de planta y números de hojas.
Antes de la cosecha se calculó el contenido relativo de agua (CRA) expresado en porcentaje, para esto se cortaron dos hojas en cada una de las muestras, con aspecto sano y que habían finalizado su crecimiento. Las plantas se cosecharon a los 80 días del inicio del ensayo y se les realizó determinaciones de: Biomasa aérea y se estimó biomasa relativa respecto al testigo. Finalizada la colecta de las plantas, se procedió a la extracción de muestras de suelo, tomando una maceta por variedad y por tratamiento, para determinar conductividad eléctrica y pH en laboratorio. Todos los tratamientos regados con solución de NaCl, generaron un sustrato salino, menos el tratamiento control que tuvo condiciones normales (Tabla 1).

Tabla 1: Valores de pH, conductividad eléctrica (CE) y tipo de sustratos que contenían las macetas utilizadas en el invernáculo para cada uno de los tratamientos realizados

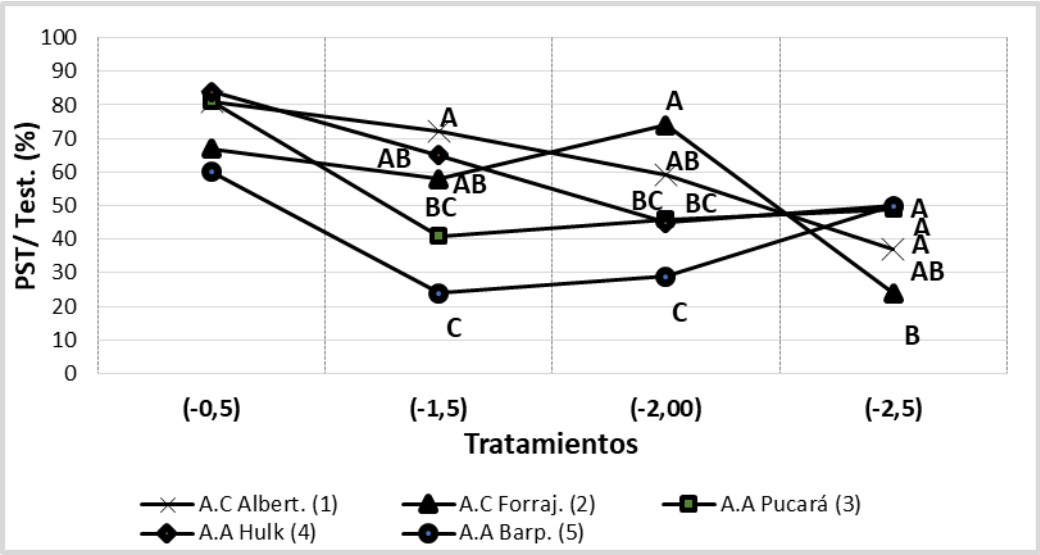
Tratamientos	pH	CE (dS m^{-1})	Suelo
Testigo	7	1,1	Normal
-0,5 MPa	6,1	21,8	Salino
-1,5 MPa	6,2	36,9	Salino
-2,0 MPa	6,2	41,2	Salino
-2,5 MPa	5,8	49,7	Salino

Para detectar diferencias se realizaron análisis de varianza de acuerdo a un factorial salinidad x variedad (5 x 5), y cuando estas fueron significativas, las medias se compararon mediante la prueba de diferencia mínima significativa DMS ($p<0,05$) empleando el paquete estadístico InfoStat versión 1.1 (Di Renzo *et al*., 2014).

RESULTADOS

Biomasa de Plantas Relativa al Testigo:

Se encontraron diferencias significativas entre variedades (p< 0,05) y entre tratamientos (p< 0,0001). A -0,5 MPa las variedades no difirieron entre sí. Las variedades de agropiro criollo en los niveles moderados de -1,5 a -2,0 MPa tuvieron mayor biomasa respecto al testigo que las de agropiro alargado, excepto Hulk, diferenciándose significativamente de Barpiro (Fig. 1). En cambio, para la concentración más alta de -2,5 MPa, se detectó una biomasa de 50% en todas las variedades de agropiro alargado, sin mostrar diferencias entre ellas, en contraste a los criollos que descendieron en su producción de biomasa en un rango de 24% a 37%, como respuesta al estrés salino (Fig. 1). Agropiro alargado presentó mejor respuesta ante concentraciones salinas más altas.



0

Figura 1: Biomasa relativa al testigo, expresada en porcentaje (%), determinada en plantas de 4 meses en invernáculo, regadas con soluciones de NaCl de -0,5; -1,5; -2,00 y -2,5 MPa. Letras distintas indican diferencias significativas a cada nivel de salinidad (DMS, p<0,05).

Contenido Relativo de Agua (CRA):

Los CRA no mostraron diferencias significativas entre variedades, pero sí entre tratamientos. El testigo se diferenció significativamente con el 85% de CRA, en contraste con los tratamientos de mayor estrés salino, -2,00 y -2,5 MPa, que poseían un 70% de CRA promedio entre todas las variedades. Todas las variedades mostraron menor contenido relativo de agua en sus hojas, ante concentraciones de NaCl elevadas de -2,00 MPa y -2,5 MPa. (Fig. 2).

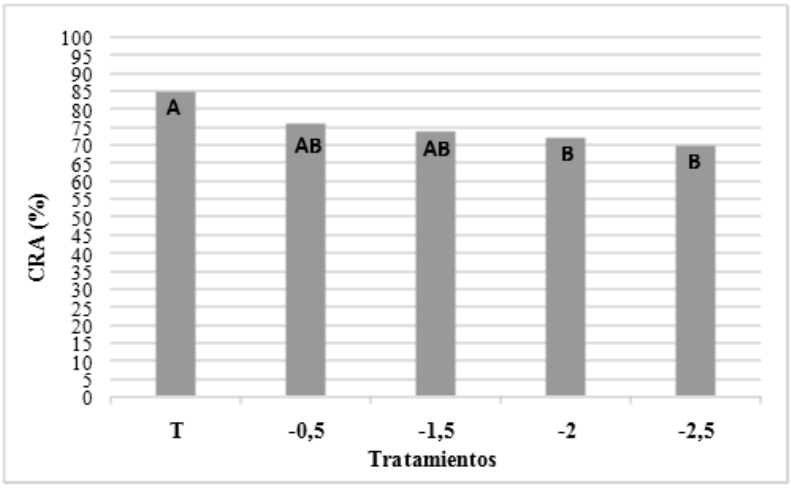


Figura 2: Porcentaje del Contenido Relativo de Agua (CRA) en lámina foliar para los tratamientos testigo (T); -0,5; -1,5; -2 y -2,5 MPa. Letras distintas indican diferencias significativas (DMS, p<0,05).

Tasa de Crecimiento Relativa de altura total de la planta:
Se realizó un análisis entre los tratamientos testigo y -2,5 MPa para cada variedad, donde se manifestaron diferencias significativas para FA, Pucará y Barpiro. Barpiro fue la más afectada, ya que mostró una gran diferencia entre la TCR del testigo y la tasa a -2,5 MPa (Fig. 3).

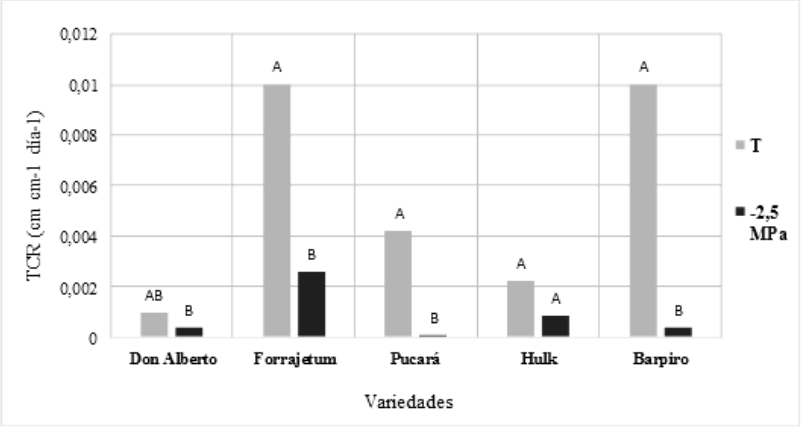


Figura 3: Tasa de crecimiento relativo (TCR) de la altura total (cm cm-1 día-1) para las variedades Don Alberto, FA (forrajetum), Pucará, Hulk y Barpiro, durante la etapa de plantas de 50 a 80 días; para los tratamientos testigo (T) y -2,5 MPa. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de cada variedad (DMS, p<0,05).

DISCUSIÓN

En general, las gramíneas perennes de uso forrajero tienen un lento crecimiento inicial. Si a esto se suman condiciones adversas en el medio, como son la falta de agua o la presencia de sales en el perfil, la implantación de la pastura es aún más difícil (Ruiz y Terenti, 2012). La presencia de sales provoca una menor disponibilidad de agua, generando estrés hídrico y retrasando el crecimiento como consecuencia del costo energético que le significa a la planta; además la presencia de NaCl puede generar a su vez un efecto tóxico adicional (Ochoa, 2011; Ramirez *et al*., 2014).
Se pudo comprobar en este trabajo, que el déficit hídrico provocado por el estrés salino afectó el crecimiento vegetativo de ambas especies de agropiro (Ferrari y Maddaloni, 2001). En este ensayo, el contenido de agua se vio reducido por la presencia de hongos (Oídios)

en las hojas de las plantas, que podrían haber alterado el contenido normal de agua en estas (incluso en el tratamiento control), en el último período de estudio.
El crecimiento de las plantas es proporcional a la concentración salina y varía entre y dentro de especies, aún en agropiro alargado que es una especie tolerante a la salinidad (Borrajo y Alonso, 2004). Esta variabilidad en la respuesta a las condiciones salinas, incluso dentro de una misma especie, pueden incluir componentes genéticos y ambientales. En varios ensayos con especies forrajeras se ha demostrado la existencia de variabilidad genética heredable respecto a la tolerancia a salinidad obtenidas en sitios con condiciones contrastantes (Bazzigalupi *et al*., 2008). Las poblaciones provenientes de lugares salinos fueron las más tolerantes a la salinidad, sin embargo, las de lugares no salinos presentaron variabilidad para dicho carácter; lo que significa que es posible que esta condición este oculta en dichas poblaciones debido a una falta de selección natural (Bazzigalupi *et al*., 2008; Abbott et al., 2009). Este comportamiento diferencial se pudo comprobar en el presente estudio, ya que los resultados de biomasa y altura de planta, ante los tratamientos de estrés salino mostraron diferencias significativas entre variedades pertenecientes a la misma especie, tanto de agropiro criollo como entre variedades de agropiro alargado.
Zabala *et al*., (2007) demostraron que agropiro criollo ha acumulado adaptaciones genéticas para crecer y desarrollarse en diversos ambientes salinos, por medio de mecanismos de tolerancia relacionados a la acumulación diferencial de sodio en sus tejidos foliares. Este comportamiento pudo observarse gracias a la buena performance de las plántulas de agropiro criollo en condiciones elevadas de estrés salino en la etapa vegetativa (plantas de 2 a 3 meses). Estas no tenían ningún tipo de anormalidad, excepto algunas hojas secas al final del período cuando ya estaban próximas a la cosecha. Los resultados fueron evidentes, ya que a niveles altos de estrés (-2 y -2,5 MPa) el porcentaje de biomasa total estuvo en un rango de 65% y 30% respectivamente para las dos variedades, siendo valores relativamente buenos considerando las condiciones que imperaban.
En este estudio, para el caso de agropiro alargado bajo condiciones normales, en el tratamiento control, el porcentaje de biomasa total de plantas no tuvo diferencias significativas para las variedades Pucará, Hulk y Barpiro. Estos resultados fueron semejantes a estudios hechos a campo (Sevilla *et al*., 2014), en los cuales se utilizaron las mismas variedades y obtuvieron una producción que tampoco brindó diferencias significativas en La Pampa. Esto demuestra que estas variedades poseen respuestas similares en ambientes caracterizados como no salinos; como así también en aquellos con presencia de sales, ya que en los tratamientos a los que le aplicamos soluciones de NaCl, tampoco expresaron diferencias marcadas.

CONCLUSIONES

En términos generales, las dos especies con las que se trabajó mostraron diferencias en la tolerancia a condiciones salinas al estado de crecimiento vegetativo (plantas de 80 días); a su vez las variedades utilizadas también respondieron de manera diferente cuando se las sometió a iguales tratamientos salinos. Con respecto a las variedades de agropiro criollo, ambas tuvieron un comportamiento relativamente bueno. En tanto que para agropiro alargado fueron superiores las variedades Hulk y Pucará. Si bien esta investigación fue bajo condiciones controladas, permitió deducir que las variedades de agropiro alargado y agropiro criollo evaluadas, podrían ser un forraje potencial, para llevar a cabo actividades de manejo y restauración en áreas con condiciones de estrés salino.

BIBLIOGRAFÍA

Abbott L, S Pistorale & A Andrés. 2009. Evaluación de los componentes del rendimiento en semilla mediante coeficientes de sendero en poblaciones de agropiro alargado. Agriscientia. 26(2): 55-62.
Andres A N. 2014. Pucará PV-INTA. INTA EEA. Pergamino. Disponible en: http://inta.gob.ar/variedades/pucara-pv-inta/. Consultado: junio de 2015.

Bazzigalupi O, SM Pistorale & AN Andrés. 2008. Tolerancia a la salinidad durante la germinación de semillas provenientes de poblaciones naturalizadas de agropiro alargado (Thinopyrum ponticum). Ciencia e Investigación Agraria. 35(3): 277-285.
Borrajo CI & SI Alonso. 2004. Germinación, emergencia e implantación de variedades experimentales de agropiro alargado. Revista Argentina de Producción Animal. 24(1-2): 29-40.
Casas RR. 2013. Recuperación de suelos salino-sódicos en áreas de secano. ACAECER. 38(447): 10-19.
Di Rienzo JA, F Casanoves, M Balzarini, L Gonzalez, M Tablada & CW Robledo. 2014. Grupo Infostat. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Disponible en: http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=46. Consultado: marzo de 2015.
Fernández Grecco R. 2013. Dinámica del crecimiento de una pastura de agropiro alargado de acuerdo con la época de fertilización nitrogenada. RIA. 39(2): 162-168.
Ferrari L. 2001. Agropiro Criollo. En: Maddaloni J & L Ferrari (Eds.). Forrajeras y Pasturas del Ecosistema Templado Húmedo de la Argentina. INTA -Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Buenos Aires. Pp. 135-142.
Ferrari L & J Maddaloni. 2001. Agropiro Alargado. En: Maddaloni, J. y L. Ferrari (Eds.). Forrajeras y Pasturas del Ecosistema Templado Húmedo de la Argentina. INTA-Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Pp. 125-134.
Ochoa MA. 2011. Producción de forraje en suelos salinos. INTA EEA. Rama Caída, Mendoza. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-forraje-en-suelos-salinos/ Consultado: marzo de 2015.
Ramírez M, Y Piña, L Ordoñez, B Bracho & D García. 2014. Efecto del NaCl en plántulas de curarí (Tabebuia serratifolia) en condiciones de laboratorio. Pastos y Forrajes. 37(1): 17-23.
Ruiz M & O Terenti. 2012. Evaluación comparativa de cuatro especies forrajeras bajo condiciones de estrés. Agriscientia. 29(2): 91-97.
Sevilla G, M. Spada, A Andrés, J Lavandera, A Bolletta, G Buono, E Blanco, G Becker, J Duhalde, JJ Gallego, JM García, L Fontana, N Romero, J Mattera, L Romero & V Utrilla. 2014. Avances en agropiro alargado. Red de ensayos comparativos de producción de materia seca bajo corte de cultivares de agropiro alargado. INTA EEA. Pergamino. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/avances-en-agropiro-alargado-red-de-ensayos-comparativos-de-produccion-de-materia-seca-bajo-corte-de-cultivares-de-agropiro-alargado/Consultado: junio de 2015.
Zabala JM. 2007. Variabilidad de la respuesta al estrés salino en Agropiro Criollo (Elymus scabrifolius (Döll) J. H. Hunz.) en estado de plántula. Tesis para optar el título de Maestría en Genética Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. 143 p.
Zamolinski AF. 2000. Experiencia en recuperación de suelos salinizados. Publicación Técnica N° 31. INTA EEA General Villegas. 14 p.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

PERFIL ANTIOXIDANTE AFECTADO POR ESTRESES HÍDRICO Y SALINO EN SOJA Y MAÍZ

Barrios Viña M. P., K. Balestrasse, R.S. Lavado

INBA (CONICET/UBA), Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 - C1417DSE Buenos Aires, Argentina – lavado@agro.uba.ar.

RESUMEN: La sequía y la salinidad afectan severamente a los cultivos, aisladas o en conjunto. Se estudió en macetas el efecto de niveles medios de estrés hídrico y estrés salino sobre soja y maíz y su respuesta a las diferentes situaciones de estrés. Se determinó el efecto sobre la producción de biomasa y, por otro lado, se estudió el daño a membranas y la respuesta antioxidante enzimática. Los resultados indican que la salinidad es más deletérea que la sequía para ambos cultivos. Las plantas de soja tratadas con ambos estreses no muestran efectos negativos sinérgicos, lo que indica que el estrés salino predomina. Las plantas de maíz mostraron un efecto sinérgico de ambos estreses.

PALABRAS CLAVE: Estrés oxidativo, salinidad, sequía.

INTRODUCCION

Maíz y soja son el tercer y cuarto cultivo más importantes del mundo. Son especies muy diferentes, que tienen en común altos requerimientos de agua y sensibilidad a las sales. El déficit hídrico es el principal factor individual que genera reducciones en el rendimiento (Bohnert y Bressan, 2001). El estrés salino afecta a los cultivos en forma localizada (Szabolcs, 1989). En algunas regiones ambos estreses actúan en conjunto. La soja y el maíz poseen diferentes comportamientos frente a las limitaciones hídricas, aunque éstas reducen la producción de biomasa en etapas vegetativas y afectan los estados reproductivos. El maíz, el cultivo más estudiado, posee un período crítico después de floración, que es cuando ocurre la definición del rendimiento (Hall *et al.*, 1992; Otegui *et al.*1995). La soja escapa parcialmente a la sequía por florecer tardíamente y tener un período de floración más largo. Por, por lo que el déficit hídrico afecta menos su rendimiento (Sadras y Calviño, 2001).

La oferta de agua a los cultivos varía continuamente, ya que es afectada por la magnitud de la lluvia, su distribución a lo largo del año y en menor medida. Por las características del suelo y su manejo. La salinidad está relacionada con el clima, pero es consecuencia de una compleja interacción donde el suelo es el factor más importante. En una primera fase el efecto de la salinidad depende de la caída de potencial agua causado por las sales solubles. En una segunda fase, aparecen efectos debido a los iones tóxicos como el cloruro. También se puede provocar desórdenes nutricionales. De acuerdo con Maas (1986) la soja es un poco más tolerante a las sales que el maíz, aunque esto varía con las características ambientales.

Los distintos estreses ambientales han sido asociados con la producción de especies reactivas del oxígeno (ROS) en plantas ((oxígeno singulete, anión radical superóxido (O_2-), radical hidroxilo ($HO^{\cdot}$) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2)) (Apel y Hirt, 2004). El estrés oxidativo ocurre por depleción de antioxidantes o exceso de ROS o ambos (Scandalios, 2002). Cuando tiene lugar el estrés oxidativo, las funciones celulares tratan de contrarrestar los efectos oxidantes restaurando el balance de óxido-reducción (Laloi *et al.*, 2004; Thorpe *et*

al., 2004). Para mitigar y reparar el daño iniciado por ROS, las plantas poseen un complejo sistema de defensa antioxidante. La sequía y la salinidad causan considerable estrés en plantas.
El maíz y la soja no son usualmente cultivados en áreas sujetas normalmente a sequías o suelos muy salinos. Sin embargo, estos cultivos pueden sufrir eventos de estrés por sequía y en algunas áreas ciertos niveles de salinidad. El objetivo de este trabajo es analizar la respuesta de soja y maíz ante estreses por déficit hídrico y salino, en forma aislada o simultánea, evaluando la respuesta antioxidante, que permita sobrellevar el impacto de ambos estreses y, eventualmente, recuperarse del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en un invernáculo localizado en la Facultad de Agronomía de la UBA. Se trabajó en contenedores de 5 L con un sustrato mezcla del horizonte A de un Argiudol Típico y arena. El diseño fue un factorial (especie x estrés hídrico y nivel salino) con seis repeticiones por tratamiento y se realizaron cosechas destructivas a lo largo del ciclo. Los cultivos (Soja cv Nidera 4613 y maíz Cargill Titanium F1) se sembraron y cosecharon dentro de los momentos estándar de cada uno de ellos. Se sembraron semillas pre-germinadas y fueron raleadas las plántulas a fin de obtener 1 planta por maceta. La soja fue previamente inoculada. Los tratamientos fueron:
1. Control (sin sequía y sin sal); 2. Sequía 80% / sin salinidad; 3. Sequía 80% / salinidad 2 dS m^{-1}; 4. Sequía 80% / salinidad 4 dS m^{-1}; 5. Sequía 50% / sin salinidad; 6. Sequía 50% / salinidad 2 dS m^{-1}; 7. Sequía 50% / salinidad 4 dS m^{-1}; 8. Salinidad 2 dS m^{-1}/ sin sequía; 9. Salinidad 4 dS m^{-1}/m/ sin sequía. Los tratamientos sin sequía mantuvieron la humedad en capacidad de campo; sequía 80%: humedad en el 80 % entre capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente y sequía 50% humedad en el 50 % entre capacidad de campo y coeficiente de marchitez permanente. La salinidad se mantuvo en el orden indicado, mediante el agregado de cloruro de sodio en proporciones adecuadas.
Las determinaciones analíticas en suelos y plantas fueron los siguientes (los detalles de las técnicas utilizadas pueden verse en Balestrasse *et al.* 2008; Bustingorri *et al*., 2017): Conductividad eléctrica en extracto de saturación (Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos). A nivel bioquímico se determinaron en hojas: peroxidación lipídica por el método de Heath y Packer; actividades de las enzimas antioxidantes como catalasa (CAT) (Chance *et al*.), peroxidasas inespecíficas (GPOX), y proteínas totales (Bradford). Los datos fueron analizados a través de Análisis de Varianza, distintos test, etc., utilizando el programa InfoStat y análisis multivariado.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 1 muestra los resultados de biomasa en soja y maíz. En el caso de la soja se muestra un efecto más marcado en la reducción de la biomasa aérea y radical por los tratamientos. Encontrándose la mayor disminución en la combinación (2:2). En la soja, el estrés hídrico afectó claramente la biomasa aérea, de la misma forma que el estrés salino. Se registró interacción entre ambos tipos de estrés. La biomasa radical fue clara y significativamente afectada por ambos estreses. Hubo interacción entre los tratamientos con estreses hídrico y salino. El estrés hídrico y el estrés salino afectaron la biomasa aérea del maíz significativamente, sólo en los tratamientos con altos niveles de ambos. La biomasa radical, inversamente, fue afectada significativamente por ambos estreses. El efecto de estrés hídrico fue más definido. En ambos casos el Control mostró las mayores biomasas aérea y radical.
La producción de malondialdehido (MDA) (Figura 2) se incrementó en los tratamientos sujetos a ambos estreses. Particularmente en soja se incrementaron en tratamientos sujetos a estrés salino. La actividad de CAT se incrementó significativamente en los tratamientos que combinaron alto estrés hídrico y medio estrés salino. La actividad de GPOX mostró una reacción compleja, excepto en los tratamientos más extremos.

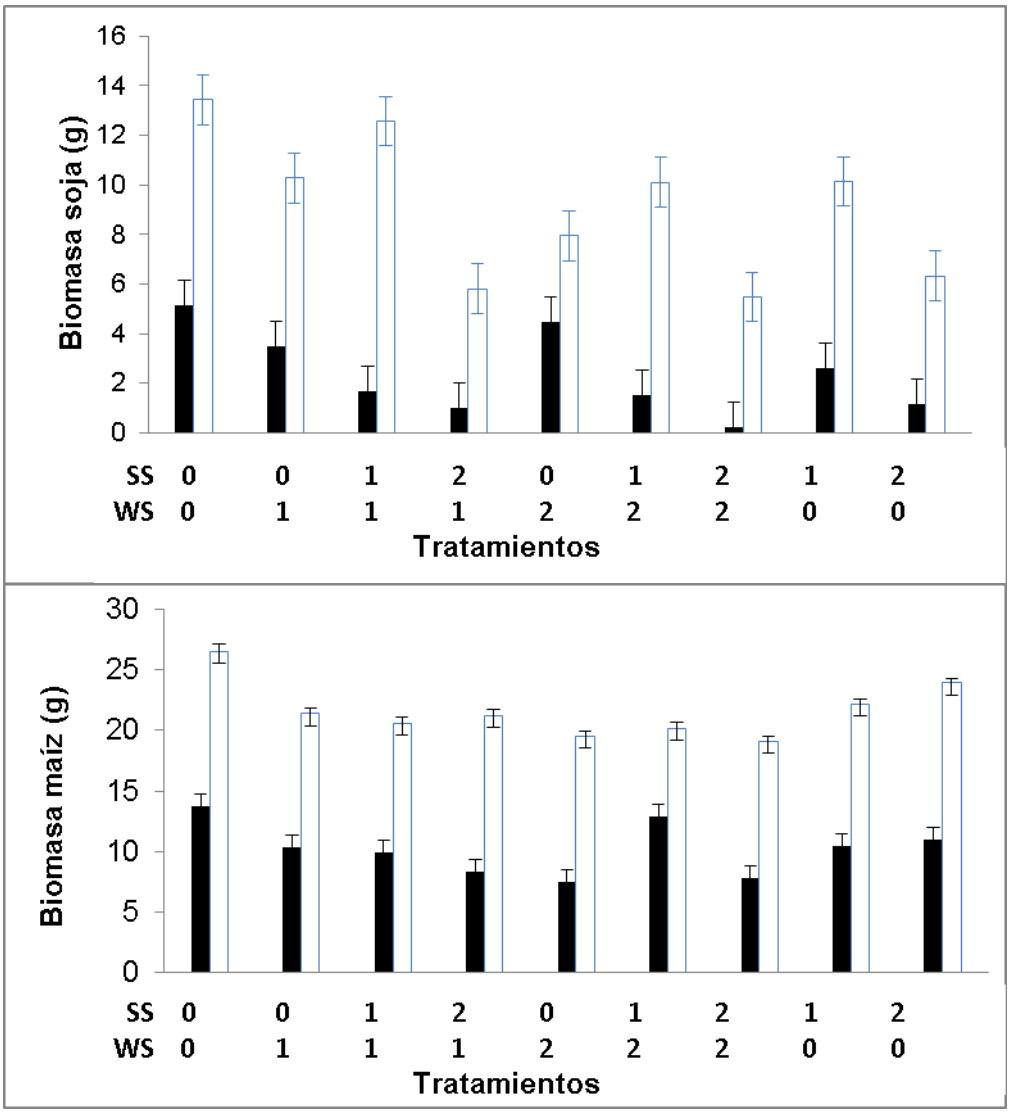


Figura 1. Producción de biomasa aérea (barras negras) y biomasa radical (barras blancas) de soja (arriba) y maíz (abajo), de acuerdo con en nivel de estrés salino (SS) e hídrico (WS)

En soja el estrés salino causó mayor daño oxidativo que el estrés hídrico. La combinación de ambos estreses (2:2) causó igual daño de membranas (TBARS) que el estrés salino sólo (2:0). Este resultado se acompañaron de un incremento de la actividad de CAT y GPOX en el tratamiento 2:2. Las combinaciones de estrés mostraron un valor de peroxidación lipídica mayor que el control pero significativamente menor que la opción 2:2. El estrés por sequía (0:2) mostró un caída de las actividades enzimáticas CAT y GPOX y un valor de TBARS mayor al control, lo cual indica un desequilibro del balance antioxidante. Sin embargo en maíz la respuesta fue diferente, ambas combinaciones (1:1 y 2:2) mostraron una inducción de TBARS significativamente mayor que el control y el resto de los tratamientos. A través de estos resultados puede verse que el maíz es más afectado por la combinación de ambos estrese, siendo un efecto acumulativo. Este hecho se observó en la respuesta antioxidante de la CAT en los estreses combinados (1:1 y 2:2). En general la GPOX mostró una inducción de la actividad en respuesta a los estreses, excepto en el estrés por sequía (0:2) y en 2:1.

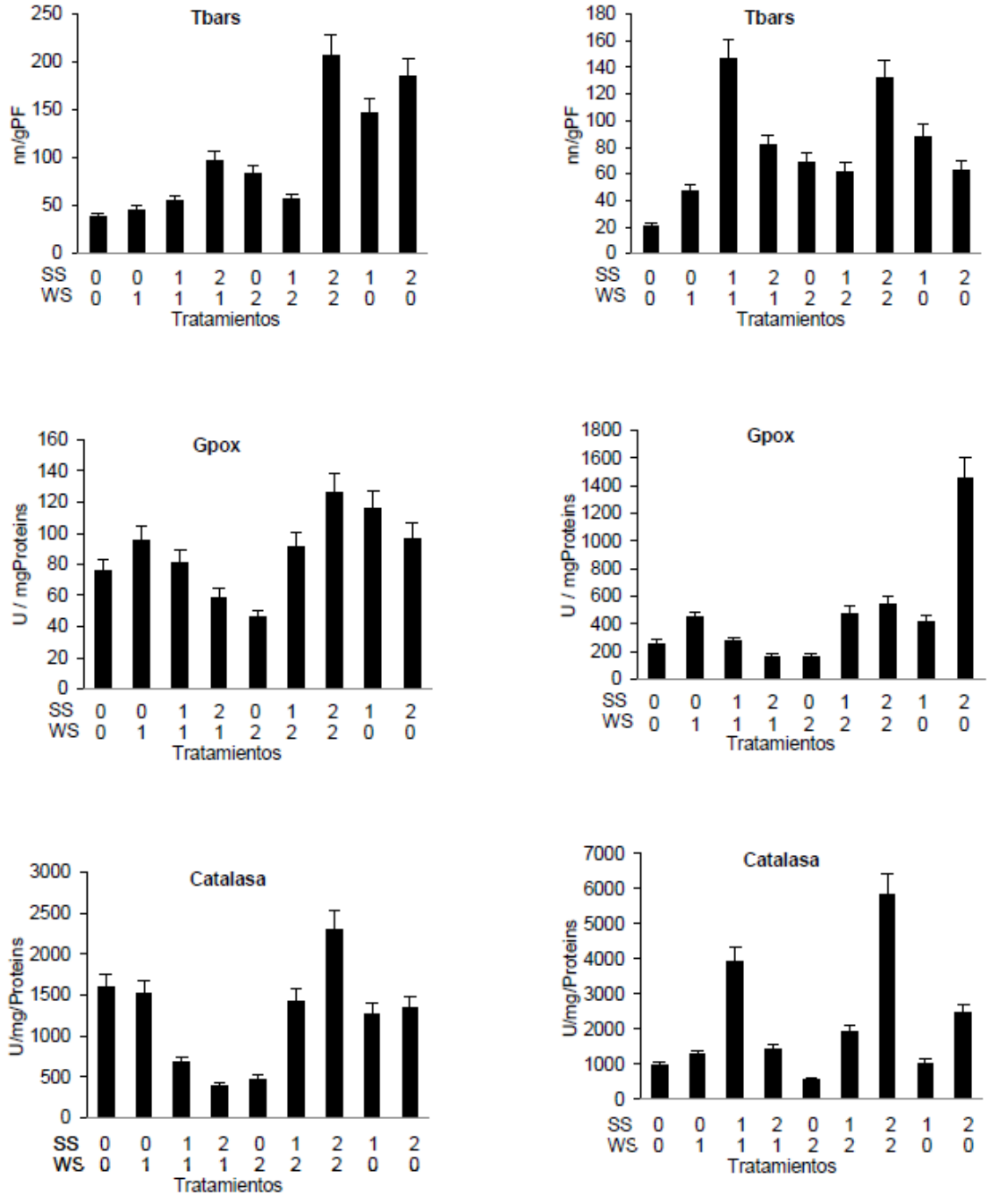


Figura 2. Peroxidación lipídica (TBARS) y enzimas antioxidantes en soja (izquierda) y maíz (derecha)

CONCLUSIONES:

Los resultados indican que las plantas de soja se muestran vulnerables a ambos estreses sin embargo, el estrés producido por la salinidad produciría un mayor daño en hojas de soja que el estrés por sequía. La respuesta resulta independiente a cada tratamiento, por lo tanto no se registró adición en el daño cuando ambos estreses estaban combinados.

El maíz responde de forma diferente que la soja. Este refleja un efecto sumatorio del daño frente a las combinaciones de estrés por sequía y salinidad.

BIBLIOGRAFIA:

Apel K & H Hirt. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Annu Rev Plant Biol 55: 373-399.

Balestrasse, KB., Yannarelli, G.G., Noriega, G.O., Batlle, A. & Tomaro. (2008) Heme oxygenase and catalase gene expression in nodules and roots of soybean plants subjected to cadmium stress Biometals 21: 433-441.

Bohnert HJ & RA Bressan. 2001. Abiotic stresses, plant reactions and new approaches towards understanding stress tolerance. In: Noesberger J; HH Geiger & PC Struik (eds.) Crop Science: Progress and Prospects, pp. 81-100. CABI publishing, Wallingford, UK.

Bustingorri C, G Noriega, RS Lavado & K Balestrasse. 2017. Protective effect exerted by soil phosphorus on soybean subjected to arsenic and fluoride. Redox Report. DOI: 10.1080/13510002.2016.1276253.

Essa L. 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (Glycine Max L. merrill) cultivars. J. Agron. Crop Sci. 188: 86-92

Hall AJ, CM Rebella, CM Ghersa & JP Culot. 1992. Field–crop systems of the pampas. In Ecosystems of the world. Field Crop Ecosystems, ed. C.J. Pearson, 413-450. Elsevier Scientific, Amsterdam-London-New York-Tokyo

Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos. 1973. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. USDA. Manual de agricultura nº 60 (6ta edición). Riverside. Washington, USA. 172 p.

Laloi C, Apel K & A Danon. 2004. Reactive oxygen signalling: the latest news. Curr Opin Plant Biol 7: 323-328.

Maas EV. 1986. Salt Tolerance of plants. Appl. Agric. Res. 1: 12-26

Otegui ME, FH Andrade, & EE Suero. 1995. Growth, water use, and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. Field Crops Res. 40: 87-94.

Sadras VO & PA Calviño. 2001. Quantification of grain yield response to soil depth in soybean, maize, sunflower and wheat. Agron. J. 93: 577-583.

Scandalios JG. 2002. The rise of ROS. Trends Biochem Sci 27: 483-486.

Szabolcs I. 1989. Salt-affected soils. CRC Press, Boca Raton, Florida, 274 p.

Thorpe GW, CS Fong, N Alic, VJ Higgins & IW Dawes. 2004. Cells have distinct mechanisms to maintain protection against different reactive oxygen species: Oxidative-stress-response genes. Proc Natl Acad Sci USA 101: 6564-6569.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

PLASTICIDAD FENOTÍPICA DE RAÍCES DE HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE KIWI (*Actinidia arguta* x *A. deliciosa*) EN RESPUESTA A LOS ESTRESES OSMÓTICO Y SALINO.

Godoy C.[1]; O. Marcellán[2]; M. Pascual[3]; M. Briguglio[3]

[1] Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata. C.C. 276. 7620 Balcarce godoy.carlos@inta.gob.ar
[2] Profesora Asociada de la Facultad de Ciencias Agrarias (U.N.M.d.P.)
[3] Tesistas de la Facultad de Ciencias Agrarias (U.N.M.d.P.)

RESUMEN: El sistema radical puede expresar una importante plasticidad frente a distintos parámetros ambientales tales como la salinidad. El efecto detrimental de la salinidad sobre el crecimiento de las plantas se atribuye al estrés osmótico y al estrés salino por toxicidad a un ion específico. La planta de kiwi es sensible a la salinidad, particularmente al ion sodio y el agua de riego de la región Mar y Sierras de la provincia de Buenos Aires es salino sódica. A fin de evaluar posibles cambios en la morfología de las raíces de 14 híbridos de kiwi (potenciales portainjertos) y de las dos especies parentales (controles) en respuesta a ambos tipos de estreses, se realizó un ensayo clonal bajo un diseño completamente aleatorizado en parcela dividida. Plántulas clonadas crecieron en tres soluciones: Hoagland con potencial osmótico de -55 kPa y Hoagland con potencial osmótico de -150 kPa por la suplementación con sulfato de potasio o sulfato de sodio, durante tres semanas en cámara de cultivo. Se determinaron distintas variables relacionadas con el sistema radical usando el programa WinRhizo. El estrés salino por toxicidad del sodio produjo un sistema radical de menor longitud y con una mayor proporción de raíces de mayor diámetro y una menor proporción de raíces finas ($p<0,05$). En cambio, las raíces de las plántulas sometidas a estrés osmótico no presentaron diferencias significativas ($p\geq0,05$) en ninguna de las variables analizadas. Por lo que se concluye que el cambio en la arquitectura de las raíces por efecto de la salinidad se debió específicamente al estrés salino causado por la toxicidad del sodio.

PALABRAS CLAVE: toxicidad del sodio – sistema radical.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

RESPUESTA GERMINATIVA DE *Trichloris crinita* (LAG.) PARODI (*Poaceae*), A DISTINTOS NIVELES DE PRECIPITACIONES SIMULADAS EN CONDICIONES DE LABORATORIO. ENSAYOS PRELIMINARES

Rodríguez Rivera M.[1-2], V. Villarreal[1], N. Tobarez[1], L. Sosa[1] y E. Ocampo[2]

[1] Integrantes PROICO 2-3414. Facultad de Qca; BioQca y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis. Laboratorio de Fisiología Vegetal. Ejercito de los Andes 950- Bloque I- 2°Piso (S.L.). mfrodri@gmail.com
[2] Integrantes PTOICPRO 14-1316. Facultad de Ingeniería y Cs Agropecuarias. U.N.S.L.

RESUMEN: *Trichloris crinita* es una herbácea de interés forrajero del sector oeste de la Provincia de San Luis. El objetivo del presente trabajo fue determinar la cantidad mínima de agua de lluvia necesaria para desencadenar el proceso de germinación en semillas de la especie, cosechadas en los alrededores de la laguna de las Salinas del Bebedero. Las semillas se colocaron en macetas plásticas de 8x10 cm, con dos sustratos distintos: I) arena+vermiculita esterilizadas y II) suelo de la zona de estudio. Se aplicaron 5 tratamientos de riego: 20 mm; 40 mm; 60 mm; 80 mm y 100 mm, simulando un único evento lluvioso en cada caso. Se colocaron 25 semillas por maceta con seis réplicas por tratamiento y luego fueron colocadas en cámara de cultivo a 27 °C. Se registró el número de plántulas emergidas como parámetro de la germinación hasta el día 12 del ensayo, a partir del cual no hubo más emergencias. Los datos fueron sometidos a ANOVA con comparación de medias por Test de Tukey. En las macetas con sustrato II, no hubo germinación en ningún tratamiento de lluvia simulada, mientras que aquellas con suelo tipo I, presentaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre tratamientos: 8% (20 mm); 28% (40 mm y 60 mm); 47% (80 mm) y 42% (100 mm). Los resultados obtenidos hasta el momento indicarían que los porcentajes de germinación más altos en semillas de *T. crinita* se alcanzan con precipitaciones de 80 mm, aunque con un evento lluvioso de 20 mm las semillas de *T. crinita* logran germinar aunque en bajos porcentajes. La ausencia de germinación en el sustrato formado por el suelo de la zona de estudio podría estar relacionada con el alto contenido de sales referidas en la bibliografía utilizada. Quedan por realizar estudios para conocer si existe correlación entre la germinación de la especie, los eventos lluviosos y las características salinas del suelo.

PALABRAS CLAVE: germinación, precipitaciones simuladas.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EFECTO DE LA SALINIDAD EN DESARROLLO DE CULTIVO ENERGÉTICO DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehn CON REHUSO DE EFLUENTES.

López, L.[1], Bustamante, J.[2], Llera, J.[2]

[1] Auxiliar ad honorem, Cátedra de Dasonomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. – ing.lopez.lucas@gmail.com
[2] Docentes investigadores, Cátedra de Dasonomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Alte. Brown 500, Chacras de Coria (Mendoza) – jbustamante@fca.uncu.edu.ar jllera@fca.uncu.edu.ar

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es establecer la relación entre salinidad y la supervivencia y producción de biomasa de la especie forestal *Eucalyptus camaldulensis*. El ensayo se realizó en la localidad de El Pastal, en la zona norte de Mendoza. Los suelos son de textura franco, franco-arenosa, con manchas de texturas más finas; frecuentemente salinos con presencia de flora halófita y una freática relativamente dulce (entre 1,5 y 1,8 µS cm^{-1}) que fluctúa entre los 0,8 y 2 metros de profundidad. En este trabajo se utilizó una densidad de plantación de 10000 plantas ha^{-1} con turnos de corta cada dos años. Las variables medidas fueron: Salinidad (Cees) extrayendo muestras con barreno a una profundidad de 0,8 m; y en los forestales se midió peso fresco de madera producida y porcentaje de supervivencia de cada parcela. A lo largo del tiempo se observa como el valor de salinidad fue disminuyendo en forma paulatina desde valores cercanos a 3500 µS cm^{-1} junto con los riegos. Transcurrido la mitad del ensayo se produjo un cese de los mismos, lo cual elevó la conductividad a valores cercanos a 10 µS cm^{-1}, posteriormente con riegos realizados acorde a las necesidades del cultivo y la altura de la freática el tenor salino disminuyó llegando al final del ensayo a 4 µS cm^{-1}. De la misma manera se observó como la supervivencia de las parcelas al finalizar el ciclo de cortas, desde el 2007 al 2015, fue disminuyendo hasta alcanzar el 35 %, manteniéndose la mayoría del tiempo del ensayo alrededor del 50%. En cuanto a la producción de madera para biomasa el rinde máximo alcanzado fue de 14,6 kg $planta^{-1}$, en cambio el menor peso registrado fue de 7 kg $planta^{-1}$.

PALABRAS CLAVE: Biomasa, *Eucalyptus*, salinidad.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

MORFOGÉNESIS A NIVEL DE MACOLLO DE *Chloris gayana* K. (GRAMA RHODES) EN UN ÁREA DEPRIMIDA DE VILLA MERCEDES, SAN LUIS.

C Guerra[1], Falco, PC[13], E Lucero, B Baigorria[1], MJL Privitello[23]

[1]Alumnos Dpto. Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, UNSL - lilianaprivitello@hotmail.com.
[2] PROICO 14-0816,
[3]Proyecto INTA AUDEAS CONADEV

RESUMEN: *Chloris gayana* K es una gramínea tropical cuyo uso como forrajera en ambientes templados se ha incrementado. Resulta promisoria su introducción en zonas con pastizales anegables. Se planteó como objetivo determinar las variables morfogenéticas a nivel de macollo, durante dos ciclos de crecimiento. En plantas ubicadas en suelo con pH: 8,44 y CE: 0,46 dS. m^{-1} a 5 - 20 cm de profundidad, después de un corte de limpieza (agosto), se identificaron 20 macollos primarios al azar (septiembre). Semanalmente, se registró la aparición y senescencia de hojas hasta finalización del ciclo (marzo). Se determinó, número de hojas/macollo (N°H), vida media foliar (VMF), filocrono (Fc) y tasa de aparición de hojas (TAH). Se considera **filocrono** (Fc) al intervalo de aparición de dos hojas sucesivas, expresado en tiempo cronológico (IAH en días) o térmico (Suma Térmica "ST": en ºCdía). **Vida media foliar** (VMF) al intervalo de tiempo transcurrido entre la aparición de una hoja y el comienzo de su senescencia, expresada en días o °Cdía (VMF: Fc*N°H observadas/macollo). **Tasa de aparición de hoja** (TAH) es la cantidad de hojas que aparecen por día o °Cdía (TAH: 1/Fc). La VMF se determinó entre la 3° y 7° hoja. La temperatura base de crecimiento varió entre ciclos (Tb: 9 y 12°C) e incidió en la determinación de ST. Esta diferencia térmica no provocó cambios significativos (prueba t, p>0,05) en las variables morfogenéticas entre ciclos. VMF: 279±101 °Cdía (38±12 días) detectada en estado vegetativo**,** IAH: 10±1 días (ST: 70±18 °Cdía) y TAH: 0,01 hoja/día (0,02±0,006 hoja/°Cdía), siendo N°H observadas/macollo: 4±1. Para las condiciones ambientales de este estudio, la especie manifiesta un rápido ritmo de crecimiento y corta longevidad foliar, por lo que resulta apta para defoliaciones que contemplen breves períodos de descanso (ajustados a VMF), optimizando la dinámica de acumulación y utilización del forraje.

PALABRAS CLAVE: Morfogenésis, filócrono, San Luis.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

VARIABLES ESTRUCTURALES DE *Chloris gayana* K (GRAMA RHODES) EN UN ÁREA DEPRIMIDA DE VILLA MERCEDES, SAN LUIS (ARGENTINA).

Falco, PC[13], C Guerra[1], E Lucero, B Baigorria[1], MJLPrivitello[23]

[1]Alumos Dpto. Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, UNSL - lilianaprivitello@hotmail.com
[2] PROICO 14-0816,
[3]Proyecto INTA AUDEAS CONADEV

RESUMEN: *Grama Rhodes*, poácea perenne de crecimiento primavero-estival, en San Luis compromete su longevidad y productividad por las temperaturas extremas invernales. El objetivo fue determinar variables estructurales a nivel de macollo durante dos ciclos de crecimiento. En plantas sobre suelo salino (pH: 8,44; CE: 0,44 dS. m^{-1}; 5 a 20 cm. profundidad) se identificaron, después de un corte de limpieza y a inicio de primavera, 20 macollos primarios al azar (2-3 /planta). Se registró semanalmente, la aparición de hojas (N°H), longitud de lámina (LF) y senescencia foliar. Se determinó para cada hoja la longitud foliar verde máxima desde el rebrote primaveral hasta completar su desarrollo. Se consideró como tasa de elongación foliar (TEF) al cociente entre LF (mm) y el tiempo transcurrido desde la aparición de la hoja hasta alcanzar su máxima longitud. La LF verde acumulada (LFV) se calculó sumando las LF del macollo. Para el conteo de densidad de macollos/planta se utilizó un aro de 6 cm de diámetro. Según sea el ciclo, desde rebrote primaveral hasta su finalización (febrero), las precipitaciones y sumas térmicas fueron: 665 mm y 1548 °C día vs. 452,2 mm y 1729°C día. Al cuantificar las variables estructurales se obtuvo: N°H observadas semanalmente: 4±1; N°H totales: 12±2 generaciones foliares: 3±1 y densidad de macollos: 51±16/100cm², promedios entre ciclos. Las mayores precipitaciones en el primer ciclo favorecieron la extensión foliar. En ambos periodos, la máxima longitud se alcanzó en la 10° hoja (303 y 211 mm), con LFV: 1687±431 mm en 123 días y 1359±369 mm en 157 días y TEF:5±3 mm y 2±1 mm. Las plantas presentaron porte erecto y capacidad de formar estolones con raíces y nuevos macollos en los nudos. Los macollos manifiestan un rápido ritmo de elongación foliar, conformando una estructura de planta apta para el pastoreo y la cobertura de suelo, si las condiciones ambientales lo permiten.

PALABRAS CLAVE: grama rhodes, longitud foliar, acumulación foliar.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

PAPEL DE LOS CARBOHIDRATOS EN LA RESPUESTA DIFERENCIAL A SALES DE SODIO EN UNA HALOFITA NATIVA.

Llanes A.[1,2], V. Arbona[3], G. Bertazza[4], V. Luna [1,2].

[1]Laboratorio de Fisiología Vegetal, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
[3]Ecofisiologia i Biotecnologia. Departament de Ciencies Agraries i del Medi Natural, Universitat Jaume I, (E-12071) Castelló´ de la Plana, España.
[4] Instituto de Biometeorología IBIMET-CNR, Bologna, Italia.

RESUMEN: La salinidad conduce a limitaciones metabólicas de la fotosíntesis. El objetivo de este trabajo fue analizar los niveles endógenos de carbohidratos en raíces y hojas de plántulas de *P. strombulifera* cultivadas en soluciones salinas iso-osmoticas de NaCl, Na_2SO_4 y la mezcla de sales. Los resultados mostraron que los carbohidratos mostraron una respuesta diferencial a los tratamientos salinos, la cual depende del tipo de sal y concentración, órgano y edad de la planta. Además, la mayoría de los carbohidratos aumentaron en relación a la intensidad del estrés, mostrando un cambio en el particionamiento del carbono vástago/raíz. La regulación de los metabolitos provenientes de la glucólisis / gluconeogénesis sugiere que el flujo metabólico a través de estas vías es esencial para la producción de productos intermedios importantes para la adquisición de tolerancia a la salinidad. Sin embargo, la mayor concentración de algunos carbohidratos que se encontraron en las plantas tratadas con Na_2SO_4 se relaciona al efecto dañino del ion sulfato presente en el medio.

PALABRAS CLAVE: carbohidratos, halófitas, NaCl, Na_2SO_4.

INTRODUCCION:

Los suelos sometidos a excesos de agua y sales crean condiciones ecológicas extremas que reducen drásticamente su productividad debido a un alto dinamismo espacial y temporal dado por factores climáticos, edáficos y de manejo. En el centro-sur de la provincia de Córdoba y San Luis estos procesos adquieren una dimensión económica y social debido a la gran superficie afectada y a su ritmo de evolución. Una contribución importante para detener la degradación de los suelos en las mismas es extender el cultivo de especies nativas de ambientes xéricos y salinos, por un lado, o iniciar cultivos con especies mejoradas de importancia agrícola. Los efectos del estrés salino en las plantas son el resultado combinado de complejas interacciones entre diferentes procesos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos, resultando en la inhibición del crecimiento como efecto más generalizado y varían con la concentración de sal, el tipo de sal, la longitud del período de exposición, las variedades o cultivares y la etapa del crecimiento y desarrollo (Deinlein *et al.,* 2014; Abideen *et al.,* 2014).

El crecimiento y la producción de las plantas dependen de la asimilación fotosintética del carbono y de la asimilación de nutrientes inorgánicos y de los programas de desarrollo que influyen en la eficiencia de la conversión del carbono en biomasa (Sulpice *et al.*, 2010). La fotosíntesis es el proceso biológico fundamental para la vida mediante el cual se produce la

conversión de la energía solar en energía química que permite la asimilación del carbono en compuestos orgánicos, carbohidratos, los cuales son utilizados a su vez en la síntesis de otros compuestos como los ácidos orgánicos, aminoácidos y lípidos (Geigenberger *et al.*, 2005), los componentes básicos para la acumulación de biomasa. Frente a condiciones de salinidad, existen evidencias para afirmar que los carbohidratos poseen un rol fundamental en la tolerancia de varias especies de halófitas (Ibqal *et al.*, 2015) principalmente en el mantenimiento del potencial osmótico, la estabilización de membranas, y la disminución del estrés oxidativo.

En nuestro país existen poblaciones de leguminosas exitosamente adaptadas a ambientes salinos y diferenciados evolutivamente en su estrategia de tolerancia a la sal. La especie subarbustiva *Prosopis strombulifera* (Lam.) es muy abundante en las áreas salinas de Córdoba y San Luis. La exploración de especies del género *Prosopis* altamente tolerantes tiene implicancia no sólo ecológica para la conservación y reforestación con algarrobos, sino también en la agricultura tanto teórica como aplicada. En los suelos salinizados del sur de Córdoba, las sales predominantes son Na_2SO_4 y NaCl, llegando el primero a triplicar la concentración del segundo en algunas áreas (Sosa, 2005). Muy pocos estudios enfocan los efectos del Na_2SO_4 en el crecimiento vegetal, a pesar de ser de interés creciente la comparación de los mismos con los del NaCl con el fin de comprender mejor las respuestas de las plantas a las dos sales más abundantes en suelos salinizados (Manivannan *et al.*, 2008). Estudios realizados en nuestro laboratorio indican que esta especie constituye un interesante modelo de estudio que permitirá avanzar en la comprensión de los mecanismos fisiológicos, bioquímicos, y moleculares de la tolerancia a sal en plantas halófitas, en cuyo análisis se ha sugerido focalizar más atención (Mittler y Blumwald, 2010). Nuestros resultados han demostrado la estimulación de todos los parámetros de crecimiento de plántulas hasta un Ψa de –1,9 MPa (450 mM) con NaCl, lo que indica que esta especie es una euhalófita para esta sal (Sosa, 2005). Anatómicamente, las raíces de plantas tratadas presentaron un desarrollo precoz de la endodermis y un parénquima cortical altamente vacuolizado (Reinoso *et al.*, 2004). En las hojas, a partir de Ψa –1,9 MPa se observa una mayor vacuolización en el parénquima en empalizada, especialmente el dispuesto en la cara abaxial, lo que se explicaría por la necesidad de acumular iones y realizar osmorregulación. No obstante, esta especie no es tolerante a Na_2SO_4 ya que el crecimiento general de la planta se vio fuertemente afectado, encontrándose una precoz acumulación de Cl- en hojas por fallas en el mecanismo de exclusión a nivel de raíz (Reginato *et al.*, 2014). Además, estudios realizados sobre niveles de solutos compatibles, relaciones hídricas y ajuste osmótico mostraron que las plántulas creciendo en altas concentraciones de NaCl son capaces de realizar ajuste osmótico aliviando el impacto de la acumulación (Llanes *et al.,* 2013).

En base a los resultados previos de nuestro grupo y al papel que cumplen los carbohidratos en las respuestas a la salinidad, se plantea el objetivo de analizar los niveles endógenos de carbohidratos totales y específicos en raíces y hojas de plántulas de *P. strombulifera* cultivadas en soluciones salinas iso-osmoticas de NaCl, Na_2SO_4 y la mezcla de sales.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Semillas de *P. strombulifera* fueron recolectadas en las salinas de Córdoba, fueron escarificadas, lavadas y colocadas a germinar a 37ºC durante 24 h. Cuando las radículas alcanzaron aprox. 2 cm se colocarán en bandejas a razón de 80 plantas por bandeja, en solución hidropónica (Hoagland 25%). Cuando las plántulas alcanzaron 21 días se iniciaron los tratamientos: agregado de 38 mM de Na_2SO_4 y 50 mM de NaCl cada 48 h; plántulas que permanecieron en Hoagland durante todo el experimento se utilizaron como controles. Las bandejas se mantuvieron en Fitotrón Conviron con 16 h de luz a 250 umol. m^{-2} seg^{-1} y 8 h de osc., a 28° y 20ºC de temperatura respectivamente y 70% de HR, con aireadores. Los pulsos de sal fueron aditivos hasta obtener un potencial final de -2,6 MPa el cual corresponde a una concentración de 700 mM de NaCl y 530 mM de Na_2SO_4. Después de 24 h de alcanzarse los potenciales de - 1, - 1,9 y -2,6 MPa (29, 40 y 49 días desde el inicio del experimento) se recolectaron hojas y raíces para los análisis correspondientes. Se evaluó la

longitud radical y aérea en plantas de cada potencial. Los carbohidratos (málico, inositol, manitol, fructosa, galactosa, glucosa, sacarosa, rafinosa, pinitol y maltosa) solubles fueron determinados por GC con detector de ionización a llama de acuerdo al método de Bartolozzi *et al.* (1997). Los carbohidratos del metabolismo primario fueron extraídos de las muestras según la metodología propuesta (Roessner *et al.*, 2001) por GC-MS a través del programa Databrigde, incluído en el paquete Masslynx 4.1 (Micromass Ltd). Con el programa TargetSearch se obtuvo un perfil metabólico, cuya identificación coincidió con la librería NIST (MassLink). Para los análisis estadísticos se utilizó el programa SIMCA-P+.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

El perfil de carbohidratos se evaluó en plantas de *P. strombulifera* creciendo en soluciones con las comúnmente encontradas en suelos de muchos países, NaCl y Na_2SO_4, y su combinación en una mezcla iso-osmótica. Estudios previos de nuestro laboratorio demostraron que esta especie es menos tolerante a Na_2SO_4 que a NaCl o la mezcla de ambas sales. En este estudio, la longitud de la raíz aumentó en todos los tratamientos desde el inicio del experimento y no se detectaron diferencias significativas entre (Figura 1). La altura total incrementó por los tratamientos a -0,3 y -1,0 MPa. Sin embargo, a -1,9 y -2,6 MPa las plantas mostraron inhibición del crecimiento, mientras que las plantas tratadas con NaCl mostraron el máximo crecimiento, aunque no se detectaron diferencias significativas respecto a las plantas no tratadas con sal (control). No se observaron diferencias significativas en la altura entre las plantas tratadas con las soluciones monosalinas y las plantas crecidas en la mezcla de sales.

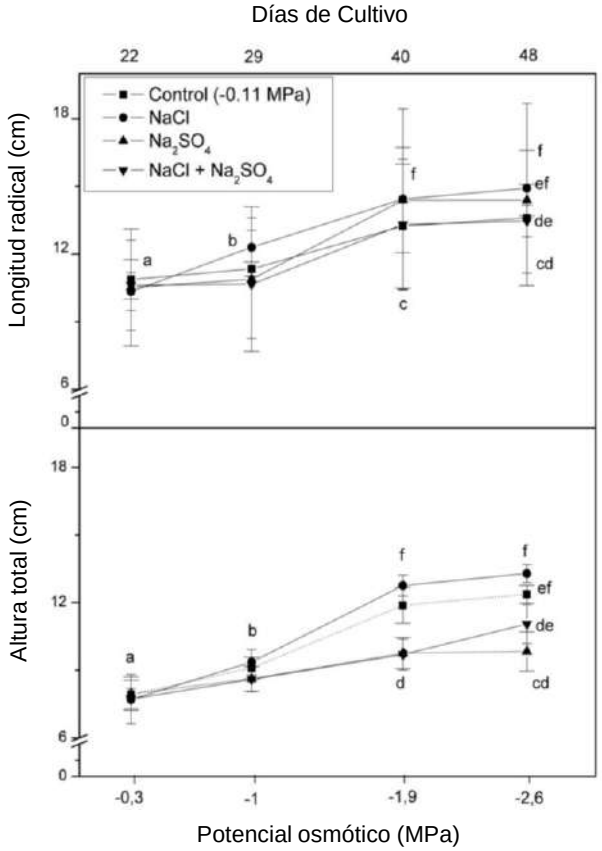


Figura 1. Efectos del NaCl, Na_2SO_4 y NaCl + Na_2SO_4 sobre la longitude radical y altura total de *Prosopis strombulifera* a diferentes potenciales osmóticos (MPa). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Los datos representan la media ± S.E.

Numerosos estudios en la literatura sobre las respuestas de las plantas a la salinidad generalmente han atribuido la toxicidad iónica al exceso de Na^+ en el suelo y consecuentemente, a la mala incorporación de K+ por las raíces. Sin embargo, en nuestros

experimentos las plantas que crecen en presencia de NaCl y/o Na_2SO_4 acumularon proporciones similares de ambos cationes en hojas y raíces. En efecto, durante los últimos años se ha demostrado a través de determinaciones tales como el contenido relativo de agua, potencial osmótico y ajuste osmótico, tasa de transpiración, daño oxidativo, contenido de ácidos orgánicos, fluorescencia de clorofila, flujo de electrones fotosintéticos, respiración, fitohormonas y polifenoles y el metabolismo (Llanes *et al.*, 2013; Devinar *et al.*, 2013; Reginato *et al.*, 2014,
Llanes *et al.*, 2014, 2016), que la presencia de SO_4^{-2} en el medio de cultivo fue el determinante de la toxicidad en plantas de *P. strombulifera*. Estás mostraron una capacidad reducida de compartimentación iónica y ajuste osmótico. Por otra parte, el tratamiento con Na_2SO_4 acentuó la disminución en los valores de NPQ (Non Photochemical Quenching) causados por el envejecimiento de las plantas, contribuyendo a la fotoinhibición, determinada por los bajos valores de Fv / Fm en estas plantas (Devinar, 2015). Estos resultados son coincidentes con la fuerte inhibición del ciclo de las xantofilas por SO_4^{-2} observado en estudios previos.
Las respuestas de las plantas a la salinidad también implican cambios a nivel génico que invariablemente conducen a modificaciones en el metabolismo. La identificación de marcadores de metabolitos potencialmente involucrados en la tolerancia al estrés salino pueden realizarse a través de diferentes enfoques para el análisis de metabolitos. Por lo tanto, proporcionar un resumen del perfil de carbohidratos presentes en la halofita *P. strombulifera* es relevante. Un total de 22 carbohidratos fueron detectados por el método de GC-MS. En la figura 1 se observa las principales fuentes de variación dentro de los datos. Los resultados del análisis ACP muestra el agrupamiento de las muestras biológicas en tres grupos diferenciados por su potencial osmótico: 1, 1,9 y 2,6 MPa tanto para hojas como para raíces. Además, las plantas control se separaron por la edad de cultivo a los 29, 40 y 48 días. Asi, por ejemplo el componente 1 en raíces permite resolver el potencial -1.9 del resto, mientras que componente 1 y 2 permite diferenciar el potencial -2.6 MPa del resto (Figura 2). Similares observaciones fueron registradas en hojas. Puede observarse que el tratamiento con Na_2SO_4 posee un comportamiento específico en el potencial -2.6 MPa.

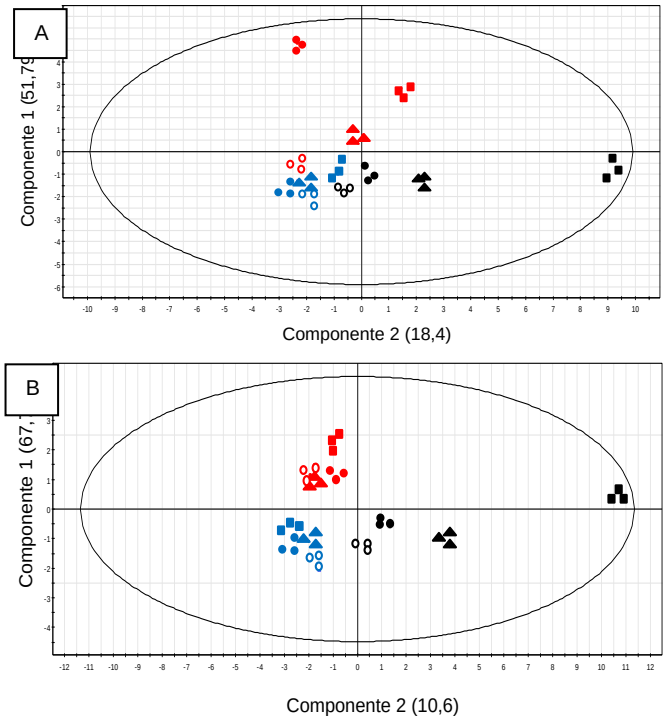


Figura 2. Análisis de Componentes Principales (ACP) mostrando las dos principales fuentes de variabilidad en raíces (A) y hojas (B) en plantas de *P. strombulifera* creciendo en condiciones no-estresadas (control) y salinizadas (NaCl, Na_2SO_4 and NaCl + Na_2SO_4). El

porcentaje de variabilidad se encuentra en cada componente. Símbolos en rojo representan el potencial agua (Ψa) -1 MPa, en azul: -1.9. MPa y en negro a -2.6 MPa. Tratamientos: control (circulo sin relleno), NaCl (triangulo), Na_2SO_4 (cuadrado) y NaCl + Na_2SO_4 (circulo con relleno).

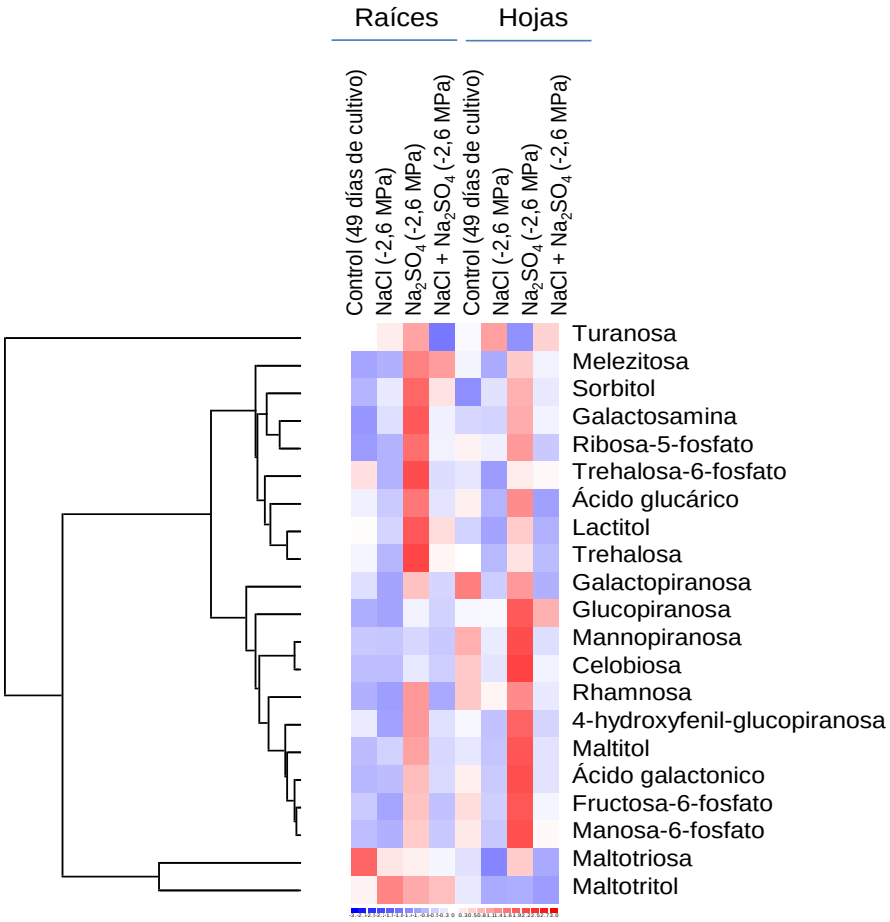


Figura 3. Análisis de agrupamiento jerárquico del perfil de carbohidratos determinados por GC-MS en hojas y raíces de *Prosopis strombulifera* en tratamientos no salinos (Control), NaCl, Na_2SO_4 y NaCl + Na_2SO_4 a -2,6 MPa.

En la figura 3 se observa la acumulación diferencial de los carbohidratos analizados en la mayor concentración de sal en el medio (Ψo: -2,6 MPa). La mayor intensidad en la mayoría de los compuestos identificados se observó en plantas tratadas con Na_2SO_4 y esta respuesta se correlacionó con el efecto tóxico de la sal sulfato sobre el crecimiento de las plántulas, observación confirmada por el hecho de que la mezcla de sales alivió parcialmente este efecto por dilución. Uno de los polialcholes que se acumuló en raíces y hojas fue el sorbitol en las plantas tratadas con Na_2SO_4, confirmando resultados previos que sugieren que una acumulación excesiva de este alcohol de azúcar tiene un efecto perjudicial debido a la competencia con otros hidratos de carbono y refleja un trastorno en el metabolismo del carbono (Llanes *et al.*, 2013). En el perfil metabólico se observaron niveles muy altos de un derivado del sorbitol, maltitol (4-O-α-glucopiranosil-D-sorbitol), cuyo rol en plantas es desconocido, sin embargo, en el hongo Aspergillus niger F-08 se informó que este carbohidrato podría inducir (hasta 8 veces) la actividad de una glucoamilasa (RSDG) involucrada en la digestión de almidón (Sun *et al.*, 2008). En plantas, la inducción de glucoamilasas en condiciones de estrés podría estar reflejando la necesidad de obtener azúcares solubles, ya sea para el ajuste osmótico o de señalización. Curiosamente,

maltotriitol, AC18, un polialcohol sintetizado a partir de maltosa, fue acumulado en los tratamientos con NaCl y la mezcla de sales pero no se observó en el tratamiento con Na_2SO_4. Este polialcohol puede inhibir a una α-glucosidasa y el metabolismo de la maltosa en *Streptococcus mutans* (Miyasawa-Hori *et al.*, 2007). Además, maltotriitol es también un inhibidor de la producción de ácidos en la placa dental humana (Würsch y Koellreutter 1982).

Podría pensarse que la inhibición de glucosidasas, el metabolismo de la maltosa y la producción de ácidos excesiva en el tratamiento con NaCl podría funcionar como parte de una fina regulación del metabolismo y la señalización de azúcares para mejorar la tolerancia a esta sal. En los últimos años ha surgido un importante rol de la maltosa en conferir tolerancia al frío (Kaplan y Guy 2005), por lo tanto, una comprensión más detallada de su biosíntesis y degradación podrían, además, ser de gran importancia desde una perspectiva aplicada. En el perfil metabólico analizado, los hidratos de carbono se acumularon en *P. strombulifera*, principalmente en el tratamiento con la mezcla de sales, tales como residuos de fructofuranosil y celobiosa. La producción de ambos compuestos se incrementó en las raíces de plantas tratadas con Na_2SO_4. Sin embargo, la disminución de disacáridos en raíces de plantas tratadas con Na2SO4 a -2,6 MPa y la inhibición general de su crecimiento a partir de -1,9 MPa ilustran el efecto perjudicial de los iones de sulfato sobre la síntesis de sacarosa y de transporte (Llanes *et al.*, 2013), que podría explicar el aumento de los niveles de residuos fructofuranosil libres en estas plantas. Además, la celobiosa posee una la función principal es el transporte de carbohidratos, así, esta parte de los resultados obtenidos a través del análisis de los carbohidratos de *P. strombulifera* ponen de manifiesto el rol fundamental que desempeñan los hidratos de carbono en una red interconectada finamente regulada para mantener el equilibrio metabólico según la demanda frente a condiciones adversas como la salinidad.

Tabla 1. Contenido de carbohidratos (ng/g PS) en hojas de *P. strombulifera* detectadas por GC-IF en el potencial -1.9 y -2.6 MPa.

Tratamientos	Málico	Manitol	Inositol	Fructosa	Galactosa	Glucosa	Sacarosa	Rafinosa	Pinitol	Maltosa
Control (-1,9 MPa)	8,6795	0,1348	1,8221	1,9322	0,5945	3,1831	80,1382	4,1245	9,0094	0,0472
Control (-2,6 MPa)	7,8164	0,1424	2,1197	1,4565	0,6034	2,3801	70,0100	3,9436	8,9520	0,1747
Na_2SO_4 (-1,9 MPa)	8,1548	0,1580	2,4585	2,0760	0,6416	3,6738	123,3165	5,0421	17,7561	0,1951
Na_2SO_4 (-2,6 MPa)	6,3652	0,1390	2,3448	1,5652	0,6771	2,9964	126,6724	4,9338	28,4348	0,3478
NaCl (-1,9 MPa)	3,7172	0,0880	2,2750	2,6897	0,9209	3,9590	51,6358	6,4615	20,6341	0,1951
NaCl (-2,6 MPa)	3,4157	0,0846	2,1995	2,5337	0,8341	3,6696	69,7541	8,4343	39,5146	0,4369
NaCl + Na_2SO_4 (-1,9 MPa)	7,1859	0,2054	2,5242	2,4698	0,8045	4,3745	96,0938	6,2695	15,8537	0,2439
NaCl + Na_2SO_4 (-2,6 MPa)	5,9232	0,1829	1,8894	2,1112	0,7586	3,9557	135,0163	6,8787	30,0047	0,3302

Finalmente, los carbohidratos evaluados por GC-IF muestran una disminución contenido de azúcares reductores, glucosa y fructosa, en hojas de plantas tratadas con sales de sulfato, lo cual se podría relacionarse a una translocación de los monosacáridos desde las hojas hacia las raíces. Parte de la acumulación de estos azúcares podría deberse a que sirven de sustrato para la formación de polioles y en el caso de las plantas tratadas con sulfato a síntesis de ligninas, ya que a 531 mM de Na2SO4 las raíces poseen mayor número de células corticales en raíces primarias y comienzo de diferenciación de tejido vascular secundario con elementos altamente lignificados (Reinoso *et al.*, 2005). Además, la gran acumulación de sacarosa en plantas tratadas con sulfato podría reflejar el efecto deletéreo de esta sal, afectando por un lado su transporte y síntesis, y por otro reflejando el daño producido en la fotosíntesis, como lo demuestran la disminución en el contenido de clorofilas a y b y explicando la inhibición general de su crecimiento a 531 mM de Na2SO4. Por otro lado, la gran acumulación de pinitol en plantas tratadas con NaCl, podría estar relacionado con un rol protector en estos tratamientos. La gran acumulación de pinitol en hojas y raíces de plantas de *P. strombulifera* creciendo bajo salinidad indican por un lado, que es el principal carbohidrato de respuesta a estrés salino. Considerando que los polialchoholes

poseen propiedades como osmolito y sirven como reservorio de carbono para la planta, su acumulación representaría una ventaja para el requerimiento metabólico y osmótico necesarios para crecer bajo condiciones de estrés salino. Sin embargo, como *P. strombulifera* acumula grandes cantidades de sodio y pinitol en hojas bajo salinidad, la síntesis de este polialcohol parece ser regulada por las concentraciones de las sales en el medio, pero no sólo en presencia de NaCl, como en las plantas de *M. Crystallinum*, sino también frente a estrés generado por Na_2SO_4 y la mezcla de sales (NaCl + Na_2SO_4). En estudios previos se corroboró que las plantas en presencia de NaCl en el medio, mostraron una elevada capacidad de compartimentalización del ión Na+ en hojas balanceada por una elevada concentración de pinitol y manitol en su citoplasma. En cambio, las tratadas con Na_2SO_4 fueron poco tolerantes, mostraron síntomas de clorosis, reducción del crecimiento general y abscisión precoz de hojas y su capacidad de compartimentalización de Na+ fue menor que las tratadas con NaCl. No obstante, el nivel de pinitol en hojas fue similar al determinado en estas últimas, apareciendo adicionalmente y como rasgo distintivo una gran acumulación de sorbitol. En consecuencia, de acuerdo a lo discutido anteriormente en relación con el comportamiento fisiológico de las plantas que acumulan sorbitol, podríamos sugerir que en esta especie, su presencia podría ser considerada como un indicio de desorden en el metabolismo del carbono. Esto reafirmaría la idea de que la presencia de cantidades elevadas de pinitol “per se” no implica una mayor tolerancia a salinidad.

CONCLUSIONES:

Los resultados de este trabajo en la halófita *P. strombulifera* ponen de manifiesto el rol fundamental que desempeñan los hidratos de carbono en una red interconectada finamente regulada para mantener el equilibrio metabólico según la demanda frente a condiciones adversas como la salinidad.

BIBLIOGRAFIA:

Abideen Z, H Koyro, B Huchzermeyer, M Ahmed, B Gul & M Khan. 2014. Moderate salinity stimulates growth and photosynthesis of Phragmites karka by water relations and tissue specific ion regulation. Environmental and Experimental Botany 105:70-76.

Bartolozzi F, G Betazza, D Bassi & G Cristofen. 1997. Simultaneous determination of soluble sugars and organic acids as their trimethylsilyl derivatives in apricot fruits by gas–liquid chromatography. J. Chromatogr. 758:99–107.

Deinlein U, A Stephan, T Horie, W Luo, G Xu & J Schroeder. 2014. Plant salt-tolerance mechanisms. Trends in plant science 19(6):371-379.

Devinar G. 2015. Role of Salicylic Acid, Ethylene and Nitric Oxide in Ion Homeostasis and Salinity Tolerance of Prosopis strombulifera. PhD Thesis. Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina, 91-128 p.

Devinar G, A Llanes & V Luna. 2013. Abscisic acid and salicylic acid levels induced by different relative humidity and salinity conditions in the halophyte *Prosopis strombulifera*. Plant Growth Regul 70: 247-256.

Geigenberger P, A Kolbe & A Tiessen. 2005. Redox regulation of carbon storage and partitioning in response to light and sugars. Journal of Experimental Botany 56(416):1469-1479.

Iqbal N, S Umar & N Khan. 2015. Nitrogen availability regulates proline and ethylene production and alleviates salinity stress in mustard (*Brassica juncea*). Journal of plant physiology 178:84-91.

Kaplan F & Guy C. 2005. RNA interference of Arabidopsis beta-amylase8 prevents maltose accumulation upon cold shock and increases sensitivity of PSII photochemical efficiency to freezing stress. Plant J 44:730-743.

Llanes A, G Bertazza, G Palacio & V Luna. 2013. Different sodium salts cause different solute accumulation in the halophyte *Prosopis strombulifera*. Plant Biol.15: 118-125.

Llanes A, O Masciarelli & V Luna. 2014. Growth responses to sulfate and chloride are related to different phytohormone profiles in the halophyte *Prosopis strombulifera*. Emir. J. Food Agric. 26:1097-1113.

Manivannan P, C Jaleel, R Somasundaram & R Panneerselvam. 2008. Osmoregulation and antioxidant metabolism in drought-stressed Helianthus annuus under triadimefon drenching. Comptes Rendus Biologies 331(6):418-425.
Mittler R & E Blumwald. 2010. Genetic engineering for modern agriculture: challenges and perspectives. Annual review of plant biology 61:443-462.
Miyasawa-Hori H, S Aizawa, J Washio & N Takahashi. 2007. Inhibitory effects of maltotriitol on growth and adhesion of mutans streptococci. Interface Oral Health Science 257-258.
Reginato M, L Sosa, A Llanes, E Hampp, N Vetorazzi, H Reinoso & V Luna. 2014. Ionic interactions within the major salts in the soil determine differential physiological responses in the halophytic legume *Prosopis strombulifera*. Plant Biol 16: 97-106.
Reinoso H, L Sosa, L Ramirez & V Luna. 2004. Salt-induced changes in the vegetative anatomy of *Prosopis strombulifera* (Leguminosae). Can. J. Bot. 82:618-628.
Reinoso H, L Sosa, M Reginato & V Luna. 2005. Histological alterations induced by sodium sulfate in the vegetative anatomy of *Prosopis strombulifera* (Lam.) Benth. World J. Agric. Sci. 1: 109-119.
Roessner U, A Luedemann, D Brust, O Fiehn, T Linke, L Willmitzer & A Fernie. 2001. Metabolic profiling allows comprehensive phenotyping of genetically or environmentally modified plant systems. Plant Cell 13:11-29.
Sosa L, A Llanes, M Reginato, H Reinoso & V Luna. 2005. Osmotic and specific ion effects on the germination of *Prosopis strombulifera* (Lam.) Benth. Ann. Bot 96, 261e297.
Sulpice R, S Trenkamp, M Steinfath, B Usadel, Y Gibon, H Witucka-Wall & M Hoehne. 2010. Network analysis of enzyme activities and metabolite levels and their relationship to biomass in a large panel of Arabidopsis accessions. The Plant Cell 22(8), 2872-2893.
Sun H, P Zhao & M Peng. 2008. Application of maltitol to improve production of raw starch digesting glucoamylase by *Aspergillus niger* F-08. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24(11): 2613-2618.
Würsch P & B Koellreutter. 1982. Maltitol and maltotriitol as inhibitors of acid production in human dental plaque. Caries research 16(2):90-95.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PGPR Y TOLERANCIA A ESTRÉS SALINO Y DE pH DE AISLAMIENTOS ENDÓFITOS DE LA LEGUMINOSA NATIVA *Rhynchosia*.

Lucero C.[1], G. Cavallero[1], F. Pagliero[1], C. Castaño[1], G. Lorda[1].

[1] Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UNLPam - cinthialucero2@hotmail.com

RESUMEN: El estudio de la biodiversidad microbiana contribuye al mejoramiento de prácticas agrícolas en zonas desfavorables de nuestro país, como lo es la Región Semiárida Pampeana. En particular, las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR - Plant Growth Promoting Rhizobacteria) son un grupo heterogéneo que puede ser hallado en la rizósfera, en la superficie de las raíces ó en asociación con ellas, lo cual puede mejorar en extensión y calidad el crecimiento vegetal, directa o indirectamente. El aislamiento y caracterización de cepas bacterianas nativas del suelo, adaptadas a las condiciones medioambientales de la Región, que muestren actividades promotoras del crecimiento vegetal, contribuiría a la implantación de leguminosas nativas o naturalizadas de la región semiárida, mediante la práctica de la inoculación, con la finalidad de promover la producción sustentable en los sistemas frágiles de nuestro país. En base a estas consideraciones, en el presente trabajo se aislaron y caracterizaron microorganismos endófitos provenientes de nódulos de la leguminosa nativa *Rhynchosia*. En primer lugar se llevaron a cabo estudios para evaluar la potencial capacidad promotora del crecimiento vegetal (PRGR). A aquellos que presentaron dicha capacidad, y considerando las características de la región semiárida pampeana, los aislamientos obtenidos fueron caracterizados en cuanto a su capacidad de crecimiento en tres condiciones de estrés salino (50, 100 y 200 mM NaCl) y en cuatro condiciones de pH (6, 7, 8 y 9). En cada uno de los cuales se midieron parámetros fisiológicos como tiempo de generación y velocidad de crecimiento. Los resultados obtenidos demuestran que un alto porcentaje de los aislamientos obtenidos presenta capacidad PGPR in vitro y una gran adaptación a las diferentes condiciones de estrés a las que fueron sometidas, por lo que podrían ser potenciales bioinoculantes para la leguminosa *Rhynchosia* spp.

PALABRAS CLAVE: *Rhynchosia*; endófitos; estrés.

INTRODUCCION:

En la región semiárida pampeana existen algunas leguminosas particularmente interesantes que se están desarrollando actualmente para fines agrícolas. Está ampliamente descripto como parámetros ambientales como la salinidad, temperaturas y pH extremos, escasos nutrientes y elementos tóxicos, influyen sobre la simbiosis rizobio-leguminosa. Por este motivo resulta de gran interés seleccionar cepas nativas, las cuales tienen como ambiente natural estas condiciones ambientales. Además, seleccionar aquellas que presenten capacidad de promover el crecimiento vegetal (PGPR) y tengan una buena adaptabilidad a una amplia gama de condiciones ambientales. Este resultado es clave para maximizar la producción de leguminosas de manera sustentable con el ambiente sin la incorporación de fertilizantes químicos.

Se han realizado estudios sobre especies de leguminosas nativas con características valiosas que podrían ayudar a asegurar su persistencia bajo pastoreo intensivo. En vista de

esto, *Rhynchosia* se presenta como una especie prometedora para este propósito, ya que se ha determinado que tiene muy buena capacidad forrajera.
La estrategia tradicional utilizada para investigar los simbiontes microbianos asociados a nódulos implica su aislamiento y cultivo a partir de tejidos internos de nódulos esterilizados en superficie (Vincent, 1970). La descripción de las asociaciones simbióticas para las diversas leguminosas se ha basado tradicionalmente, como punto de partida, en la capacidad de cultivar los ocupantes bacterianos dentro del nódulo cuando está estriado en placas de agar con un medio rico a base de levadura y manitol (Benhizia *et al.*, 2004).
La mayoría de los estudios recientes sobre la interacción leguminosa-rizobacterias se han limitado a cultivos agrícolas, dejando de lado aquellas especies nativas. Con el fin de conocer el crecimiento y desarrollo de esta microflora bacteriana en condiciones de estrés, y determinar sus propiedades promotoras de crecimiento de las plantas de los grupos bacterianos presentes en los nódulos de las asociaciones leguminosas-endófitas naturales, se examinaron los ocupantes microbianos dentro de los nódulos de especies de leguminosas silvestres de *Rynchosia* recolectadas en la región semiárida pampeana.

MATERIALES Y MÉTODOS:
Para la obtención de los aislamientos, los segmentos de raíz que llevaban los nódulos se esterilizaron superficialmente (Sakiyama *et al.,* 2001). Los nódulos radiculares esterilizados superficialmente se transfirieron a placas de Petri vacías estériles y se cortaron a la mitad con un bisturí estéril. Luego se maceró en 50-150 µL de solución fisiológica estéril (el volumen varió dependiendo del tamaño del nódulo). La suspensión de nódulos se estrió sobre agar TY (5 g L^{-1} de triptona, 3 g L^{-1} de extracto de levadura y 0,87 g L^{-1} de $CaCl_2.2H_2O$). Las placas se incubaron a temperatura ambiente y se procedió a reaislar todas las colonias obtenidas.
En cuanto a las propiedades PGPR se evaluó la capacidad de producir ácido indol-acético (AIA), a través de la técnica colorimétrica descripta por Glickmann y Dessaux, (1995). La misma consiste en mezclar 4 ml de reactivo de Salkowski (H_2SO_4 7,9 M – $FeCl_3$ 40 mM) con 1 mL de sobrenadante de cultivo, evaluando el cambio de coloración. Se utilizó como estándar ácido indol-3-acético puro (Sigma, EE.UU.).
La producción de sideróforos se determinó mediante el método de Schwyn y Neilands (1987). Se inocularon 10 µL de cultivo bacteriano puro en placas de LB que contenían agar de cromo azurol S (CAS). Las placas se incubaron a 30°C y se observaron diariamente para la formación de un halo color naranja alrededor de cada colonia durante un máximo de 4 días. Se realizó un control positivo con la cepa *P.fluorescens* P3.
La solubilización de fosfato se determinó cualitativamente, colocando 10 µL de cultivo bacteriano puro en una placa de Petri con medio NBRIP sólido, el cual está compuesto por $Ca_3(PO_4)_2$ que es insoluble. La formación de un halo alrededor del punto de siembra evidencia la capacidad solubilizadora de fosfatos.
Para evaluar la tolerancia el estrés, los aislamientos que presentaron alguna de las capacidades PGPR se cultivaron en medio TY variando el pH en valores de 6, 7, 8 y 9, y las condiciones de estrés osmótico en valores de 0mM, 50mM, 100mM y 200mM de NaCl. El crecimiento celular en medio líquido se midió en base a determinaciones de Densidad Óptica a una longitud de onda de 550 nm. Los parámetros cinéticos que se calcularon fueron: velocidad específica de crecimiento (µ) y tiempo de generación (Tg).

$$\mu\ (1/h) = \ln (x/x^0)/t \qquad Tg\ (h) = \ln 2/\mu$$

Donde: x: concentración final de células.
x^o: concentración inicial de células.
t: intervalo de tiempo considerado.

RESULTADOS Y DISCUSION:
Se obtuvieron un total de 54 aislamientos del interior de los nódulos de *Rhynchosia.* En cuanto a las características PGPR, todos los microorganismos obtenidos presentaron la capacidad de producir fitohormonas del tipo ácido indol-acético, en un promedio de 5,91 µg/ml, sin requerimiento de triptófano en el medio de cultivo como precursor para su

síntesis. El aislamiento 66 mostró la mayor producción de AIA, 22,68 µg/ml (**Tabla 1**). El rango de concentraciones hallado en este ensayo se corresponde con los informes de otros autores que estudian la comunidad simbiótica de bacterias endófitas y rizosféricas (Torres-Rubio et al., 2000; Khalid et al., 2004).

El 27.8% de las cepas caracterizadas fueron productoras de sideróforos (**Figura 1A**). Se realizó una cuantificación de la producción de sideróforos midiendo el área (cm^2) del halo de solubilización (**Tabla 1**).

Por otra parte, solo el 9,26% de las cepas caracterizadas presentaron capacidad solubilizadora de fósforo inorgánico (**Figura 1B)**. Varios estudios han puesto en evidencia la capacidad solubilizadora de fosfato inorgánico por diferentes especies microbianas promotoras del crecimiento de plantas, entre ellas las pertenecientes a los géneros: *Pseudomonas, Bacillus, Rhizobium, Burkholderia, Achromobacter, Agrobacterium, Micrococus, Aereobacter, Flavobacterium, Pantotea, Klebsiella, Rhodobacter* (Subbarao, 1988; Rodríguez y Fraga 1999; Ponmurugan y Gopi, 2006). Se midió el área de solubilización de P (cm^2) para obtener un dato cuantitativo (**Tabla1**).

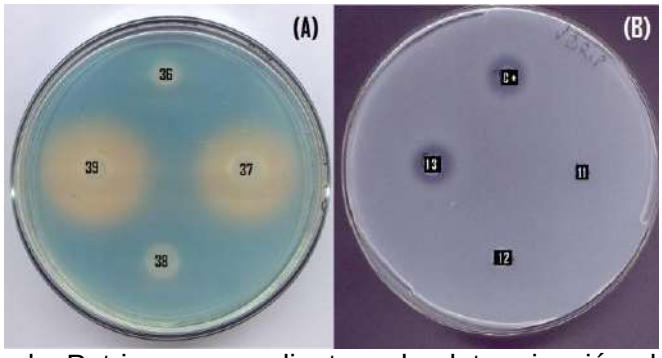


Figura 1: (A) Placa de Petri correspondiente a la determinación de sideróforos de los aislamientos 36, 37, 38 y 39. (B) Placa de Petri para determinar capacidad solubilizadora de P de lós aislamientos 11, 12, 13 y El control positivo *P.fluorescens* P3.

Tabla 1: Características PGPR para el total de los aislamientos obtenidos.

Aisl.	AIA (µg/ml)	Sideróf. Área (cm^2)	Solub. de P Área (cm^2)	Aisl.	AIA (µg/ml)	Sideróf. Área (cm^2)	Solub. de P Área (cm^2)
1	2,85	0	0,23	**32**	7,85	0	0
2	2,85	0	0	**33**	8,57	0	0
3	1,42	0,97	0	**34**	6,42	0,54	0
4	5	0	0,86	**36**	5,71	0,46	0
5	0,71	1,22	0	**37**	9,28	7,29	0
6	0,71	0	0	**38**	5,71	0,81	0
7	1,42	0	0	**39**	7,14	8,47	0
8	4,28	2,81	0	**40**	7	1,25	0
9	0,71	0	0	**41**	5,71	0,98	0
10	1,42	0,75	1,24	**42**	6,42	0	0
11	0,71	0	0	**43**	5,71	0	0
12	3,57	0	0	**44**	25	0	0
13	0,71	0,62	0,93	**45**	11,42	0	0
14	1,42	0	0	**48**	7,14	1,39	0
15	0,71	0	0	**51**	5,71	0,68	0
17	5,71	0	0	**53**	5	0	0
18	6,42	0	0	**55**	5	0,38	0
20	5,71	0	0	**56**	7,14	5,23	0
21	5	0,43	0	**57**	11,42	0	0

22	6,42	1,41	0	**58**	6,42	0	0
24	7,14	0	0	**59**	5	0	0
26	5,71	0	0	**60**	5	0	0
27	5,71	0,76	0	**61**	10,71	0	0
28	7,4	0	0	**62**	5,71	0	0
29	0,71	0	0	**63**	8,57	0	0
30	6,42	0	0	**64**	5,71	2,46	0
31	5	0	1,00	**66**	22,85	0,38	0

Es importante destacar que 23 de los 54 aislamientos (3, 4, 5, 8, 10, 13, 21, 22, 27, 31, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 48, 51, 56, 64 y 66) presentaron más de una capacidad promotora del crecimiento, de las cuales dos de ellos, el 10 y el 13, dieron positivo en las 3 determinaciones estudiadas.

Si bien muchos géneros bacterianos presentan capacidades promotoras del crecimiento, es de particular interés detectar grupos que presenten más de una propiedad de promoción de crecimiento vegetal. Se han aislado microorganismos como *Azospirillum lipoferum* y *Azotobacter chroococcum* que además de ser fijadores libres de nitrógeno, son capaces de promover el crecimiento vegetal mediante la solubilización de fosfatos inorgánicos (Murty y Ladha 1988). Además, las especies de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium,* las bacterias del suelo que fijan nitrógeno en la asociación simbiótica con diversas leguminosas, poseen capacidad de solubilización de fósforo inorgánico (Halder y Chakrabartty 1993; Surange y Kumar 1993).

A los 23 aislamientos seleccionados por su performance PGPR se les midió parámetros de crecimiento frente a las diferentes condiciones de estrés estudiadas (**Tabla 2 y 3**).

Tabla 2: Parámetros de crecimiento de los aislamientos seleccionados frente a diferentes condiciones de pH.

Aislamientos	Estrés por pH											
	pH 6			pH 7			pH 8			pH 9		
	μ (h^{-1})	μ_{max} (h^{-1})	Tg (h)	μ (h^{-1})	μ_{max} (h^{-1})	Tg (h)	μ (h^{-1})	μ_{max} (h^{-1})	Tg (h)	μ (h^{-1})	μ_{max} (h^{-1})	Tg (h)
3	0,445	0,515	1,557	0,449	0,616	1,545	0,410	0,693	1,691	0,347	0,824	1,997
4	0,230	0,511	3,015	0,237	0,383	2,929	0,299	0,626	2,321	0,253	0,659	2,738
5	0,515	0,867	1,347	0,326	0,656	2,125	0,443	0,941	1,563	0,385	0,612	1,800
8	0,515	0,805	1,345	0,279	0,733	2,487	0,345	1,070	2,008	0,248	0,646	2,794
9	0,474	1,099	1,463	0,305	0,518	2,272	0,391	0,923	1,771	0,329	0,478	2,108
10	0,287	0,585	2,418	0,286	0,590	2,422	0,328	0,896	2,115	0,292	0,590	2,371
13	0,219	0,709	3,168	0,218	0,454	3,173	0,232	0,476	2,993	0,246	0,558	2,818
21	0,382	0,852	1,816	0,349	0,431	1,988	0,419	0,805	1,654	0,354	0,643	1,960
22	0,623	0,896	1,113	0,300	0,843	2,314	0,382	1,151	1,814	0,205	0,203	3,378
27	0,385	0,640	1,802	0,393	0,668	1,762	0,386	0,721	1,795	0,694	0,694	0,998
31	0,191	0,340	3,631	0,167	0,478	4,158	0,169	0,338	4,103	0,315	0,448	2,203
34	0,166	0,512	4,170	0,174	0,337	3,981	0,220	0,475	3,145	0,142	0,181	4,874
36	0,184	0,471	3,773	0,179	0,539	3,873	0,214	0,626	3,233	0,183	0,255	3,783
37	0,146	0,498	4,762	0,160	0,607	4,336	0,151	0,526	4,580	0,230	0,469	3,009
38	0,446	0,558	1,555	0,405	0,535	1,713	0,552	0,672	1,257	0,594	0,693	1,167
39	0,151	0,532	4,585	0,197	0,474	3,517	0,225	0,549	3,083	0,306	0,579	2,267
40	0,142	0,432	4,895	0,128	0,368	5,401	0,174	0,365	3,982	0,124	0,313	5,600
41	0,343	0,624	2,018	0,172	0,326	4,028	0,407	0,757	1,703	0,343	0,537	2,018
48	0,173	0,297	4,011	0,160	0,275	4,323	0,150	0,228	4,610	0,213	0,290	3,250
51	0,266	0,580	2,608	0,251	0,458	2,758	0,310	0,693	2,236	0,253	0,646	2,741
55	0,229	0,329	3,026	0,212	0,321	3,272	0,270	0,455	2,564	0,347	0,558	2,000
56	0,201	0,521	3,449	0,189	0,621	3,669	0,187	0,327	3,716	0,205	0,620	3,379
64	0,272	0,445	2,549	0,215	0,375	3,231	0,504	0,504	1,375	0,336	0,573	2,065
66	0,164	0,323	4,223	0,201	0,331	3,444	0,217	0,339	3,189	0,237	0,405	2,930

Tabla 3: Parámetros de crecimiento de los aislamientos seleccionados frente a diferentes condiciones osmóticas.

Aislamientos	Estrés osmótico											
	0mM NaCl			50 mM NaCl			100 mM NaCl			200 mM NaCl		
	μ (h^{-1})	μ_{max} (h^{-1})	Tg (h)	μ (h^{-1})	μ_{max} (h^{-1})	Tg (h)	μ (h^{-1})	μ_{max} (h^{-1})	Tg (h)	μ (h^{-1})	μ_{max} (h^{-1})	Tg (h)
3	0,449	0,616	1,545	0,314	0,513	2,208	0,392	0,711	1,769	0,518	0,906	1,338
4	0,237	0,383	2,929	0,254	0,659	2,732	0,298	0,499	2,328	0,253	0,458	2,743
5	0,326	0,656	2,125	0,392	0,640	1,769	0,314	0,722	2,205	0,366	0,805	1,894
8	0,265	0,733	2,616	0,702	1,320	0,987	0,691	1,221	1,004	0,300	1,126	2,309
10	0,286	0,590	2,422	0,364	0,826	1,906	0,289	0,617	2,396	0,361	0,789	1,918
13	0,218	0,454	3,173	0,263	0,714	2,631	0,207	0,475	3,357	0,241	0,702	2,878
21	0,349	0,431	1,988	0,356	0,644	1,945	0,296	0,530	2,340	0,382	0,438	1,814
22	0,300	0,843	2,314	0,362	1,080	1,915	0,472	0,595	1,468	0,543	0,741	1,277
27	0,393	0,668	1,762	0,395	0,645	1,753	0,614	0,665	1,129	0,385	0,733	1,802
31	0,167	0,478	4,158	0,150	0,375	4,634	0,159	0,360	4,363	0,151	0,408	4,589
34	0,174	0,337	3,981	0,234	0,499	2,958	0,121	0,324	5,714	0,188	0,312	3,692
36	0,179	0,539	3,873	0,208	0,564	3,336	0,320	0,539	2,168	0,353	0,567	1,963
37	0,160	0,607	4,336	0,131	0,419	5,303	0,158	0,566	4,378	0,190	0,549	3,652
38	0,405	0,535	1,713	0,240	0,517	2,889	0,265	0,541	2,618	0,277	0,618	2,500
39	0,197	0,474	3,517	0,211	0,429	3,278	0,150	0,451	4,612	0,145	0,431	4,795
40	0,128	0,368	5,401	0,131	0,398	5,281	0,125	0,410	5,544	0,138	0,416	5,014
41	0,172	0,326	4,028	0,400	0,973	1,731	0,285	0,589	2,434	0,296	0,693	2,340
48	0,160	0,275	4,323	0,164	0,280	4,230	0,150	0,220	4,610	0,212	0,278	3,275
51	0,251	0,458	2,758	0,263	0,449	2,636	0,270	0,472	2,569	0,254	0,444	2,731
55	0,212	0,321	3,272	0,192	0,295	3,620	0,200	0,288	3,472	0,242	0,409	2,865
56	0,189	0,621	3,669	0,188	0,549	3,693	0,168	0,622	4,132	0,198	0,458	3,508
64	0,215	0,375	3,231	0,239	0,420	2,895	0,232	0,401	2,989	0,255	0,441	2,722
66	0,201	0,331	3,444	0,211	0,384	3,281	0,220	0,373	3,152	0,328	0,867	2,115

De estos 23 aislamientos el 60,9% (3, 4, 5, 8, 10, 13, 21, 37, 40, 41, 51, 55, 64 y 66) (**Figura 2**) fue capaz de tolerar todas las condiciones de estrés presentadas, mientas el 39,1% restante (22, 27, 31, 34, 36, 38, 39, 48, 56), si bien no tolero todas, supero una gran cantidad de condiciones de estrés (**Figura 3**).

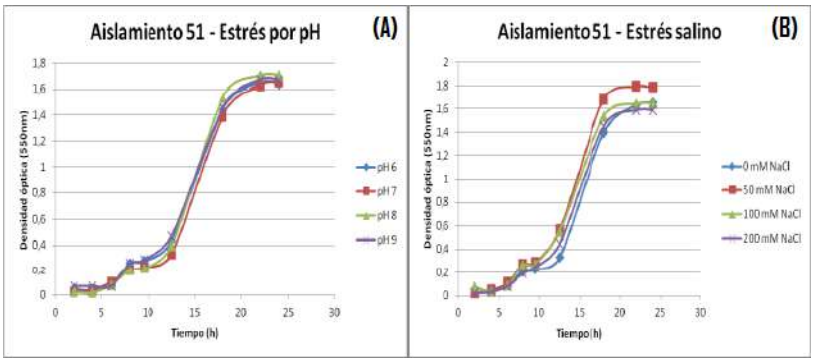


Figura 2: Curvas de crecimiento del aislamiento 51 bajo estrés (A) por pH; (B) osmótico.

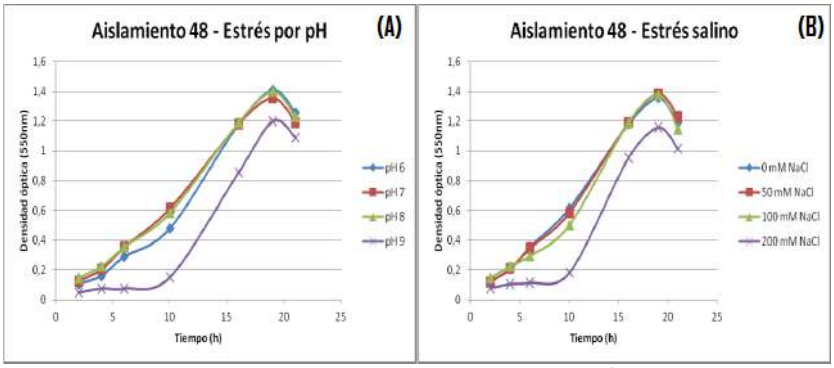


Figura 3: Curvas de crecimiento del aislamiento 48 bajo estrés (A) por pH; (B) osmótico.

El alto nivel de tolerancia de las cepas a estas condiciones podría adjudicarse al hecho de que se aislaron de suelos de regiones áridas conocidas por su salinidad. Choudhury, *et al.* (2010) y Elboutahiri, *et al.* (2010), también encontraron variabilidad en el comportamiento de los microorganismos cuando se los somete a variaciones de osmolaridad y pH. La multiplicidad y redundancia de los mecanismos homeostáticos son marcas de la respuesta a estrés en bacterias (Kempf y Bremer, 1998).

CONCLUSIONES:

Los resultados obtenidos son promisorios en cuanto a la importancia potencial que tiene el restablecimiento de la vegetación nativa en suelos estresados y el interés adicional de aumentar la ventaja de esta restauración mediante la utilización de los beneficios de la interacción planta–simbionte. Para ello, es de sumo interés conocer la adaptabilidad microbiana con la finalidad de optimizar esta asociación. Sería interesante en estudios posteriores poder evaluar en la planta el efecto de estas bacterias PGPR pensando en ellas como potenciales bioinoculantes de la leguminosa nativa *Rhynchosia.* Así, se podrían aportar conocimientos y herramientas para incrementar la productividad de los suelos y el valor nutricional de los cultivos, en base a propuestas que permitan combinar tecnologías para mejorar los beneficios de la producción y preservar el agroecosistema en el marco de una agricultura sustentable, no de una agricultura sostenida por insumos.

BIBLIOGRAFIA:

Benhizia Y, H Benhizia, A Benguedouar, R Muresu, A Giacomini & A Squartini. 2004. Gamma proteobacteria can nodulate legumes of the genus Hedysarum. Systematic and Applied Microbiology, 27:462-468.

Choudhury B, P Azad & M Kalita. 2010. Variability in Symbiotic Effectiveness of Native Rhizobia in Acid Stress. Curr Microbiol. 61: 85–91.

Elboutahiri N, I Thami-Alami & SM Udupa. 2010. Phenotypic and genetic diversity in Sinorhizobium meliloti and S. medicae from drought and salt affected regions of Morocco. BMC microbiology, 10: 15.

Glickmann E & Y Dessaux. 1995. A critical examination of the specificity of the salkowski reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. Applied and environmental microbiology, 61:793-796.
Halder AK & PK Chakrabartty. 1993. Solubilization of inorganic phosphate byRhizobium. Folia Microbiologica, 38:325-330.
Kempf B & E Bremer. 1998. Uptake and synthesis of compatible solutes as microbial stress responses to high-osmolality environments. Archives of microbiology, 170:319-330.
Khalid A, M Arshad & ZA Zahir. 2004. Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. Journal of Applied Microbiology, 96:473-480.
Murty MG & JK Ladha. 1988. Influence of Azospirillum inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponics conditions. Plant Soils, 108:281–285.
Ponmurugan P & C Gopi. 2006. In vitro production of growth regulators and phosphatase activity by phosphate solubilizing bacteria. African Journal of Biotechnology, 5:348-350.
Rodríguez H & R Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology advances, 17:319-339.
Sakiyama C, E Paula, P Pereira, A Borges & D Silva. 2001. Characterization of pectin lyase produced by an endophytic strain isolated from coffee cherries. Letter in Applied Microbiology 33:117-121.
Schwyn B & JB Neilands. 1987. Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. Analytical biochemistry, 160:47-56.
Subbarao NS. 1988. Phosphate solubilizing microorganism. In: Biofertilizers in agriculture and forestry. Regional Biofert. Dev. Centre, Hissar, India, 133-142.
Surange S & N Kumar. 1993. Phosphate solubilization under varying pH by Rhizobium from tree legumes. Indian journal of experimental biology, 31:855-857.
Torres-Rubio MG, SA Valencia-Plata, J Bernal-Castillo & P Martínez-Nieto. 2000. Isolation of Enterobacteria, Azotobacter sp. and Pseudomonas sp., producers of indole-3-acetic acid and siderophores, from Colombian rice rhizosphere. Revista latinoamericana de microbiología,42:171-176.
Vincent, JM. 1970. A manual for the practical study of the root-nodule bacteria. A manual for the practical study of the root-nodule bacteria.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

PRESENCIA Y ESTRATEGIAS DE ALGUNAS ESPECIES VEGETALES TOLERANTES A LA SALINIDAD EN LOMA BLANCA DEL MORRO (PCIA. DE SAN LUIS).

Furlan Z.[1], M. Gómez[1].

[1] Docentes del 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) – zefurlan@unsl.edu.ar.

RESUMEN: Hace aproximadamente treinta años que la cuenca del Morro, situada al norte de la ciudad de Villa Mercedes, viene experimentado una transformación geomorfológica que la ha llevado a disectarse por la aparición de nuevos ríos y arroyos. Como consecuencia de ello se han movilizado grandes cantidades de sedimento y han surgido en superficie grandes volúmenes de agua, por lo general salinas. Se ha determinado que la diversidad de especies de cada región se relaciona con la interacción entre las limitaciones ambientales y el complejo de adaptaciones desarrolladas por los organismos, una de ellas sería la tolerancia a la salinidad. En numerosas especies vegetales la tolerancia a sequía ha resultado estrechamente relacionada con la tolerancia al estrés por salinidad, disponiendo de una variedad de estrategias, algunas de ellas incluyen cambios anatómicos para mejorar la eficiencia en el uso de agua y reducir el impacto del déficit hídrico provocado por la salinidad. En Loma Blanca, zona lindera a la cuenca del Morro se está investigando la diversidad florística y hasta la actualidad se han analizado ciento diez especies entre árboles, arbustos, trepadoras y herbáceas. El objetivo de esta revisión es analizar de las especies identificadas, cuántas son tolerantes a la salinidad y cuáles son las adaptaciones anatómicas que presentan. De las especies identificadas, solamente ocho están citadas como tolerantes a la salinidad. Con referencia a las estrategias anatómicas importantes de la hoja: cuatro especies presentan espesor de cutícula notable y/o hipodermis; siete presentan tricomas glandulares y/o eglandulares; seis poseen anatomía foliar isolateral y dos especies anatomía dorsiventral. Todas las características anatómicas mencionadas constituyen una ventaja para tolerar condiciones de sequía y en parte, también su mejor comportamiento ante la salinidad. Se concluye que la presencia de especies tolerantes adquiere importancia frente a los cambios ocurridos en la zona de la cuenca.

PALABRAS CLAVES: plantas, tolerancia salinidad, anatomía.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CLASIFICACIÓN DE ACCESIONES DE MAIZ PARA TOLERANCIA DE LOS TEJIDOS AL ESTRÉS SALINO.

Barca H. J.[1], M. Collado[1], M. Aulicino[1], M. Molina[1, 2].
[1]Instituto Fitotécnico de Santa Catalina. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Garibaldi 3400, Llavallol (1836).
[2]CONICET. mcollado@agro.unlp.edu.ar

RESUMEN: La salinidad es uno de los estreses abióticos que más severamente afecta al maíz. La obtención de cultivares tolerantes a salinidad sería una estrategia efectiva para superarla. La inhibición del crecimiento por estrés salino puede explicarse a partir de un modelo bifásico: fase osmótica por aumento del potencial hídrico del suelo y fase iónica por incremento de sales en la célula. Las plantas han desarrollado tres mecanismos para tolerar el estrés salino: el primero de tolerancia al estrés osmótico y otros dos mecanismos (asociados con el estrés iónico) que son el de exclusión de Na^+ de las hojas y el de tolerancia de los tejidos. Este trabajo evalúa la existencia de variabilidad genética de diferentes genotipos de maíz para la tolerancia de los tejidos. Se probaron 66 poblaciones en un tratamiento salino de 400mM de NaCl durante 3 días. A cada genotipo se le asignó un puntaje en base a una escala de nivel de daño. Dicha escala establecía 7 grados de tolerancia en base al amarillamiento y/o necrosis de los tejidos (grado1 sin daño aparente hasta grado 7 con 100% de necrosis). Se observó una apreciable variabilidad para la tolerancia de los tejidos y se pudieron identificar genotipos que mostraban una buena respuesta que podrían ser empleados en un programa de mejora. En consecuencia, esta prueba podría ser un buen indicador de tolerancia a salinidad asociado al estrés iónico. Los materiales identificados que muestran buen comportamiento podrían ser utilizados en un futuro programa de mejoramiento a estrés salino.

PALABRAS CLAVE: Maíz, Tolerancia, Mejoramiento.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ÉXITO DE SUPERVIVENCIA AL TRASPLANTE DE *Lepidophyllum cupressiforme* Y *Senecio filaginoides*.

Billoni S.L., D.O. Grima, C. Castro y C. Petit
Universidad Nacional de la Patagonia Austral- Unidad Académica Río Gallegos

RESUMEN: La mata verde (*Lepidophyllum cupressiforme*) es un arbusto de aproximadamente 0,6 m de altura, de hojas pequeñas, perennes y de fuerte olor. Se distribuye en el extremo sur de Patagonia y Tierra del Fuego. Crece sobre suelos salinos, de baja permeabilidad y aireación formando un matorral muy abierto con coberturas que no sobrepasan el 60%. Entre las matas se encuentran, entre otros, ejemplares de *Senecio filaginoides*, arbusto esférico y ramoso de 0,5-1 m de altura, con hojas lineales de color gris ceniza y textura aterciopelada. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el éxito de la supervivencia al trasplante de ejemplares de *Lepidophyllum cupressiforme* y *Senecio filaginoides*. Los ejemplares fueron recolectados, en el mes de noviembre, de los alrededores de Río Gallegos. Se trasplantaron al Campus universitario de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, en un área en la que naturalmente se encuentra el arbusto de interés y la vegetación asociada, 20 ejemplares de *Lepidophyllum cupressiforme* y 20 de *Senecio filaginoides*. Además otros 20 ejemplares de mata verde fueron trasplantados a macetas. Los individuos de mata verde presentaban una altura promedio de 12,7 cm y un diámetro medio de 11,8 cm, mientras que en los ejemplares de *Senecio* la altura media fue de 13,6 cm y el diámetro de 11,4 cm. Los suelos presentaron textura arenosa franco a franco arenosa, los valores de pH (suelo:agua 1:2,5) variaron entre 6,6 y 8,0, mientras que la conductividad del extracto de saturación fue mayor a 3,0 $dS.m^{-1}$. El éxito de la supervivencia de la mata verde fue de 20% en campo y 55% en macetas, mientras que en el Senecio fue de 90%. Estos resultados indicarían que es posible rescatar ejemplares de ambas especies de las áreas de desmonte y utilizarlos posteriormente en tareas de revegetación en ambientes con similares características.

PALABRAS CLAVE: mata verde, mata mora, remediación

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN MATERIALES CONTRASTANTES EN CUANTO A SU TOLERANCIA A LA SALINIDAD DE *Panicum coloratum* var. *makarikariense*.

Cardamone L.[1], M. A. Tomás[2], K. Grunberg[3]

[1] Becaria Conicet, EEA Rafaela INTA, Ruta 34 Km. 227- luisinacardamone@gmail.com
[2] EEA Rafaela INTA.
[3] Conicet, IFRV-CIAP-INTA (Córdoba).

RESUMEN: La salinidad produce alteraciones en caracteres morfológicos y fisiológicos. *Panicum coloratum* var. *makarikariense* es una alternativa forrajera para áreas marginales con presencia de sales. Nuestro objetivo fue corroborar si el comportamiento contrastante en caracteres morfológicos en cuanto a tolerancia a la salinidad de dos materiales, se reflejan en diferencias en parámetros fisiológicos. En materiales tolerantes (ER6) y susceptibles (DF2) se midió el daño oxidativo y el poder antioxidante no enzimático como el contenido de MDA (contenido de malondialdehído) y contenido de FRAP (capacidad de reducción férrica del plama) respectivamente, a las 24 y 48 h y se cuantificó la acumulación de sodio y potasio mediante HPLC a los 12 días de tratamiento. Los resultados indicaron que, a las 24 h, no hubo diferencias en los niveles de MDA y FRAP en condiciones salinas con respecto al control (0 mM y 200 mM NaCl en hidroponía) en ambos materiales. A las 48 h el material tolerante no presentó cambios en la concentración de MDA (C: 17,77±1,71nmol g^{-1} peso fresco; S: 20,47±1,71 nmol g^{-1} peso fresco) mientras que en el susceptible hubo un aumento en el tratamiento salino (C: 11,49±1,58 nmol g^{-1} peso fresco; S: 22,00±1,87 nmol g^{-1} peso fresco). Los niveles de FRAP experimentaron un aumento en DF2 (C: 0,15±0,02 µmol g^{-1} peso fresco; S: 0,27±0,02 µmol g^{-1} peso fresco). Con respecto a la cuantificación de iones, DF2 acumuló más sodio y sufrió una disminución de potasio. Por ello la relación Na/K tiende a ser mayor en DF2 (C: 0,09±0,03; S: 2,87±0,44) con respecto a ER6 (C: 0,10±0,03; S: 1,68±0,15). Se concluye que el material susceptible desplegó su maquinaria antioxidante no enzimática para tratar de controlar el daño oxidativo lo que no se observó en el tolerante que ya no experimenta estrés a las 48 h. Esta última podría disminuir la relación sodio-potasio por la posible presencia de bombas que expulsen el sodio de la célula o lo compartimentalicen en vacuolas.

PALABRAS CLAVE: *Panicum coloratum* var. *makarikariense*, daño oxidativo, acumulación de iones.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN UN MATERIAL MEJORADO EN CUANTO A SU TOLERANCIA A LA SALINIDAD DE *Panicum coloratum* var. *makarikariense*.

Cardamone L.[1], M. A. Tomás[2], K. Grunberg[3]

[1] Becaria Conicet, EEA Rafaela INTA, Ruta 34 Km. 227- luisinacardamone@gmail.com
[2] EEA Rafaela INTA.
[3] Conicet, IFRV-CIAP-INTA (Córdoba).

RESUMEN: La obtención de materiales con incrementada tolerancia a la salinidad por medio de mejoramiento genético se vislumbra como una alternativa para aumentar la oferta forrajera para zonas marginales. Nuestro objetivo fue identificar diferencias en parámetros fisiológicos entre un material base (MB) y un material experimental (ME) obtenido a través de cruzamientos en *Panicum coloratum* var. *makarikariense*. Se midió el daño oxidativo y el poder antioxidante no enzimático como el contenido de MDA (contenido de malondialdehído) y contenido de FRAP (capacidad de reducción férrica del plasma) respectivamente, a las 48 h y se cuantificó la acumulación de sodio y potasio mediante HPLC a los 21 días de tratamiento en condiciones control y salinas (0 mM y 200 mM NaCl en hidroponía). El ME no experimentó daño oxidativo ya que no hubo diferencias en el contenido de MDA en ambas condiciones (C: 22,44±1,56 nmol g^{-1} peso fresco; S: 22,76±1,01 nmol g^{-1} peso fresco) mientras que MB sufrió un aumento de la concentración del mismo en salinidad (C: 20,58±1,15 nmol g^{-1} peso fresco; S: 27,62±1,23 nmol g^{-1} peso fresco). La concentración de FRAP aumentó en MB en el tratamiento salino (C: 0,14±0,01 µmol g^{-1} peso fresco; S: 0,17±0,01 µmol g^{-1} peso fresco) mientras que en ME no hubo cambios (C: 0,14±0,01 µmol g^{-1} peso fresco; S: 0,15±0,01 µmol g^{-1} peso fresco). La concentración de sodio aumentó, siendo mayor en MB, mientras que el potasio disminuyó en ambos materiales. Por esto, la relación Na/K tiende a ser menor en ME (C: 0,21±0,04; S: 3,85±0,30) que en MB (C: 0,20±0,03; S: 7,15±1,39). Se concluye que el material mejorado (ME) además de presentar mejores valores de biomasa en salinidad, experimenta menor daño oxidativo y acumulación de sodio. Por lo que estas mediciones fisiológicas podrían ser utilizadas como parámetros para distinguir materiales en cuanto a su tolerancia a la salinidad.

PALABRAS CLAVE: daño oxidativo, acumulación de iones, mejoramiento.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ASOCIACIÓN ENTRE HONGOS MICORRÍCICOS ARBUSCULARES Y *Lotus tenuis* EN UN SUELO SÓDICO ANTE SUMERGENCIA

García I.V.

Investigadora Conicet
Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (MACN – CONICET).
Av. Ángel Gallardo 470, (C1405DJR). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
igarcia@macn.gov.ar

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo fue estudiar el rol de la comunidad nativa de hongos micorrícicos arbusculares (MA) en el crecimiento de *Lotus tenuis* ante sumergencia en un suelo sódico de la Cuenca del río Salado. Plantas de *L. tenuis* cultivadas e inoculadas (+ M) y no inoculadas (-M) con hongos MA en un Natracuol típico (pH 6,9; CE 1,7 dS m^{-1}; PSI 28%; P 3,1 mg kg^{-1}) por 55 días en invernáculo fueron sometidas a sumergencia parcial durante 25 días. Se evaluó el efecto de la inoculación MA+sumergencia sobre la biomasa vegetal, concentración P y respuesta micorrícica. La biomasa seca y el contenido de P fueron mayores en plantas +M que en -M ante sumergencia. La respuesta micorrícica fue 43% en plantas control y 63% en sumergidas. La biomasa de vástago producida por unidad de P absorbido fue mayor en plantas sumergidas +M en relación con las plantas -M. La colonización MA y la nodulación radical (plantas +M y –M) disminuyeron ante sumergencia. La asociación de *L. tenuis* con hongos MA nativos de un suelo sódico de la Cuenca del río Salado mejoró la nutrición fosforada y la tolerancia de esta especie ante sumergencia (la biomasa seca y el contenido de P fueron mayores en plantas +M con respecto a -M ante estrés). Si bien la colonización MA disminuyó ante sumergencia en comparación con las plantas control, el incremento de la relación arbusculos:vesículas indica que la simbiosis MA es activa ante estrés. La disminución en la colonización por vesículas denota que los hongos MA reciben una proporción relativamente menor de C procedente de las plantas bajo estrés, delimitando así su crecimiento intrarradical. Se postula que las raíces de *L. tenuis* pueden actuar como un reservorio de la comunidad fúngica en condiciones de estrés severo, permitiendo la preservación del inóculo MA.

PALABRAS CLAVE: simbiosis leguminosa-hongos MA, suelo sódico, estrés hídrico

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN SALINA SOBRE LA GERMINACIÓN DE ALFALFA.

Gallace M.E.[1], M.L. Molas[1], G. Lorda.[2], L.P. Dalmasso[1]

[1]Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, ruta 35 km 334, 6300, Santa Rosa (LP) –gallace@agro.unlpam.edu.ar.
[2] Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa.

RESUMEN: El avance de la frontera agrícola en Argentina ha desplazado a la ganadería a regiones áridas y semiáridas. Un factor importante para lograr pasturas con buena productividad en zonas afectadas por salinidad es el uso de cultivos tolerantes. Sin embargo, la tolerancia a salinidad puede variar entre genotipos de la misma especie. El objetivo de este trabajo fue evaluar incidencia de la salinidad en la germinación de 5 cultivares (Salina PV, Super Monarca, G-969, WL 903, Traful) y 3 líneas mejoradas (SISA 9, SISA 14, SISA 15) de alfalfa (*Medicago sativa* L.*)*. El ensayo fue realizado en condiciones controladas de luz y temperatura. Se utilizaron cajas de Petri con papel de filtro, con tres repeticiones de 25 semillas por caja. Los tratamientos consistieron en soluciones de 0, 60, 120 y 180 mM de NaCl equivalentes a valores de conductividad eléctrica de 0, 6, 12 y18 dS m^{-1} respectivamente. Las semillas se regaron con 5 mL de solución por cada tratamiento y se colocaron en estufa a 25ºC. Se calculó el porcentaje de germinación a los 7 días. Los datos obtenidos se analizaron mediante ANOVA y las comparaciones entre medias de tratamientos se realizaron a través de la prueba LSD de Fisher. Se pudo observar que hasta una conductividad de 6 dS m^{-1} no se encontraron diferencias significativas en la germinación de los distintos genotipos, a excepción del cultivar WL 903, lo cual estaría indicando su comportamiento sensible. A 12 dS m^{-1} el cultivar Salina PV mostró la mayor tolerancia a salinidad. Además se encontró que a 18 dS m^{-1}, ningún material de alfalfa pudo tolerar ese nivel de estrés, afectando altamente la germinación. Estos resultados sugirieren que la correcta elección de un cultivar de alfalfa es fundamental para la adecuada implantación de una pastura en zonas áridas y semiáridas.

PALABRAS CLAVE: *Medicago sativa* L., Pasturas, Estrés salino.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EFECTO DE SALES DE SODIO SOBRE LA GERMINACIÓN DE *Sarcocornia neii* BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.

Videla A., M. Polanco, B. Strasser, L. R. Sosa

Laboratorio de Fisiología Vegetal. Proy. 2-8305. FQByF. UNSL. Ejército de los Andes Nº 950. San Luis- CP 5700 - andreavidelasl@gmail.com

RESUMEN: Las especies de Sarcocornia crecen en suelos salinos en todo el mundo. Se han utilizado con éxito para purificar aguas salinas residuales, podrían utilizarse en programas de remediación del suelo, como así también para consumo humano. Se necesita conocer más sobre los requerimientos de germinación *S. neei* para implementar prácticas de domesticación y cultivo. Por ello: Se evaluó el comportamiento germinativo de semillas de *S. neii* bajo condiciones controladas de laboratorio. Las semillas fueron colocadas a germinar en soluciones de NaCl y Na_2SO_4 a concentraciones calculadas para obtener los siguientes potenciales osmóticos: 0; -0,4; -0,8; -1,2; -1,5; -1,9 y -2,2 MPa, durante 11 días a 25 °C. El porcentaje de germinación de *S. Neii* fue afectado por la concertación salina como por el tipo de sal empleada. La germinación se vio fuertemente inhibida con Na_2SO_4, registrándose a -0,8 MPa el máximo porcentaje de germinación (15%). Mientras que el comportamiento germinativo con NaCl fue distinto. La velocidad de germinación fue mayor a los potenciales -0,4 y -0,8 MPa (19 %) respecto del control (9%). El porcentaje de germinación en los controles aumentó un 75% entre el día 5 y 7 respectivamente, alcanzando así lo registrado para -0,4 y -0,8 MPa en el día 7, siendo un 37 y 32 % respectivamente. Al final del ensayo no se registraron diferencias significativas entre los potenciales 0; -0,4; -0,8; -1,2 MPa. A partir de -1,5 MPa se observó una inhibición en la germinación. Si bien se registraron semillas germinadas a -1,9 y -2,2 MPa, los porcentajes de germinación no alcanzaron el 5%.

PALABRAS CLAVE: *Sarcocornia neii*, germinación, estrés salino.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ESTRES SALINO EN CEBADILLA CRIOLLA. EFECTOS DIRECTOS E INDIRECTOS SOBRE CARACTERES DE PLANTULA

Aulicino M.B.*, M.B. Collado, H. Barca, M.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, Provincia de Buenos Aires. *E-mail: mbaulicino@yahoo.com

RESUMEN: En los últimos años se ha producido un aumento de salinización en suelos, debido a malas prácticas agrícolas y al cambio climático. En un futuro el mercado de forrajeras deberá contar con variedades capaces de crecer en ambientes con limitantes. Nuestro objetivo fue seleccionar variables que puedan ser utilizadas en programas de mejora para salinidad. Seis poblaciones de cebadilla criolla (*Bromus catharticus*), con 3 familias cada una, fueron evaluadas en ensayos de crecimientos en cámara, con y sin sal. Utilizando un diseño con 3 repeticiones, se midieron 9 plantas por familia, 3 por repetición. Las variables medidas fueron: Largo de Planta (LP), Largo de la 3° hojas (L3H), número de hojas (NH), Largo de raíz (LR), Peso seco de la parte aérea (PSA); Peso seco de la raíz (PSR); Índice de conductividad de hoja y de raíz (ICH y ICR). Los datos de los tratamientos, control y sal, fueron analizados separadamente. Se estimaron correlaciones fenotípicas entre variables. Un análisis de coeficiente de paso fue usado para particionar los coeficientes de correlación en efectos directos e indirectos. PSA fue adoptada como variable dependiente, LR, LP y L3H fueron variables de primer orden, mientras que ICR de segundo orden. En sal, LR fue la única variable que presentó un efecto directo alto sobre el PSA. ICR influyó sobre el PSA en forma indirecta, esto es, a mayor daño de membrana en raíz menor LP y PSR, pero tuvo un efecto positivo sobre el LR. Conclusión, la estrategia de las poblaciones, frente al estrés salino, consistió en acumular sal en raíz mientras aumentaba su largo. En un punto los daños producidos por toxicidad del Na^+ impidieron la absorción de nutrientes por las raíces, reduciendo su crecimiento aéreo. Ambas, ICR y LR, podrían ser utilizadas como indicadoras de tolerancia, en programas de selección indirecta.

PALABRAS CLAVE: *Bromus catharticus*, Coeficientes de paso, Estrés salino.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

INOCULACIÓN DE PLANTAS DE TOMATE CON PGPRS SOMETIDAS A ESTRÉS SALINO: EFECTO SOBRE EL METABOLISMO DE LOS HIDRATOS DE CARBONO.

Riva, D.S.[*], Molina, C.[*], Regeiro, D.B.[*], Ribaudo, C.M.[*]

[*]Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Cátedra de Bioquímica. Avenida San Martín 4453, CABA, (CS 1417 DE). rivadani@agro.uba.ar

RESUMEN:
La salinización es uno de los mayores problemas de la agricultura a nivel mundial. La necesidad de hacer un uso más racional de los recursos edáficos ha generado en gobiernos y sociedades una toma de conciencia acerca del valor vital de este. La biotecnológica clásica, de bajo insumo, que resulta del uso de bacterias promotoras de crecimiento vegetal podría mitigar los efectos adversos que ocasiona la salinidad sobre los cultivos. En este trabajo se estudió el rol osmoprotector de ciertas PGPRs sobre plantas de tomate cultivadas en condiciones de salinidad y el papel de la enzima invertasa ácida apoplástica en el estrés salino. Se encontró que *Pseudomonas pseudoalcaligenes* fue la bacteria más efectiva en el efecto protector contra el estrés salino evaluado por la capacidad de crecimiento de las plantas en NaCl, la mayor actividad invertasa ácida y contenido de sacarosa.

PALABRAS CLAVE: PGPR (Plant growth promoting rhizobacterias), azúcares, tomate.

INTRODUCCIÓN:

Aunque apenas el 17% del total de la superficie agrícola cuenta con irrigación, en esas tierras, se produce el 40% de los alimentos del mundo. Gran parte de las tierras irrigadas corren peligro de saturarse de sal, lo cual reduciría la productividad y calidad de las mismas. Además del componente osmótico que inhibe el crecimiento de las plantas, existe la toxicidad ejercida por los iones. La posibilidad de disminuir estos perjuicios sobre los cultivos a través de la bioprotección ejercida por las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPRs) cobra importancia. Estas bacterias, pueden generar en la planta una mayor capacidad de responder efectivamente a situaciones de estrés, fenómeno conocido como de "sensibilizado" o "priming" (Conrath *et al*., 2002). Los mecanismos bioquímicos y moleculares de este "priming" han comenzado a estudiarse en plantas de *A. thaliana* inoculadas con *P. fluorescens* (Verhagen *et al*., 2004; Van Wees *et al*., 2008) pero no han sido muy estudiados en plantas de tomate. Ribaudo *et al*. (2010) encontraron que genes relacionados con el metabolismo de los azúcares, entre los que se incluye a LIN6, que codifica para la enzima invertasa, respondían en forma diferencial a la inoculación con la rizobacteria *Azospirillum brasilense*.

En las plantas, la fijación de CO_2 se produce principalmente en las células del mesófilo de las hojas que son consideradas *fuentes* de carbono y exportan sus excedentes a diferentes tejidos (*destinos* o *sumideros*). Estos pueden almacenarse en órganos específicos, o ser consumidos para sostener el crecimiento. Esta situación no es estática, varía durante el desarrollo de la planta en respuesta a estímulos externos e internos. La sacarosa representa la forma principal de transporte del carbono asimilado y se moviliza a través de los plasmodesmos o por el apoplasto a larga distancia (Lalonde *et al*. 2003). Puede entrar en la célula de destino directamente a través de transportadores específicos o escindirse por una

invertasa extracelular y las hexosas resultantes son tomadas por la célula (Büttner y Sauer, 2000). Las enzimas que catalizan esta reacción son las invertasas. Estas se clasifican en: (1) invertasas vacuolares ácidas, (2) invertasas citoplasmáticas neutras, (3) e invertasas extracelulares o apoplásticas ácidas (Tymowska-Lalanne y Kreis, 1998; Sturm, 1999). Las invertasas apoplásticas escinden irreversiblemente la sacarosa en glucosa y fructosa, generando así señales metabólicas que afectan varios procesos del metabolismo primario y de defensa en la planta. Existen varios genes que codifican para las invertasas extracelulares, con patrones de regulación diferencial que reflejan la diversidad funcional de las enzimas. En tomate existen 4 isoformas de invertasa extracelular que responden a estímulos como azúcares, hormonas y factores abióticos y bióticos de estrés. Como se mencionó anteriormente, los productos de la actividad enzimática de invertasa, glucosa y fructosa, pueden servir directamente como fuente de carbono y energía o actuar como señales metabólicas e influir en la expresión de genes que participan en el desarrollo y la defensa de la planta bajo estrés (Rolland *et al*., 2002). En tomate, Roitsch *et al*. (2003), informaron que la capacidad de crecer bajo condiciones de salinidad se debe a un aumento en la expresión de la invertasa ácida apoplástica radicular. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto osmoprotector de rizobacterias sobre plantas de tomate cultivadas en condiciones de alta salinidad y la participación de enzimas del metabolismo de los hidratos de carbono en el mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Se determinó el porcentaje de germinación de semillas de tomate Cv. Rio Grande a los 10 días después de la siembra (DDS), calculando el cociente entre plantas emergidas/semillas sembradas de acuerdo a los tratamientos de inoculación y salinidad descriptos en la Tabla 1. Las semillas se esterilizaron durante 15 min con una solución de NaClO 30% v/v y Tritón X -100 0,1% v/v; seguido de 3 lavados de 5 min cada uno con H2O (d) estéril. Luego, se sembraron en 8 frascos de vidrio por tratamiento, a razón de 4 semillas por frasco, conteniendo solución nutritiva Hoagland con 0,8 % p/v de agar (Hoagland *et al*., 1950). Las plantas se mantuvieron a 25ºC con un fotoperíodo de 16 h de luz.

Tabla 1. Tratamientos realizados

Tratamientos	
NaCl (mM)	**Inoculación**
0	Control (sin bacterias)
50	*Azospirillum*
100	*Pseudomonas*
	Herbaspirillum

Se diseñó un experimento factorial, cuyos factores fueron la salinidad, con 3 niveles y la inoculación con PGPRs con 4 niveles distintos. Las cepas utilizadas fueron *Azospirillum brasilense* FT326; *Pseudomonas pseudoalcaligenes* y *Herbaspirillum seropedicae* Z152. Las mismas se cultivaron en medio NFb líquido con 1 g/L de NH_4Cl a 30°C durante 48 h y una agitación de 175 rpm. La inoculación de las semillas se realizó a través de la inmersión de las mismas durante 3 h en las bacterias resuspendidas en buffer fosfato de potasio 50 mM, pH 7, y ajustadas a una carga bacteriana de 10^9ufc/ml para todos los microorganismos usados. Las semillas libres de bacterias (tratamiento control), recibieron igual volumen del mismo buffer (Barassi *et al*., 2006).

Posteriormente, las semillas se sembraron en 8 frascos por tratamiento, a razón de 4 semillas por frasco, conteniendo agar Hoagland (0,8 % p/v). Las plantas se mantuvieron a 25ºC con un fotoperíodo de 16 h de luz.

Extracción enzimática

Se trituró 1 g de biomasa aérea y radical por separado en N líquido, la cual se resuspendió en 1,5 mL de buffer fosfato de potasio 200 mM, pH 7, conteniendo 20 mM de ß-

mercaptoetanol (Hubbard *et al.*, 1989). Se centrifugó a 10000 g por 20 min. El sobrenadante fue utilizado para la determinación de la actividad enzimática que se realizó en 500 µl de buffer citrato 100 mM (pH 4,5); 200 µL de sacarosa 700 mM y 500 µL del extracto enzimático y se incubó por 30 min a 30 ºC. La reacción se detuvo por el agregado de 40 µL de TRIS-HCl (pH 10) y exposición a una temperatura de 100 ºC durante 10 min. La producción de glucosa se cuantificó por la absorbancia de la muestra a 540 nm (Somogyi, 1952). Las determinaciones fueron hechas por duplicado.

Extracción y determinación mediante HPLC de sacarosa en plantas

A partir del tejido fresco y pulverizado en nitrógeno líquido con 1 mL de etanol 80%, durante 30 min a 80ºC, se centrifugaron durante 15 min a 14000 g. Se extrajo dos veces. Los sobrenadantes fueron combinados y llevados a sequedad en rotavap. Por último se resuspendieron en 100 µL de Agua Millie Q y fueron filtrados a través de una jeringa conteniendo filtros de celulosa de 0,45µm (Lehner *et al*., 2007). El contenido de sacarosa se determinó por HPLC, en un equipo Agilent 1100 System, con una columna Agilent Hi-Plex Ca (Duo), 300 x 6,5 mm (PL1F70-6850), detector de índice de Refracción, 30 ºC, flujo de 1.0 mL/min. El solvente de corrida fue Acetonitrilo:Agua (75:25). Como estándar se utilizó Sacarosa (Sigma).

Todas las variables analizadas fueron evaluadas estadísticamente con el software Infostat, realizando el análisis de la varianza y las pruebas de Tukey y Fisher para corroborar diferencias entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los porcentajes de germinación se mantuvieron en el rango de 84-94% para las semillas crecidas en 0 y 50 mM de NaCl. A 100 mM de NaCl se observó que el tratamiento control disminuyó el porcentaje de germinación a valores cercanos al 60%. Sin embargo, la inoculación con PGPRs permitió obtener niveles de germinación similares a los obtenidos en las menores concentraciones de salinidad (Figura 1). Barassi *et al*. (2006), demostraron que las semillas de lechuga inoculadas con *A. brasilense* Sp 245 tuvieron un incremento del poder germinativo del 72% en medio de germinación salino (80 mM de NaCl) y que además las plantas crecidas en esas condiciones lograron incrementos en los pesos fresco y seco, y la partición de biomasa aérea con respecto a las plantas que no habían sido tratadas con la bacteria.

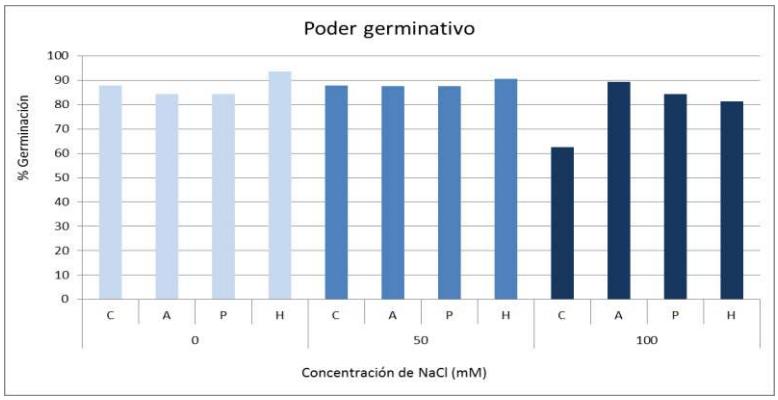


Figura 1. Efecto de la salinidad sobre la germinación de tomate.C: plantas control; A: plantas inoculadas con *A. brasilense*; P.: plantas inoculadas con *P.pseudoalcaligenes*; H: plantas inoculadas con *H. seropedicae.* Cada barra representa el cociente entre plantas emergidas y semillas sembradas por tratamiento sobre un total de 32 semillas para cada tratamiento.

Se evaluó el peso fresco tanto de la parte aérea como de la radical a los 10 días después de la siembra (DDS). Se observa en la Figura 2, que a 50 mM de NaCl, las plantas desarrollaron mayor sistema radicular y a dosis de 100 mM, el desarrollo de las mismas fue menor. Los tratamientos de inoculación con *A. brasilense* y *P. pseudoalcaligenes*

alcanzaron valores superiores en el nivel de 100 mM de NaCl en comparación con sus respectivos controles, crecidos en medio sin sal. Se observa que la biomasa aérea disminuyó entre un 8,2% y un 35,7% con el incremento de salinidad a valores de 100 mM de NaCl. En cambio, para el caso de la biomasa radical, al incrementarse la salinidad de 0 a 100 mM de NaCl, también aumentó el crecimiento de raíces en tres de los tratamientos de inoculación realizados entre un 52,6 y un 103,6%.

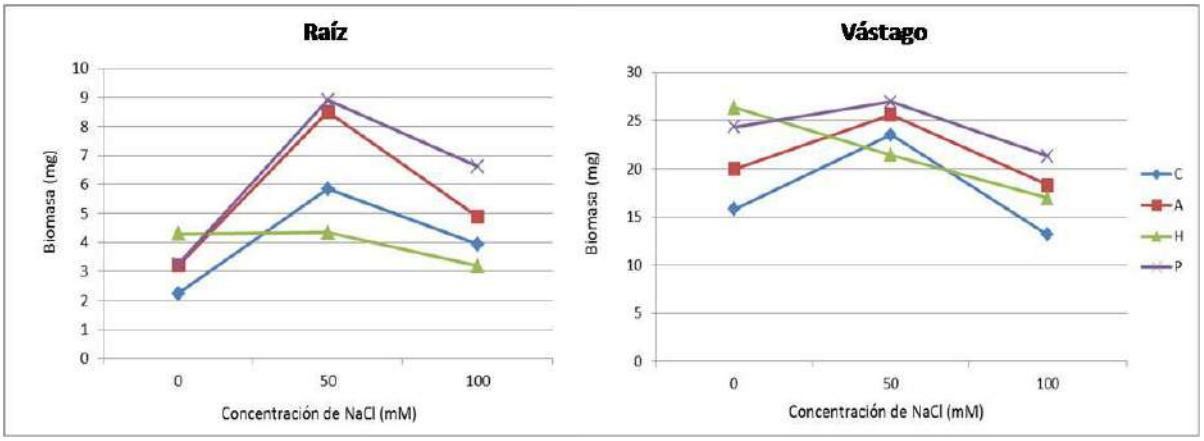


Figura 2. Biomasa radical y aérea de plantas de tomate crecidas en medio salino.C: plantas control; A: plantas inoculadas con *A. brasilense*; P.: plantas inoculadas con *P. pseudoalcaligenes*; H: plantas inoculadas con *H. seropedicae.* Cada punto representa el promedio de 30 plantas.

En la Tabla 2 se muestran las variaciones porcentuales comparando las dosis de salinidad de 50 y 100 mM de NaCl respecto al control (0 mM de NaCl).

Tabla 2. Diferenciales porcentuales en la biomasa aérea y radical en función de la salinidad.

Δ Biomasa aérea (%)				
Salinidad	C	A	P	H
0 vs 50	48,7	28,3	10,6	-18,7
0 vs 100	-16,7	-8,2	-12,5	-35,7
Δ Biomasa radical (%)				
Salinidad	C	A	P	H
0 vs 50	161,4	165,0	173,8	1,1
0 vs 100	76,3	52,6	103,6	-25,9

C: plantas control; A: plantas inoculadas con *A. brasilense*; P.: plantas inoculadas con *P. pseudoalcaligenes*; H: plantas inoculadas con *H. seropedicae*

Con el objetivo de determinar el efecto de la inoculación en el metabolismo de los azúcares, se midió en plantas de tomate a los 10 DDS la actividad invertasa ácida.
La actividad enzimática en los vástagos de plantas inoculadas con *P. pseudoalcaligenes* fue mayor que para los demás tratamientos tanto en la dosis de 0 como 50 mM de NaCl (Figura 3). Las actividades enzimáticas para los demás tratamiento de inoculación no mostraron diferencias significativas con el tratamiento control. En todos los casos, a dosis 100 mM de NaCl se observó menor actividad enzimática. En cuanto a la actividad de la enzima en la parte radicular no se detectó o fue inferior para el tratamiento con *P. pseudoalcaligenes.*

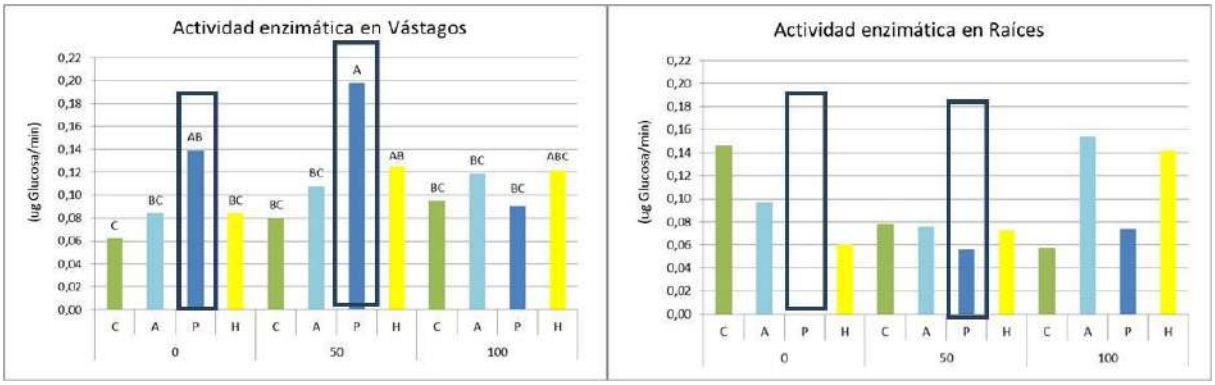


Figura 3. Actividad enzimática invertasa en vástagos de plantas de tomate inoculadas y crecidas en medio salino. Actividad específica proveniente de parte aérea; C: plantas control; A: plantas inculadas con *A. brasilense*; P: plantas inoculadas con *P. pseudoalcaligenes*; H: plantas inoculadas con *H. seropedicae.* Cada barra representa el promedio de 2 determinaciones independientes sobre muestras compuestas de 10 plantas cada una. Las letras sobre las mismas indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Fisher (α=0,1).

Se ha visto que bajo estrés salino los fotoasimilados se usan para apoyar los procesos cruciales de crecimiento y ajuste osmótico de la planta (Roitsch *et al*., 2003). En nuestro caso, las plantas inoculadas con *P. pseudoalcaligenes* presentaron mayor actividad invertasa a dosis de 0 hasta 50 mM de NaCl en los vástagos. Esto haría disponer de una mayor provisión de azúcares solubles para los procesos de crecimiento y para soportar situaciones de estrés.
Nuestros resultados coinciden con los de Poljakoff-mayber y Lerner, 1994 quienes informaron que la salinidad provoca una reducción en las actividades enzimáticas en las raíces y esto conduce a un aumento de la sacarosa en hojas.
Cuando se midió el contenido de sacarosa en vástagos de plantas a los 10 DDS (figura 4) se encontró que el contenido fue menor en las plantas inoculadas con PAC y que el mayor contenido se obtuvo en plantas crecidas en medio de mayor salinidad (100mM) en paralelo con la disminución enzimática en raíz. El contenido de sacarosa fue indetectable en la raíz.

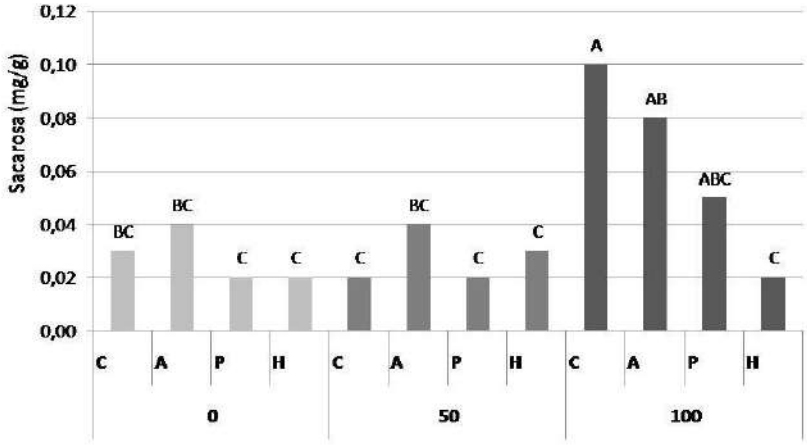


Figura 4. Contenido de sacarosa en vástagos de plantas de tomate crecidas en medio salino. C: plantas control; A:plantas inoculadas*A. brasilense*; P.: plantas inoculadas con *P. pseudoalcaligenes*; H: plantas inoculadas con *H. seropedicae.* Cada barra representa el promedio de dos determinaciones sobre muestras compuestas de 10 plantas cada una y las letras sobre las columnas indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey α=0,05.

CONCLUSIONES:

Las plantas de tomate resultaron sensibles al tratamiento salino desde la concentración de 50 mM de NaClNa, siendo más tolerantes aquellas que recibieron el tratamiento de inoculación con PGPRs. Esto se evidenció por cambios en el poder germinativo y la relación biomasa aérea/radicular. La determinación enzimática de la invertasa ácida apoplástica y el cambio en el contenido de sacarosa en plantas de tomate inoculadas con *P. pseudoalcaligenes*y sometidas a condiciones de salinidad coincidió con lo informado por Roitsch *et al.* (2003). Quedaría por determinar el nivel de expresión de mensajeros para esta enzima y el contenido de azúcares insolubles como el almidón para terminar de analizar el cambio en el perfil de azúcares como respuesta al estrés salino.

BIBLIOGRAFÍA:

Barassi CA, Ayrault G, Creus CM, Sueldo RJ & Sobrero MT. 2006. Seed inoculation with *Azospirillum* mitigates NaCl effects on lettuce. ScientiaHorticulturae, 109: 8-14.

Büttner M & Sauer N. 2000. Monosaccharide transporters in plants: structure, function and physiology. Biochimica et Biophysica Acta 1465: 263-274.

Conrath U, Pieterse CMJ &Mauch-Mani B. 2002. Priming in plant-pathogen interactions. Trends Plant Sci. 7: 210-216.

Hoagland DR &Arnon DI. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Circ. 347. Univ. of Calif. Agric. Exp. Station, Berkley.

Hubbard NL, Huber SC & Mason Pharr D. 1989. Sucrose phosphate synthase and acid invertase as determinants of sucrose concentration in developing muskmelon (*Cucumismelo* L.). Fruits Plant Physiology 91: 1527-1534.

Lalonde S, Tegeder M, Throne-Holst M, Frommer WB & Patrick JW. 2003. Phloem loading and unloading of sugars and amino acids. Plant, Cell and Environment 26: 37-56.

Lehner A, Mamadou N, Poels P, Come D, Bailly C & Corbineau F. 2007. Changes in soluble carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in the embryo during ageing in wheat grains. Journal of Cereal Science 47: 555–565.

Poljakoff-Mayber A & Lerner HR. 1994.Plants in saline environments. In: Pessarakli M, ed. Handbook of plant and crop stress. New York: Marcel Dekker Inc, 65-96.

Ribaudo CM, Hueso L, Ponds C, Granell A, Cura J & Cantore M. 2010. Respuesta sistémica de *Solanum lycopersicum* a la inoculación con *A. brasilense*. XII Congreso Argentino de Microbiología. VI Congreso de la Sociedad Argentina de Bacteriología Micología y Parasitología Clínica SADEBAC. I Congreso de Microbiología Agrícola y Ambiental.

Roitsch T, Balibrea ME, Hofmann M, Proels R &Sinha AK. 2003. Extracellular invertase: key metabolic enzyme and PR protein. J. Exp. Bot. 54: 513–524.

Rolland F, Moore B & Sheen J. 2002. Sugar sensing and signaling in plants. Plant Cell 14 suppl., S185-S205.

Somogyi M. 1952. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem.195: 19–23.

Sturm A. 1999. Invertases primary structures, functions, and roles in plant development and sucrose partitioning. Plant Physiology12: 1-7.

Tymowska-Lalanne Z &Kreis M. 1998. The plant invertases: Physiology, biochemistry and molecular biology. Adv Bot Res 28: 71-117.

Van WeesSaskia CM, Van der Ent S, Sjoerd L &PieterseCorné M.J. 2008. Plant immune responses triggered by beneficial microbes. Current Opinion in Plant Biology 11: 443–448.

Verhagen BWM, Glazebroo JK, Zhu T, Chang, HSL, Van Loon C &Pieterse C. 2004. The Transcriptome of Rhizobacteria-Induced Systemic Resistance in *Arabidopsis.* MPMI Vol. 17, 8: 895–908.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

TOLERANCIA DE LOS HONGOS ENDÓFITOS SEPTADOS OSCUROS (DSE) A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SALES DE SODIO

Spagnoletti F.N. [1], N.E. Tobar[1], F.J. Ureta Suelgaray[1], R.S. Lavado[2], V.M. Chiocchio[1]

[1] Cátedra de Microbiología Agrícola - [2] Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes.
Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires – INBA (CONICET/UBA). Av. San Martín 4453 –C1417DSE– Buenos Aires - Argentina. lavado@agro.uba.ar.

RESUMEN: Asociados a las raíces de las plantas vasculares existe una gran variedad de microorganismos, entre ellos los hongos endófitos septados oscuros (DSE). Estos hongos pueden incrementar la tolerancia a estreses bióticos y abióticos. Nuestro objetivo fue evaluar en pruebas *in vitro* la tolerancia de 4 cepas de hongos DSE a sales sódicas. Se trabajó con un hongo DSE aislado a partir de raíces de grama Rhodes y 3 a partir de raíces de trigo, cultivados en la provincia de Buenos Aires. Se utilizaron tres sales: NaCl, $NaHCO_3$ y Na_2SO_4, en las concentraciones: 10meq; 40 meq y 100 meq Na L^{-1}, empleando medios de cultivo sólido y líquido para evaluar el comportamiento de estos DSE. Los resultados fueron analizados con un análisis de varianza y pruebas de contraste de Tukey al 0,05%. Todas las cepas estudiadas toleraron las sales sódicas. Se observó también que el contenido de Na en el micelio de las distintas cepas se fue incrementando a medida que aumenta la concentración de sodio en el medio de cultivo. La marcada tolerancia de estos hongos a la salinidad contribuye a la propuesta de utilizar estos hongos como un bioinsumo aplicable en la implantación de cultivos en suelos salinos.

PALABRAS CLAVE: tolerancia hongos a sales, cloruro de sodio, sulfato de sodio, bicarbonato de sodio, estudios *in vitro*.

INTRODUCCION:

Las plantas vasculares se asocian en sus raíces con una gran variedad de hongos, estableciendo un amplio rango de interacciones simbióticas (Mandyam y Jumpponen, 2005). Un grupo de hongos capaz de establecer este tipo de simbiosis y de crecer en forma biotrófica y saprofítica son los hongos endófitos de raíz conocidos como endófitos septados oscuros (DSE) (Mandyam y Jumpponen, 2005); siendo éstos uno de los grupos de microorganismos menos estudiados a nivel mundial. Se caracterizan por presentar una amplia distribución y, particularmente, una alta frecuencia de aparición en ambientes extremos (Hashiba y Narisawa, 2005; Mandyam y Jumpponen, 2005; Postma et al., 2007). Como consecuencia de la gran heterogeneidad de hongos que conforman el grupo, los DSE pueden producir sobre sus hospedantes distintos efectos, entre ellos, la tolerancia a distintos tipos de estreses tanto bióticos como abióticos (Mandyam y Jumpponen, 2005). Entre los stress abióticos se destaca la salinidad, definida como un exceso de sales solubles en los suelos, en relación con la tolerancia normal de los cultivos. Los suelos afectados por sales involucran principalmente a los suelos salinos *sensu stricto* y a los suelos sódicos (alcalinos). Las sales están integradas por distintos cationes y aniones. El catión predominante es el sodio, mientras que entre los aniones predominan los cloruros y/o sulfatos en los suelos salinos y los carbonatos/bicarbonatos, en los alcalinos (Lavado y Taboada, 2017).

El efecto de las sales solubles sobre hongos patógenos humanos se estudió hace un siglo y se observó diferencia entre las sales. Entre los resultados se observó que los carbonatos eran los más tóxicos para estos hongos, aunque algunos de ellos eran muy tolerantes. En hongos de interés agrícola este tipo de estrés ha sido muy estudiado en las micorrizas arbusculares (MA) (Macauley y Griffin, 1969; Hatcher y Schmidt, 1971). Hirrel (1981), Tang *et al*. (2009) y otros autores encontraron que a medida que se incrementa la concentración de cloruros en el medio se reduce la germinación y la tasa de crecimiento de los hongos micorríticos. También se ha observado que la presencia de estos hongos ha mejorado el crecimiento de las plantas en ambientes salinos (Feng *et al*., 2002; Mohammad *et al.,* 2003). Scheloske *et al*. (2004) encontraron que las plantas micorrizadas en algunos casos absorben menos Cl^- y Na^+ mientras que en otros casos inhiben su transferencia al tallo. Sin embargo, hay resultados contradictorios, como lo evidencian varios autores que encontraron una disminución en los porcentajes de colonización de MA a medida que se incrementan los niveles de salinidad del medio (Kaya *et al.*, 2009; Khalil *et al.,* 2011).
El conocimiento del efecto de las sales sobre los hongos DSE ha sido muy poco explorado, así como la respuesta de los cultivos a la salinidad, en presencia de hongos DSE El objetivo de este trabajo fue evaluar mediante experimentos *in-vitro* la tolerancia de 4 cepas de hongos DSE frente a distintas concentraciones de sales de sodio integradas por cloruros, sulfatos o carbonato/bicarbonatos de sodio.

MATERIALES Y MÉTODOS:
Se trabajó con cuatro aislamientos de hongos DSE obtenidos a partir de raíces de trigo (*Triticum aestivum* L) de Pergamino y de raíces de *Chloris gayana* Kunth de Chascomús (Provincia de Bs.As., Argentina). El suelo de Pergamino fue un Argiudol típico y el de Chascomús un Natracualf típico (Tabla 1). Los suelos muestran diferencias en cuanto al valor de pH y el nivel de salinidad (conductividad eléctrica). El pH y la salinidad son más elevados en el suelo Natraqualf. Por otra parte, ambos suelos presentan diferencias en los porcentajes de materia orgánica, fósforo asimilable, arena, limo y arcilla.

Tabla 1. Propiedades físico-químicas del horizonte superficial de los dos suelos estudiados.

Localidad	Carbono orgánico %	Fósforo mg kg^{-1}	pH	C.E. dS m^{-1}	Arcilla %	Limo %	Arena %
Chascomús	1,52	6,09	8,6	2,02	25,00	37,50	37,50
Pergamino	1,88	16,70	6,1	0,43	28,50	48,50	23,00

Los aislamientos fueron obtenidos de acuerdo a la metodología empleada por Silvani *et al*. (2008) e identificados mediante la amplificación y posterior secuenciación del DNA genómico (White *et al.*, 1990; Sanger *et al*., 1977). Las secuencias de dichos aislamientos se encuentran depositadas en el GenBank (Spagnoletti *et al*., 2017).
Los hongos utilizados en este trabajo corresponden a: *Alternaria alternata*, *Cochliobolus* sp. y *Setosphaeria rostrata* aislados a partir de raíces de trigo y *Ophiosphaerella* sp. a partir de raíces de grama Rhodes.
Desarrollo del hongo en medio sólido: Los inóculos iniciales crecieron a 26°C durante 8 días en medio Agar extracto de malta (AEM). Luego, se tomó un disco de micelio de 0,7cm de diámetro de la zona de activo crecimiento y se colocó en placas de Petri de 90 x 15mm con medio AEM más el agregado de NaCl, Na_2SO_4 y $NaHCO_3$ en forma independiente y a las concentraciones de 0, 10, 40 y 100 meq de Na L^{-1}. Se trabajó por quintuplicado. Las placas sembradas fueron incubadas a 26°C y en oscuridad. Se determinó la tolerancia a la salinidad de cada cepa siguiendo la cinética de crecimiento, mediante la medición del diámetro de la colonia durante nueve días consecutivos a partir de la siembra.
Desarrollo del hongo en medio líquido: El inóculo inicial se tomó de una placa de Petri con AEM en activo crecimiento. Luego, un disco de micelio de 7mm de diámetro de la zona de activo crecimiento, fue colocado en erlenmeyers de 250mL conteniendo 100mL de caldo malta más el agregado de $NaHCO_3$, NaCl y Na_2SO_4 a 10 y 100 meqNa L^{-1} y el control (sin

agregado de sales). Se los incubó a oscuridad durante 12 días a 26°C en un agitador orbital modelo Shaker Pro a 160 rpm. Se trabajó con tres repeticiones. La biomasa formada fue recuperada mediante el filtrado de la muestra con papel de filtro Whatmann Nº 2. Para el secado del micelio, se llevó el mismo a estufa durante 5 días a 80°C, donde una vez alcanzado un peso constante se calculó el peso seco de la biomasa fúngica.
Para el análisis de los resultados en cultivo sólido y líquido se realizaron análisis de varianza y contrastes de Tukey utilizando el software estadístico Infostat.
Determinación de sodio: Se determinar la concentración de Na^+ en el micelio recuperado del cultivo líquido a los 12 días. El micelio fue conservado a 4°C hasta su utilización para la cuantificación del contenido del Na^+, mediante un fotómetro de llama, previa digestión húmeda (Ryan *et al.,* 1996). El contenido de Na^+ se expresó como mg Na/g de micelio seco.

RESULTADOS Y DISCUSION:

Tolerancia de las especies fúngicas frente a las sales sódicas.

Ophiosphaerella sp. mostró menor tasa de crecimiento que los restantes hongos, particularmente *A. alternata* y *Setosphaeria rostrata*. Hubo un comportamiento diferencial de los aislamientos frente a las diferentes sales de sodio. Lo más destacable fue el comportamiento frente al $NaHCO_3$. Los resultados obtenidos al evaluar la tolerancia de las cuatro especies fúngicas en medio sólido (Tabla 2) muestran que la mayor tolerancia al Na se presenta en la forma de bicarbonato. Las especies *Cochliobolus* sp. y *Setosphaeria rostrata* presentaron la mayor tolerancia a los 9 días de crecimiento en las 3 concentraciones de Na (10, 40 y 100 meq L^{-1}), mientras que, *A. alternata* y *Ophiosphaerella* sp. sólo a 10 y 40 meq L^{-1}. Por otra parte, *Ophiosphaerella* sp. a la dosis de 100meq L^{-1} es la que mostró la menor tolerancia. El comportamiento de los aislamientos frente al agregado del bicarbonato de sodio, en las tres concentraciones estudiadas muestran que con esta sal el crecimiento fue mayor diferenciándose del tratamiento control en todos los tratamientos con excepción de *A. alternata* y *Ophiosphaerella* sp. a 100meq L^{-1} donde la tolerancia fue significativamente menor al control. .Los 4 hongos muestras un ligero efecto negativo del cloruro y sulfato de sodio en la medida que aumenta la concentración de éstos.
La Tabla 3 muestra la biomasa formada por los DSE estudiados en medio líquido frente a las distintas sales de sodio. *Ophiosphaerell*a sp. fue la especie que presentó la menor biomasa registrada de los cuatro hongos. La biomasa de *A. alternata* aumentó *a*l incorporar al medio de cultivo el $NaHCO_3$, pero se redujo cuando se le agregó NaCl y Na_2SO_4 en las dos dosis ensayadas. En este sentido, *Cochliobolus* sp. presentó un mayor crecimiento con bicarbonato con respecto al tratamiento control, si bien no se diferenciaron significativamente de éste. En general, los valores hallados para cloruro y sulfato tampoco fueron significativamente distintos. La especie *S. rostrata* redujo su crecimiento significativamente con bicarbonato a la concentración 100meq L^{-1}. Finalmente *Ophiosphaerell*a sp., contrariamente a lo obtenido en los otras tres especies, redujo su biomasa a 100meq L^{-1} en bicarbonato, aumentó significativamente su biomasa en presencia de cloruro y no presentó diferencias significativas en sulfato de sodio en todas las dosis.
De acuerdo con los resultados anteriormente descriptos, la Figura 1 representa el crecimiento de los distintos aislamientos en el tiempo medio del ensayo (4 días de crecimiento a partir del día de la siembra). Para la primer dosis (10meq L^{-1}) se observan diferencias significativas en el crecimiento para las distintas especies, mientras que a 40 y 100 meq L^{-1} no se observan diferencias significativas entre *A. alternata* y *Cochliobolus* sp. Tanto *A. alternata* como *Ophiosphaerella* sp. muestran una relación directa en la que se observa que a medida que aumenta la dosis disminuye el crecimiento fúngico.
En la Figura 2 se visualizan los contenidos de sodio en los diferentes micelios. Se observa que, a mayor contenido de Na en el medio (100meqNa L^{-1}), mayor es la absorción de este catión por parte del hongo, obteniéndose diferencias significativas con respecto al tratamiento de 10meqNa L^{-1}, independientemente de la sal aportada al medio de cultivo. *Cochliobolus* sp. presentó una gran capacidad para incorporar Na cuando este estuvo como $NaSO_4$ y en el caso de *Ophiosphaerella* sp. cuando la sal utilizada fue el $NaHCO_3$.

Se observan dos comportamientos diferentes en medio sólido: Las distintas especies crecieron más con el agregado de $NaHCO_3$ en todos las concentraciones analizadas, solo *Ophiosphaerella* sp. presentó un resultado opuesto. En contraposición a lo obtenido en este trabajo, Palmer *et al.* (1997), demostraron que altas concentraciones de $NaHCO_3$ disminuyeron el crecimiento de numerosos hongos, incluyendo al patógeno *Botrytis cinérea*

Tabla 2. Tolerancia de cuatro aislamientos fúngicos a tres sales sódicas a tres concentraciones en medio sólido. Los valores son el promedio de 3 réplicas con su respectivo desvío estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas entre sales para cada concentración y cada hongo ($p<0,05$).

Aislamiento	NaCl	Na_2SO_4	$NaHCO_3$	Control
***Cochliobolus* sp.**				
10meq Na L^{-1}	5,15±0,32 b	4,34±0,62 c	7,98±0,52 a	3,96±0,33 d
40meq Na L^{-1}	4,81±0,60 b	3,99±0,34 c	7,40±0,35 a	3,96±0,33 c
100meq Na L^{-1}	4,27±0,46 bc	4,66±0,57 b	7,01±0,44 a	3,96±0,33 c
A. alternata				
10meq Na L^{-1}	9,00±0,00 a	9,00±0,00 a	9,00±0,00 a	9,00±0,00 a
40meq Na L^{-1}	9,00±0,00 a	9,00±0,00 a	9,00±0,00 a	9,00±0,00 a
100meq Na L^{-1}	8,44±0,29 b	8,01±0,03 b	5,81±0,10 c	9,00±0,00 a
Setosphaeria rostrata				
10meq Na L^{-1}	4,90±0,30 c	4,60±0,20 c	9,00±0,00 a	6,51±0,15 b
40meq Na	5,20±0,40 b	3,90±0,10 c	9,00±0,00 a	6,51±0,15 b
100meq Na/l	6,80±0,33 b	5,00±0,16 c	8,00±0,09 a	6,51±0,15 b
***Ophiosphaerella* sp.**				
10meq Na L^{-1}	2,45±0,41b	2,37±0,13 b	3,37±0,37 a	2,54±0,10 b
40meq Na L^{-1}	2,17±0,17 b	2,54±0,38 b	3,80±0,16 a	2,54±0,10 b
100meq Na L^{-1}	2,39±0,31a	2,26±0,21 a	1,66±0,27 b	2,54±0,10 a

Tabla 3. Tolerancia de las cuatro especies fúngicas a dos concentraciones de tres sales sódicas en un medio de cultivo líquido a los 12 días de iniciado el ensayo. Los valores son el promedio de 3 réplicas con su desvío estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas para cada sal a las distintas concentraciones para cada hongo ($p<0,05$).

Aislamiento	NaCl	Na_2SO_4	$NaHCO_3$
***Cochliobolus* sp.**			
Control	0,23±0,06 a	0,55±0,10 a	0,36±0,02 a
10meq Na L^{-1}	0,16±0,03 b	0,36±0,03 b	0,43±0,04 a
100meq Na L^{-1}	0,12±0,03 b	0,57±0,02 a	0,52±0,07 a
Alternaria alternata			
Control	0,69±0,11 a	0,53±0,02 a	1,03±0,09 a
10meq Na L^{-1}	0,78±0,11 a	0,55±0,02 a	0,91±0,04 a
100meq Na L^{-1}	0,53±0,06 b	0,52±0,04 a	0,68±0,02 b
Setosphaeria rostrata			
Control	0,32±0,07 b	0,44±0,01 a	0,49±0,08 a
10meq Na L^{-1}	0,42±0,18 a	0,55±0,10 a	0,47±0,02 a
100meq Na L^{-1}	0,28±0,09 b	0,56±0,23 a	0,23±0,03 b
***Ophiosphaerella* sp.**			
Control	0,14±0,01 b	0,20±0,02 a	0,18±0,00 b
10meq Na L^{-1}	0,16±0,03 b	0,22±0,02 a	0,22±0,02 a
100meq Na L^{-1}	0,22±0,01 a	0,21±0,01 a	0,11±0,01 c

Otros estudios realizados *in vitro* indicaron que la incorporación de $NaHCO_3$ al medio de cultivo inhibió completamente el crecimiento de *Rhizopus stolonifer* y provocó una

disminución del crecimiento de *Alternaria alternata* y *Fusarium spp.* Por ese motivo se planteó la utilización del $NaHCO_3$ como potencial fungicida postcosecha (Aharoni *et al.*, 1997). Existen evidencias que relacionan una disminución del crecimiento fúngico debido al poder antimicrobiano del $NaHCO_3$. Aunque algunos trabajos avalan los resultados obtenidos (Hatcher y Schmidt, 1971), evidentemente son opuestos a lo mostrado por la mayoría de la literatura. Por ello, son de gran interés por el potencial de estos hongos para desarrollar tecnologías de aplicación en suelos alcalinos.

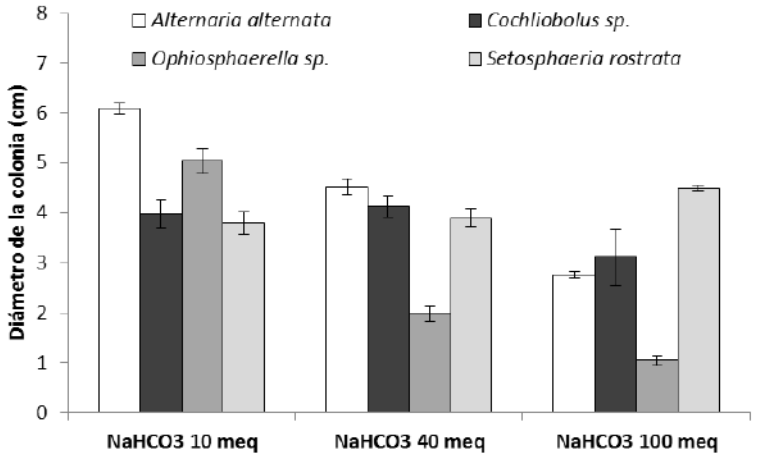


Figura 1. Tolerancia de los aislamientos fúngicas frente a tres concentraciones de $NAHCO_3$.

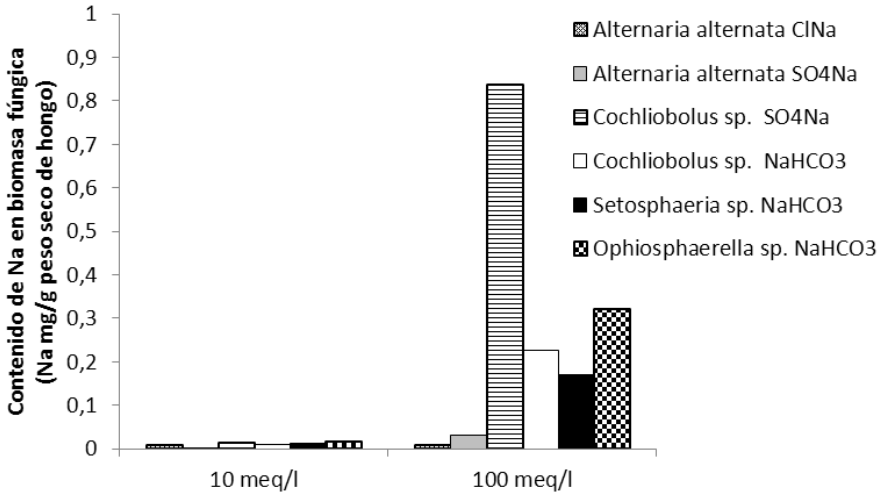


Figura 2. Contenido de Na expresado en mg Na/peso seco de biomasa fúngica.

En medio líquido tanto *Cochliobolus* sp. como *S. rostrata* mostraron una disminución de su biomasa ante el agregado de NaCl al medio. Esto se contrapone a lo obtenido cuando se evalúa el crecimiento en medio sólido donde ambas especies obtienen su mayor biomasa en presencia de $NaHCO_3$. El mayor crecimiento obtenido en el medio sólido, representaría una forma de evadir a la toxicidad del medio con $NaHCO_3$, utilizando las reservas propias del hongo. Existen estudios que relacionan un mayor crecimiento fúngico debido a una desaminación de los aminoácidos, permitida por la adición de $NaHCO_3$. Estos resultados contrapuestos que se dan cuando crecen en medio líquido y en medio sólido estaría indicando la necesidad de estandarizar la metodología, ya que se observa un doble comportamiento de la cepa frente a un medio potencialmente tóxico.

CONCLUSIONES:

Los hongos DSE estudiados presentaron diferente tolerancia a las sales sódicas, según las dosis y el método de evaluación utilizado. Los resultados obtenidos indicarían que el comportamiento de los DSE ensayados es independiente del hospedante y del sitio de muestreo. En medios alcalinos, donde predomina el bicarbonato algunas cepas disminuyen su crecimiento, mientras que en otras se promueve.

BIBLIOGRAFIA:

Aharoni Y, E Fallik, A Cope, M Gil, S Grinberg & Klein JD. 1997. Sodium bicarbonate reduces post harvest decaydevelopment on melons. Postharvest Biol Technol. 10: 201-206.

Feng G, F Zang, XL Li, CY Tian, C Tang & Z Rengel. 2002. Improved tolerance of maize plant to salt stress by arbuscular mycorrhiza in related to higher accumulation of soluble sugars in roots. Mycorrhiza. 12: 185-190.

Hashiba T & K Narisawa. 2005. The development and endophytic nature of the fungus *Heteroconium chaetospira*. FEMS Microbiology Letters 252: 191-196.

Hatcher HJ & EI Schmidt, 1971. Nitrification of Aspartate by *Aspergillus flavus.* Appl Environ Microbiol. 21: 181-186.

Hirrel MC 1981. The effect of sodium and chloride salts on the germination of *Gigaspora margarita*. Mycologia 73: 610-617.

Kaya C, M Ashraf, O Sonmez, S Aydemir, A Levent Tuna & MA Cullu. 2009. The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. Sci. Hort. 121: 1-6.

Khalil H A, Eissa AM, El-Shazly SM, & Nasr A. MA. 2011. Improved growth of salinity-stressed citrus after inoculation with mycorrhizal fungi. Sci. Hort. 130(3): 624-632.

Lavado RS & MA Taboada. 2017. Génesis y propiedades de los suelos halomórficos. Taleisnik, E & RS Lavado (Ed). Salinidad y alcalinidad en suelos de la Argentina. Prospección y tentativas de aprovechamiento productivo. En prensa.

Macauley BJ and DM Griffin. 1969. Effect of carbon dioxide and the bicarbonate ion on the growth of some soil fungi. T. Brit. Mycol. Soc, 53: 223-228.

Mandyam K & A Jumpponen. 2005. Seeking the elusive function of the root-colonising dark septate endophytic fungi. Stud. Mycol. 53: 173-189.

Mohammad MJ, HI Malkawi & R Shilbli. 2003. Effects of arbuscular mycorrhyzal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salt. J. Plant Nutr. 26: 125-137.

Palmer CL, RK Horst & RW Langhans. 1997. Use Of bicarbonates to inhibit in vivo colony growth of *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 81: 1432-1438.

Postma JWM, PA Olsson & P Falkengren-Grerup. 2007. Root colonization by arbuscular mycorrhizal, fine endophytic and dark septate fungi across a pH gradient in acid beech forest. Soil Biol. and Biochem. 39: 400-408.

Ryan J, S Garabet, K Harmsen & A Rashid. 1996. A Soil and Plant Analysis Manual Adapted for the West Asia and North Africa Region. ICARDA.

Sanger F, S Nicklen & AR Coulson. 1997. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. Proc. Natl. Acad. Sci. 74, pp. 5463–5467.

Scheloske S, M Maetz, T Schneider, U Hildenbrandt, H Bothe & B Povh. 2004. Elemental distribution in mycorrhizal and non mycorrhizal roots of the halophytes Aster tripolium determine by proton induced X-Ray emision. Protoplasma 223: 183-189.

Silvani, VA, S Fracchia, L Fernández, M Pérgola & Godeas. 2008. A simple method to obtain endophytic microorganisms from field collected roots. Soil Biol. Biochem. 40: 1259-1263.

Spagnoletti, FN, NE Tobar, A Fernández Di Pardo, VM Chiocchio & RS Lavado. 2017. Dark septate endophytes present different potential to solubilize calcium, iron and aluminum phosphates. Appl Soil Ecol.111: 26-32.

Tang M, M Sheng, H Chen & FF Zhang. 2009. In vitro salinity resistance of three ectomycorrhizal fungi. Soil Biol and Biochem. 41: 948-953.

White TJ, S Bruns, J Lee & C Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Innis M.A. et al. (Eds.), PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications, Academic Press, San Diego. pp. 315–322.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

INDICES DE TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN VARIEDADES DE *Medicago sativa*

Pacheco Insausti M.C.[1], Quiroga A.M.[2], Gutiérrez M.G.[2], Pueyo J.J.[3], Pedranzani H.E.[1]

[1] PROICO 2-2914 C y T. Facultad de Química Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes, 950 (San Luis). hepedra@unsl.edu.ar
[2] Integrantes PROICO 2-2914 Facultad de Ingeniería y Cs Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis, Avenida 25 de mayo 384, 5730 Villa Mercedes (SL).
[3] Instituto de Ciencias Agrarias, Centro Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

RESUMEN: La alfalfa es una especie de gran plasticidad, morfológica y fisiológicamente adaptada para tolerar estreses abióticos. El objetivo del trabajo fue determinar la tolerancia a la salinidad en alfalfa por variables de germinación y de osmocompatibilidad. Las variedades de *Medicago sativa* fueron var. Trinidad y DKAL 166. Se sembraron 20 semillas de cada una, en cajas de Petri por triplicado y regaron con 5 mL de soluciones salinas: 10mM, 25mM, 50mM, 100mM, 150 mM y 200mM de NaCl y un control con agua destilada. Se midió Energía Germinativa (EG) y Poder Germinativo (PG). Prolina se determinó en plantas crecidas en hidroponía con vermiculita esterilizada y solución nutritiva de Hoagland (SN); cuando tuvieron 10 cm de altura, se trataron con seis soluciones salinas (SN + NaCl) con valores de conductividad eléctrica: 2,15 dS m^{-1} (control SN), 11,06 dS m^{-1} (50 mM NaCl), 13,80 dS m^{-1} (100 mM NaCl), 24,4 dS m^{-1} (200 mM NaCl).Después de tres semanas se extrajo material fresco de hojas y determinó prolina por el método de Bates (1973). El análisis estadístico realizado fue un ANOVA multifactorial, en el cual se compararon las medias entre los tratamientos y entre la variedades. Se observaron diferencias significativas por tratamiento salino a partir de los 150 y 200 mM donde el PG fue de un 5 % para DKAL 166 y de un 40% para Trinidad Entre los 10mM y 100mM de NaCl no hay diferencias significativas entre tratamientos, observándose un 80% en DKAL y un 95% en Trinidad. En esta última a partir de los 50 mM de NaCl se observó un aumento de la concentración de prolina entre 1200 y 2000 µg Prolina mL^{-1}, como respuesta al estrés salino. En DDKAL 166 se determinó entre 200 y 500 µg Prolina mL^{-1}, en tratamientos de 50, 100 y 200mM de NaCl. La var. Trinidad posee más índices de tolerancia salina que la var. DKAL 166.

PALABRAS CLAVE: Alfalfa, NaCl, estrés abiótico.

4. MEJORAMIENTO DE ESPECIES

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMA DE *Panicum coloratum* L. var. *coloratum* PARA LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD

Pittaro G.[1] *, Tomas A. [2], Taleisnik E.[1, 3]

[1] IFRGV, CIAP, INTA. Córdoba, Argentina;
[2] EEA Rafaela, INTA
[3] CONICET Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.
*gabipittaro@gmail.com

RESUMEN: *Panicum coloratum* es una gramínea forrajera de creciente interés, ya que se considera una especie con características de tolerancia a heladas, adaptada a ambientes con problemas de salinidad y alcalinidad, aunque se desconocen las variables fisiológicas subyacentes responsables de la tolerancia. Los cultivares de *Panicum coloratum* son poblaciones que presentan cierto grado de variabilidad interna que ofrece la posibilidad de seleccionar individuos con características de interés. Se trabajó con una población colectada de *Panicum coloratum* var. *coloratum*, que fue elegida por permanecer verde, luego de haber sufrido períodos de intensa sequia. Los objetivos generales de este trabajo fueron, contribuir al conocimiento de la variabilidad en tolerancia a salinidad este grupo de materiales y determinar heredabilidad de caracteres asociados a la tolerancia a la salinidad. Los resultados demostraron que la población colectada de *P. coloratum* fue más tolerante a la salinidad que el cultivar comercial `Klein´. La variabilidad interna en el crecimiento de los materiales colectados en salinidad se relacionó al incremento de la actividad superóxido dismutasa y a la disminución de la proporción de la concentración del cation K^+ en vaina/lámina. Por último, para evaluar heredabilidad en los parámetros de crecimiento vegetativo en ausencia y presencia de salinidad, se analizaron familias de medios hermanos producto del cruzamiento de los materiales colectados y cultivados a campo. En este grupo de materiales se observó baja heredabilidad en los parámetros de crecimiento vegetativo, así como escaso avances genéticos con una intensidad de selección del 15%, lo cual es esperable en un grupo de materiales tolerantes. Los resultados de este trabajo podrían resultar un aporte para encarar programas de mejoramiento en *P. coloratum* var. *coloratum* para tolerancia al estrés por salinidad, partiendo de una colecta.

PALABRAS CLAVE: *Klein*, variabilidad en tolerancia, heredabilidad.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE *Trichloris crinita* Y *T. pluriflora* BASADA EN LA RESPUESTA MORFOFISIOLÓGICA AL ESTRÉS SALINO EN CRECIMIENTO INICIAL

Marinoni, L.[1, 2]; J.M., Zabala[1]; E. Exner[1]; J.F. Pensiero[1, 2].

[1] Programa de Documentación, Conservación y Valoración de la Flora Nativa (PRODOCOVA), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, 86-Kreder 2805, Esperanza (3080HOF), Argentina. lmarinoni@fca.unl.edu.ar
[2] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

RESUMEN: Las especies del género *Trichloris* constituyen recursos forrajeros valiosos de los pastizales naturales de Argentina. *T. crinita* crece en ambientes salinos, áridos a húmedos de las ecorregiones del Monte y Chaco mientras que *T. pluriflora* frecuenta ambientes semiáridos a húmedos de la ecorregión del Chaco. En el presente estudio se evaluó la tolerancia a la salinidad (a 120 mM de NaCl) de genotipos de diferentes ambientes de origen a través de la respuesta morfofisiológica durante crecimiento inicial. La respuesta hallada en *T. crinita* evidencia una mayor tolerancia de genotipos provenientes de ambientes salinos y sódicos mediante el desarrollo de caracteres morfofisiológicos adaptativos, no así en *T. pluriflora*, ya que naturalmente no crece en ambientes salinos, aunque se observó variación en la tolerancia entre genotipos. Se observó interacción entre genotipos y tratamientos para el número de macollas por planta, longitud radical, biomasa fresca y seca aérea, radical y total y para la relación entre la porción de biomasa seca aérea y radical, evidenciando mayor tolerancia de ciertos genotipos al estrés salino. La presencia y actividad de las glándulas de sal estuvieron asociadas a la tolerancia a la salinidad. Ambas especies presentaron glándulas de sal en mayor medida en la cara abaxial de la hoja, aunque *T. crinita* presentó mayor número que *T. pluriflora*. La concentración interna y excretada de iones Na^+ estuvo asociada al grado de tolerancia de los genotipos, hallándose mayor capacidad de excreción y compartimentación de iones en *T. crinita*. En el caso de *T. pluriflora* se halló mayor concentración de iones K^+ excretados, mientras que la concentración interna de este ion no varió entre especies. Los genotipos que evidenciaron mayor tolerancia a la salinidad presentaron menor estrés oxidativo, medido a través de la capacidad antioxidante no enzimática. Los materiales selectos están siendo sometidos a ensayos en campos naturales degradados para evaluar su comportamiento a campo.

PALABRAS CLAVE: forrajeras nativas, mejoramiento, adaptación.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

VARIABILIDAD GENÉTICA INTRAPOBLACIONAL PARA LA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN KIWI CON FINES DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

Irigoyen F.[1], O.N. Marcellán[2], J.E. Lúquez[2]

[1] Tesista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata
[2] Profesores Asociados de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata. C.C. 276. 7620 Balcarce marcellan.olga@inta.gob.ar

RESUMEN: El cultivo de kiwi es perenne y requiere del riego de alta frecuencia para optimizar su producción. La naturaleza salino-sódica del agua en el sudeste bonaerense lo expone a la salinidad. Con la finalidad de seleccionar genotipos que puedan ser utilizados como portainjertos o como cultivares autorradicados tolerantes a este estrés, se evaluó la variabilidad genética intrapoblacional para la tolerancia a la salinidad, en estadío juvenil, de dos poblaciones generadas por cruzamientos entre el cultivar femenino Hayward (H) y dos cultivares polinizadores Chieftain (C) y M56. Se realizó un ensayo con dos niveles de tratamiento: 0 y 30mM de NaCl adicionado a la solución Hoagland, durante tres semanas en cámara de cultivo. En cada una de las plantas (genotipos diferentes) se determinó: el área foliar, el diámetro del tallo y el contenido de clorofila estimado con SPAD al inicio y al final del ensayo, y pesos fresco y seco tanto aéreo como radical al final del ensayo. En las dos poblaciones se observó gran variabilidad para todos los caracteres. Bajo condiciones salinas, la población HxM56 se caracterizó por presentar mayor proporción de genotipos que sobresalieron por variables aéreas (23% y 18% de los genotipos para las variables área foliar y peso seco aéreo, respectivamente) los cuales se distanciaron de la media poblacional en una y dos unidades estándar; mientras que la población HxC se caracterizó por presentar mayor proporción de genotipos que sobresalieron por variables radicales (27% de los genotipos superaron a la media poblacional en una unidad estándar para peso seco de la raíz). En base a estos resultados, ambas poblaciones pueden ser consideradas como muy promisorias para ser utilizadas en los programas de mejoramiento genético del kiwi por tolerancia a la salinidad.

PALABRAS CLAVE: *Actinidia deliciosa* – toxicidad al sodio - selección

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

RESPUESTA DE GENOTIPOS DE AMARANTO (*Amaranthus spp.*) A LA SALINIDAD

Barca H.J.[1], M.C. Noelting[1], M.B.Collado[1]; M.B. Aulicino[1], M.del C. Molina.[1, 2]

[1]Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Buenos Aires. C.C.4 Llavallol. [2]CONICET. institutofitotecnico@yahoo.com.ar

RESUMEN: En Argentina aproximadamente el 11 % del territorio se encuentra afectado por la salinización. Este es uno de los estreses abióticos que más afecta a los cultivos. El presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el comportamiento de diez genotipos de amaranto pertenecientes a 4 especies en tres niveles de salinidad 0, 50 y 100 mM en germinación bajo condiciones controladas (25ºC y 12 h de luz). La siembra fue realizada en bandejas sobre papel absorbente. Variables evaluadas: porcentaje de germinación (al 3er y 7mo día de la siembra), altura de la plántula, largo de la raíz y acumulación de biomasa fresca y seca (a los 10 días). Se empleó un DCA con 3 repeticiones. Los ANOVAS, muestran Interacción Genotipo x Tratamiento altamente significativas para la mayoría de las variables analizadas. Estos resultados señalan comportamiento diferencial de los genotipos frente a los distintos tratamientos. En términos generales a la máxima concentración de sal (100 mM) se observaron las mayores pérdidas, mientras la concentración de 50 mM no fue efectiva en la identificación de comportamientos diferenciales entre los genotipos. El carácter que permitió una mejor identificación de la respuesta de tolerancia frente al estrés salino fue Largo de Raíz. Se lograron identificar genotipos con buena respuesta frente a la salinidad. Este trabajo nos permitió: evaluar la presencia de variabilidad genética en diferentes materiales de *Amaranthus spp*. e identificar genotipos tolerantes a estrés salino que podrían ser empleados en un futuro programa de mejora genética.

PALABRAS CLAVE: Tolerancia, germinación, interacción

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EVALUACIÓN DE ESPECIES SUBTROPICALES PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN ESTIVAL DE FORRAJE EN ÁREAS MARGINALES DE LA CUENCA DEL SALADO

Corlito M., D. Makar, A.M. Gago, A.E. De Loof, A.E. Villordo, J. Pesqueira, M.D. García
Laboratorio de Fisiología Vegetal, Fac. Cs. Agrarias, UNLZ, Ruta 4 km 2, 1836 Llavallol, Bs. As. Argentina. e-mail: julietapesqueira@gmail.com

RESUMEN:
Con el objetivo de detectar posible tolerancia a condiciones de alcalinidad y anegamiento en especies forrajeras subtropicales perennes, se realizó un diseño factorial de 3 especies: *P. coloratum* (*Pc*), *P. virgatum* (*Pv*) y *C. gayana* (*Cg*); x 2 suelos: Chascomús (SC) y Llavallol (SL); x 2 condiciones hídricas: anegamiento y capacidad de campo (CC). Las plantas crecieron durante 25 días en macetas con SC (pH=8,3; $C_{e=}$0,93 dS m^{-1} y PSI=26,2%) o SL (pH=6,3; $C_{e=}$0,16 dS m^{-1} y PSI=5,02%) y temperaturas (ºC) media máx y mín de 25,3 ± 2,78 y 12,5 ± 3,16, respectivamente. Los valores de peso fresco aéreo (PFa) se expresan como media±EEM. Según el ANVA, la interacción entre los 3 factores fue significativa. Los efectos del suelo y del anegamiento se analizaron dentro de cada especie (Tukey, p≤0,05). El anegamiento indujo la disminución del PFa (g) de las plantas de *Pv* cultivadas en SL (de 9,85 ± 1,10 a 5,49 ± 0,23) pero no afectó el de las cultivadas en SC (0,73 ± 0,03 y 1,13 ± 0,15). El PFa de *Pc* disminuyó ≅50% en anegamiento con respecto a CC (15,01 ± 1,14 a 8,39 ± 1,14), y no varió entre SL (10,85 ± 1,14) y SC (12,56 ± 1,14). El PFa de *Cg* disminuyó en anegamiento con respecto a CC (40,33±2,98 a 24,15±2,66) y fue mayor en SC (40,60 ± 2,98) que en SL (23,88 ± 2,66).

PALABRAS CLAVES: alcalinidad - anegamiento - tolerancia

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE *Trichloris crinita* TOLERANTES A LA SALINIDAD

Sartor, C.E.[1], P.C. Kozub[2], S. A. Greco[1], Y.C. Buccolini Lucas[1], F. G. Chiaradia Omati[1].

[1] Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Fisiología Vegetal. Almirante Brown 500, CPA M5528AHB. csartor@fca.uncu.edu.ar
[2] Instituto de Biología Agrícola de Mendoza (IBAM), Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo).

RESUMEN: La salinidad en los suelos y aguas de riego es uno de los principales problemas en los oasis de Cuyo. El uso de gramíneas nativas forrajeras, con menores requerimientos hídricos y con mayor tolerancia a la toxicidad de las sales podría permitir un uso ganadero a esas áreas marginales. *Trichloris crinita*, es una gramínea forrajera ampliamente distribuida en el Monte. La variedad de lugares en los que crece esta especie y su modo de reproducción, altamente autógama, han dado lugar a una gran variedad de genotipos que pueden ser usados para revegetar áreas con características específicas disminuyendo los riesgos de fracaso en el establecimiento de las plantas. El objetivo de este trabajo fue seleccionar entre los genotipos de *T. crinita* aquellos tolerantes a salinidad. Para esto comparamos la supervivencia de plántulas de 7 genotipos de *T. crinita* (2 procedentes de suelos salinos y 5 de suelos con baja salinidad). Se establecieron 3 tratamientos de riego con soluciones 0,1 M, 0,25 M y 0,5M de NaCl y un control con agua destilada. Las plántulas crecieron en vasos de 250 mL llenos con arena y al iniciar los riegos salinos las plántulas tenían 15 días. Al finalizar el ensayo, luego de 40 días, 5 de los 7 genotipos disminuyeron su supervivencia al aumentar la concentración salina y en los restantes la supervivencia fue similar en los tres tratamientos (cercana al 50%). Las procedencias de los genotipos estudiados no limitó la supervivencia en los tratamientos salinos 0,1M y 0,25M, ya que todos los genotipos evaluados tuvieron porcentajes de supervivencia superiores al 50%. Sin embargo en el tratamiento 0,5M, los dos genotipos procedentes de suelos altamente salinos tuvieron una supervivencia cercana al 50%, y en el caso de los genotipos procedentes de suelos con baja salinidad solo dos de los 5 genotipos sobrevivieron.

PALABRAS CLAVES: riegos, NaCl, supervivencia.

SELECCIÓN DE GRAMÍNEAS PERENNES DEL MONTE TOLERANTES A LA SALINIDAD

Greco, S. A.[1], P.C. Kozub[2], C.E.Sartor[1], J. Próspero, Y.C. Buccolini Lucas[1] , F.G. Chiaradia Omati[1].

[1] Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Fisiología Vegetal. Almirante Brown 500, CPA M5528AHB. sgreco@fca.uncu.edu.ar
[2] Instituto de Biología Agrícola de Mendoza (IBAM), Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo).

RESUMEN: La restauración de áreas degradadas requiere de especies vegetales adaptadas a condiciones como sequía; salinidad, temperaturas extremas, suelos contaminados; etc. Las gramíneas perennes del Monte presentan una alta variabilidad entre especies como dentro de las especies, con características adaptativas a diferentes ambientes, por lo que resultan promisorias para ser usadas en programas de restauración. El objetivo de este trabajo fue seleccionar especies de gramíneas perennes de acuerdo a su comportamiento en diferentes condiciones salinas. Se realizó un ensayo con las especies *Aristida mendocina, Pappophorum caespitosum, Panicum urvilleanum* y dos genotipos de *Trichloris crinita* (uno de baja productividad y otro de alta productividad) bajo tres condiciones salinas en macetas de 20L con suelo arcilloso colocadas a la intemperie durante un ciclo vegetativo. Los tratamientos consistieron en riegos semanales, a capacidad de campo, con soluciones 0,1 M y 0,25 M de NaCl y un control con agua. Se obtuvo una menor biomasa aérea final con diferencias significativas de los dos genotipos de *T. crinita* en el tratamiento 0,25 M respecto al control. En el caso de las biomasas aéreas de *P.urvilleanum* y *P. caespitosum* no fueron diferentes entre tratamientos, mostrándose como las especies más tolerantes. *Aristida mendocina* no pudo evaluarse porque presentó una alta mortalidad durante el ensayo.

PALABRAS CLAVES: NaCL, biomasa, áreas degradadas.

5. OTROS

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CAMBIOS EN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO SOMETIDO A DISTINTOS USOS PRODUCTIVOS EN El SISTEMA DE SIERRAS DE TANDILIA.

Milione G. M.[1,2,3], C. R. Mujica [4,2], D. Dominguez Daguer [5,6], J. E. Gyenge [1,5]

[1] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
[2]Instituto de Hidrología de Llanuras Dr. Eduardo Jorge Usunoff (IHLLA), Av Rca de Italia 780, Azul (BA) - gmilione@faa.unicen.edu.ar.
[3]Cátedra de Dasonomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).
[4]Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).
[5] EEA Balcarce Oficina Tandil INTA.
[6] Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial del Ministerio de Agroindustria de la Nación.

RESUMEN: El sistema de sierras de Tandilia posee una vegetación originaria de pastizal, con la presencia de unas pocas especies arbustivas. En la actualidad la vegetación original ha sido reemplazada en gran medida para uso agrícola, ganadero y forestal. Teniendo en cuenta el gran potencial productivo de la región y los incentivos económicos, el impacto a nivel edáfico provocado por la transición de pastizales a forestaciones ha sido poco documentado. En la localidad de Tandil, Buenos Aires se instalaron doce parcelas compuestas por forestaciones de *Eucalyptus sp*. y *Pinus radiata (bajo* distintos esquemas de manejo forestal; silvopastoril y macizo), cultivos, pastizal y tala rasa. Se midió la conductividad eléctrica (CE) y la textura del suelo hasta la máxima profundidad posible, en función de la vegetación dominante, el sistema de producción y la posición en el paisaje. De esta manera, a pesar de los manejos y especies contrastantes, no se encontraron diferencias en la CE a una profundidad de 0-20cm. Por otro lado, analizando los datos a la profundidad de 20-40cm, se puede ver que las parcelas con pinos en macizo mostraron valores de CE del suelo más altos que la tala rasa y los macizos de Eucalyptus, sin mostrar diferencias con las parcelas herbáceas y los silvopastoriles. Es importante destacar que la tala rasa mostró los valores de CE más bajos con sólo 2 años de antigüedad, similares a los medidos en las parcelas con *Eucalyptus*. Los valores de CE alcanzados no son de una magnitud tal que puedan provocar consecuencias negativas en los cultivos agrícolas o forestales. El cambio de uso del suelo ha generado diferencias en los valores de CE, las cuales pueden ser fácilmente revertidas mediante un manejo apropiado.

PALABRAS CLAVE: salinización secundaria, cambios de uso del suelo, cobertura vegetal.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

¿LAS FORESTACIONES EN EL CENTRO SUR DE BUENOS AIRES GENERAN CAMBIOS EN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO? MEDICIONES EN UNA TRANSECTA ESTE-OESTE

Milione G. M.[1,2,3], C. R. Mujica [4,2], D. Dominguez Daguer [5,6], J. E. Gyenge [1,5]

[1] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
[2]Instituto de Hidrología de Llanuras Dr. Eduardo Jorge Usunoff (IHLLA), Av Rca de Italia 780, Azul (BA) - gmilione@faa.unicen.edu.ar.
[3]Cátedra de Dasonomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).
[4]Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).
[5] EEA Balcarce Oficina Tandil INTA.
[6] Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial del Ministerio de Agroindustria de la Nación.

RESUMEN: La forestación con especies de rápido crecimiento donde la vegetación original era la de pastizal puede traer aparejado cambios en los flujos de agua, causando acumulación de sales en el suelo. La magnitud de esta salinización, dependería principalmente del balance hídrico, profundidad de la napa, textura del suelo, evapotranspiración y tolerancia a la salinidad de la especie. En este sentido se midió la conductividad eléctrica (CE) del suelo, en función de la vegetación dominante, la estación del año, el tipo de suelo y el balance hídrico en 16 parcelas apareadas (forestación con *Eucalyptus sp*. vs cultivo/pastizal) distribuidas en una transecta de 400 km con dirección Este-Oeste en el centro Sur de la Provincia de Buenos Aires. Se encontró un incremento mayor de la CE en los sitios ocupados por las especies forestales con más tolerancia a la salinidad. Al oeste, con suelos arenosos y balances hídricos negativos, se obtuvieron los menores valores de CE. Estos valores fueron superiores en las parcelas forestales durante el verano, mientras que en el invierno se observó que la CE se igualó o fue mayor en las parcelas herbáceas. En el centro de la transecta, con suelos de textura franco-franco arcillosa y balances hídricos positivos, se encontraron los valores más altos de CE, en la mayoría de los casos superiores en la forestación. Finalmente en la localidad ubicada más al Este, con suelos similares a los anteriores pero con un balance hídrico más positivo, se encontró mayor CE en las parcelas herbáceas durante el verano y en invierno la CE se igualo o fue mayor en la forestación. Se discutió el origen posible de esta diversidad de respuestas y se determinó que, a pesar de los cambios en la CE, la magnitud es baja y no afecta la producción y su sustentabilidad.

PALABRAS CLAVE: salinización, textura, balance hídrico.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

MODELACIÓN DEL FLUJO EN LA ZONA NO SATURADA DE SUELOS PETROCALCICOS BAJO PASTIZAL Y FORESTACION: IMPLICANCIAS EN LOS PROCESOS DE SALINIZACIÓN.

Mujica C.M.[1], G.M. Milione[2], S.A. Bea[2], J.E. Gyenge[3].

[1]ANPCyT, Instituto de Hidrología de Llanuras, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. claudioramonmujica@gmail.com
[2]CONICET. Instituto de Hidrología de Llanuras, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
[3]CONICET, INTA AER Tandil, EEA Balcarce.

RESUMEN: El progresivo reemplazo de los pastizales nativos por forestaciones puede alterar el balance hídrico del ecosistema pampeano. La salinización del suelo es una consecuencia negativa de este cambio, ya que los árboles pueden producir una concentración de sales dado el mayor uso y la capacidad de excluir las sales disueltas. Sin embargo, la evolución de la salinización no solo dependerá del tipo de uso del suelo, sino también de la presencia de heterogeneidades como los niveles petro-cálcicos (tosca) predominantes en estos ambientes, que podrían favorecer flujos de agua preferenciales, y/o constituir una barrera física para que las raíces alcancen el nivel freático. Este trabajo pretende capturar, mediante la modelación numérica, la dinámica del flujo de agua, y estimar la transpiración, en un mismo tipo de suelo con niveles de tosca, bajo dos diferentes usos, pastizal y forestación, respectivamente, en un sector de la cuenca del arroyo Azul, provincia de Buenos Aires. Además de caracterizar texturalmente el suelo, se midieron de forma continua (desde el 12/12/2015 al 24/2/2017): (1) las variables atmosféricas mediante una estación meteorológica, (2) el contenido volumétrico de agua (VWC), la temperatura, y la profundidad del nivel freático. Los resultados de la modelación logran capturar satisfactoriamente la evolución del VWC y la temperatura a 20 y 50 cm en ambas parcelas, poniendo en evidencia una desconexión entre la rizósfera y el nivel freático bajo la parcela forestada. El almacenamiento se incrementa por encima del nivel petrocálcico bajo el pastizal principalmente durante la época de lluvias. La transpiración calibrada de la forestación sugiere que el pico ocurre en la época de lluvias y decrece dramáticamente en la época seca llevando los VWC al punto de marchitez. En esta situación, una de las más conspicuas en la región, no se verifican las condiciones para el proceso de salinización.

PALABRAS CLAVE: forestación, tosca, salinización.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

LAS TRANFORMACIONES ECOHIDROLÓGICAS EN EL CHACO ÁRIDO Y LOS RIESGOS DE "DRYLAND SALINITY": ¿ESTAMOS SIGUIENDO LOS PASOS DE AUSTRALIA?

Marchesini V.A., R. Giménez, M.D. Nosetto, E.G. Jobbágy

GEA/IMASL/CONICET. Ejército de los Andes 950, San Luis, Argentina 5700- School of Biological Sciences - The University of Western Australia. victoriamarchesini@gmail.com

RESUMEN: Durante el siglo pasado la conversión de bosques secos/arbustales de Australia en cultivos y pasturas puso en marcha un proceso de degradación de suelos y aguas subterráneas conocido como "Dryland salinity". Actualmente, los bosques de Sudamérica, y en particular los del Chaco Argentino, están experimentando una transformación similar, liderando las tasas mundiales de deforestación. Nuestro objetivo fue revisar la información ecohidrológica existente sobre los sistemas naturales/cultivados del Chaco para evaluar si existen riesgos de sufrir el mismo fenómeno que ocurrió en Australia. Para ello, recolectamos información sobre humedad de suelo, stocks de cloruros y recarga freática para 27 pares de stands de bosques nativos/agricultura en un rango de precipitación de 450-1100 mm año^{-1}. Complementamos esta información con datos freáticos y geoeléctricos, observaciones personales y datos provistos por agricultores. Paralelamente utilizamos datos de 15 estudios realizados en Australia para la comparación entre ambos sistemas y para la evaluación de los potenciales riesgos de salinización en el Chaco. Nuestros resultados señalan un importante lavado de sales en los suelos agrícolas chaqueños, principalmente después de 20 años de agricultura. Los valores de humedad en los sitios deforestados resultaron el doble que sus pares de bosque y las tasas de recarga fueron hasta dos órdenes de magnitud superior. Mientras que en el Chaco una menor deposición atmosférica de sales, sedimentos más jóvenes y sistemas agrícolas más consumidores de agua tienden a atenuar los riesgos de salinización en comparación con Australia, la topografía muy plana y los niveles freáticos superficiales podría hacer que la recarga y la movilización de sales sea más amplia y difícil de manejar. La falta de conciencia del público general, agricultores y tomadores de decisiones amplifica el problema resultando de vital importancia los planes de manejo territorial en los bosques Chaqueños así como la información sobre este fenómeno en toda la región.

PALABRAS CLAVE: salinización secundaria, Chaco Sudamericano, deforestación.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

INDICIOS DE SALINIZACIÓN SECUNDARIA EN EL SUDESTE SANTIAGUEÑO: ¿LA PUNTA DE UN ICEBERG PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA AGRICULTURA EN EL CHACO SEMIÁRIDO?

Giménez R[1], JL Mercau[2], M Nosetto[1], R Páez[1], V Marchesini[1] & E Jobbágy[1]

[1]Grupo de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de San Luis & CONICET
Av. Italia 1556 - D5700HHW San Luis – ARGENTINA. gimenezgea@gmail.com
[2] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA AER San Luis

RESUMEN: El creciente desmonte ocurrido en el Chaco semiárido durante las últimas décadas puede dar lugar a un proceso de salinización secundaria regional, conocido globalmente como *dryland salinity*. Entre los factores desencadenantes de este proceso se encuentran: una alta carga natural de sales en el perfil del suelo, propia de ambientes áridos y semiáridos; la presencia de una napa salina capaz de afectar el crecimiento de la vegetación; una ruptura del equilibrio hidrológico (generalmente asociada a la actividad antrópica) que genere excedentes hídricos capaces de provocar recarga y ascenso del nivelfreático, y un relieve poco desarrollado sin redes de drenaje suficientes para evacuar excedentes hídricos y las sales disueltas. Corroboramos que todos estos factores coinciden en Bandera (Santiago del Estero), uno de los núcleos productivos de mayor historia agrícola e intensidad de deforestación de la región, donde el proceso de salinización secundaria debería estar más avanzado. Los suelos de monte nativo (representativos de la condición prístina) presentan una alta carga natural de sales con alta concentración de cloruros que indican la ausencia de drenaje profundo por mucho tiempo. Además, los sitios muestreados presentan una napa freática salina (30,4±1,8 dSm^{-1}) relativamente cercana a la superficie del suelo (4 a 8m). La transformación de estos ambientes para establecer cultivos anuales y pasturas ha alterado el equilibrio hidrológico, generando pulsos de drenaje profundo y recarga freática evidenciados por una menor salinidad del suelo, un perfil de suelo lavado de cloruros y napas freáticas menos profundas en lotes agrícolas respecto a situaciones similares de monte. Mediciones continuas de nivel freático pusieron en evidencia las diferencias en la recarga freática de estas coberturas y en su capacidad de consumir agua de napas profundas y salinas (descarga freática). Los resultados recabados indican que el área de influencia de Bandera presenta un alto riesgo de desarrollar salinización secundaria.

PALABRAS CLAVE: *dryland salinity*, recarga freática, agricultura semiárida

INTRODUCCION:

El término salinización se emplea para definir el proceso de acumulación de sales en o cerca de la superficie del suelo por diferentes procesos. A diferencia de la salinización primaria,que ocurre por características naturales de suelo y clima, la salinización secundaria se desencadena fundamentalmente por la acción antrópica y se asocia a una ruptura del equilibrio hidrológico. Uno de los ejemplos más ilustrativos de este fenómeno es el *dryland salinity* australiano, en el que el reemplazo masivo de la vegetación nativa por cultivos de secano, de menor capacidad evapotranspirativa, alteró el balance hidrológico regional generando pulsos de drenaje profundo prácticamente inexistentes en la condición del ecosistema prístino. Con el tiempo, los sucesivos pulsos de drenaje fueron arrastrando hacia la napa freática las sales acumuladas en la zona vadosa del suelo, generando un gradual

ascenso del nivel freático enriquecido en sales. Al alcanzar los estratos superficiales del suelo, la napa salina afectó el crecimiento y supervivencia tanto de cultivos como de la vegetación nativa, reduciendo la transpiración y favoreciendo la recarga y concentración de sales en superficie por evaporación, y la expansión del área afectada. Se estima que Australia ya perdió más de 5,7 Mha de superficie agrícola por *dryland salinity* y que, aun aplicando prácticas de remediación, esta superficie ascendería a 17 Mha en 2050 (NLWRA 2001).

Evidencias recientes sugieren que el creciente desmonte que ha experimentado el Chaco semiárido sudamericano durante las últimas décadas para establecer cultivos agrícolas y pasturas podría desencadenar un proceso de salinización secundaria de características similares al australiano (Amdan et al., 2013;Marchesini et al. 2016). Tolmie et al. (2003) señalan tres factores predisponentes que deben co-existir para que ocurra salinización secundaria: a) una carga importante de sales en el suelo y/o la napa freática; b) un flujo de agua subterránea capaz de transportar las sales a la superficie y c) un incremento del drenaje profundo (consecuencia del cambio de uso del suelo) que recargue y eleve la napa freática. A estos factores se agregaríala inexistencia de una red de drenaje capaz de evacuar la sal en exceso con el agua de lluvia, producto del escaso relieve que caracteriza a esta ecorregión (Jobbágy et al., 2008). El objetivo de este trabajo es diagnosticar el riesgo de salinización secundaria en el Chaco semiárido, analizando la condición de los factores predisponentes en Bandera uno de los núcleos agrícolas más antiguos y más intensamente deforestados de la región (Vallejos et al., 2014). Un diagnóstico adecuado de este sitio, donde el proceso de salinización potencial estaría en estado más avanzado, permitiría anticipar la degradación de ésta y otras zonas desmontadas más recientemente (Giménez et al., 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS:

Descripción del sitio de estudio

El trabajo se realizó en las inmediaciones de la localidad de Bandera (departamentos General Taboada y Belgrano, SE de Santiago del Estero, Argentina), uno de los núcleos productivos de mayor historia agrícola y de mayor intensidad de deforestación del Chaco semiárido. Se ubica en una zona de transición entre el Chaco semiárido y subhúmedo, con una precipitación media anual de 975mm, con marcada variabilidad interanual en la que se intercalan años muy secos (450mm) con años húmedos (>1200mm). La evapotranspiración de referencia es menos variable y ronda los 1450mm anuales. El relieve presenta muy escasa pendiente regional (<0,1%), sin formas sobresalientes ni redes de drenaje importantes, salvo el río Salado que recorre su límite occidental en dirección NO-SE. Los suelos predominantes son de textura franco limosa y franco arcillo-limosa, de orden Molisol y, en menor medida, Alfisol. La zona estaba originalmente dominada por bosques secos, pero en la actualidad los relictos del monte ocupan menos de un 10% del territorio, distribuidos en parches aislados y cortinas. Los cultivos dominantes son soja y maíz, y en menor medida se siembran sorgo, girasol, algodón y trigo como cultivo de invierno. Las principales pasturas implantadas son *Panicum maximum* y *Cenchrus ciliaris*.

Metodología

Para caracterizar la condición prístina del sitio de estudio y evaluar los cambios en la distribución del agua y las sales producto de los cambios de uso y cobertura del suelo, se comparó el perfil de humedad y salinidad del suelo, y el nivel y salinidad de la napa freática, en situaciones pareadas de monte (**M**) – agricultura (**A**). En agosto de 2012, se seleccionaron 5 sitios de muestreo (**S1** a **S5**), cada uno representado por un par de lotes adyacentes de coberturas contrastantes que hayan mantenido su condición (monte o desmontado) durante al menos 40 años (confirmado con imágenes satelitales de la serie Landsatdisponibles desde 1972). Se procuró que los lotes no difirieran en textura o posición topográfica, dado que el sitio de monte representaría la condición original del lote agrícola sin desmontar. En cada lote se realizó una perforación con barreno tomando muestras de

suelo a intervalos de 50cm de profundidad hasta llegar a la napa freática, de la cual se extrajo una muestra de agua. Las determinaciones de laboratorio para las muestras de suelo consistieron en humedad gravimétrica (y volumétrica), conductividad eléctrica en solución 1:2 (una parte de suelo seco en dos de agua; $CE_{1:2}$ dS m^{-1}) como estimador de salinidad, y la concentración de cloruros en la solución del suelo (ppm) como trazador de flujos de drenaje. El cloruro es un ión altamente soluble que entra y se acumula en el suelo en pequeñas cantidades por deposición atmosférica, por lo que perfiles de suelo con alta carga de cloruros indican sitios de escaso drenaje por mucho tiempo, mientras que perfiles con baja carga de cloruros son indicadores de condiciones más húmedas en los que el lavado de cloruros es más frecuente. Además se determinó la profundidad (medida *in situ*) y salinidad (conductividad eléctrica CE, dS m^{-1}) de la napa freática.
En mayo de 2013 se instalaron freatímetros con sensores del nivel de napa de medición continua en un lote de menor historia agrícola (desmontado en 1995) y su correspondiente par de monte (sitio **S6**). Cuando se descargaron los datos al año siguiente, se agregó un lote vecino de pastura de *Panicum maximum* (**P**), de desmonte más reciente (2008), y se colocaron nuevamente los sensores. De este modo, se obtuvieron registros continuos de la profundidad freática bajo monte y agricultura para dos campañas completas (campañas 2013/14 y 2014/15) y un año de datos para el lote de pastura (campaña 2014/15).

RESULTADOS Y DISCUSION:
Los suelos bajo monte (sin alterar) presentaron una alta carga natural de sales en el perfil del suelo ($CE_{1:2}$ promedio: 2,4 dS m^{-1}) desde los 50 cm hasta la napa freática, siendo los sitios **S4** y **S5**, de menor altitud (msnm) y más próximos a la localidad de Bandera, los de mayor conductividad eléctrica y los de la napa freática más cercana y salina (prof: 4,65m; CE: 32-35dS m^{-1}). El alto contenido de cloruros en el perfil del suelo en todos los lotes de monte (6-20g/L de solución) indica que históricamente el drenaje profundo en estos sitios ha sido prácticamente nulo. Tras más de 40 años de haber sido desmontados, los lotes agrícolas evidencian un perfil de suelo lavado de cloruros (Fig. 1) y una menor conductividad eléctrica ($CE_{1:2}$ promedio: 1,1dS m^{-1}), principalmente en los estratos más superficiales. A modo ilustrativo, la comparación de los perfiles de cloruros entre coberturas indica que el drenaje en los sitios agrícolas produjo el lavado de 12,7 ± 2,3 $kgCl^{-}m^{-2}$ hacia la napa freática.
Como evidencia adicional del drenaje y recarga freática, los lotes agrícolas presentaron consistentemente una menor profundidad de napa que sus respectivos pares de monte (Figs. 1 y 2). Sin embargo, pese al aporte de sales lavadas del perfil de suelo, la napa bajo agricultura fue menos salina que bajo monte (CE: 30,4 vs 17,2 dS/m, para **M** y **A**, respectivamente, $p<0,01$; Fig. 2), probablemente por un efecto de dilución y/o estratificación del agua de la napa freática con el agua de pulsos de drenaje más recientes, que atravesaron un perfil de suelo mucho más desprovisto de sales. La simple extrapolación de las tendencias en profundidad y salinidad de la napa con el cambio de uso (Fig. 2) sugiere que, al menos en los sitios **S1** a **S3**, cuando el nivel freático alcance la zona de influencia de las raíces (~3m), la napa estaría lo suficientemente diluida como para representar un aporte y no un problema para los cultivos (considerando un umbral de CE de 4dS m^{-1}). No obstante, en la medida en que la napa cercana sea consumida en los procesos de evapotranspiración, y/o eventualmente evaporación directa, las sales diluidas se irán concentrando progresivamente en estratos más superficiales del suelo, afectando la productividad de los cultivos.

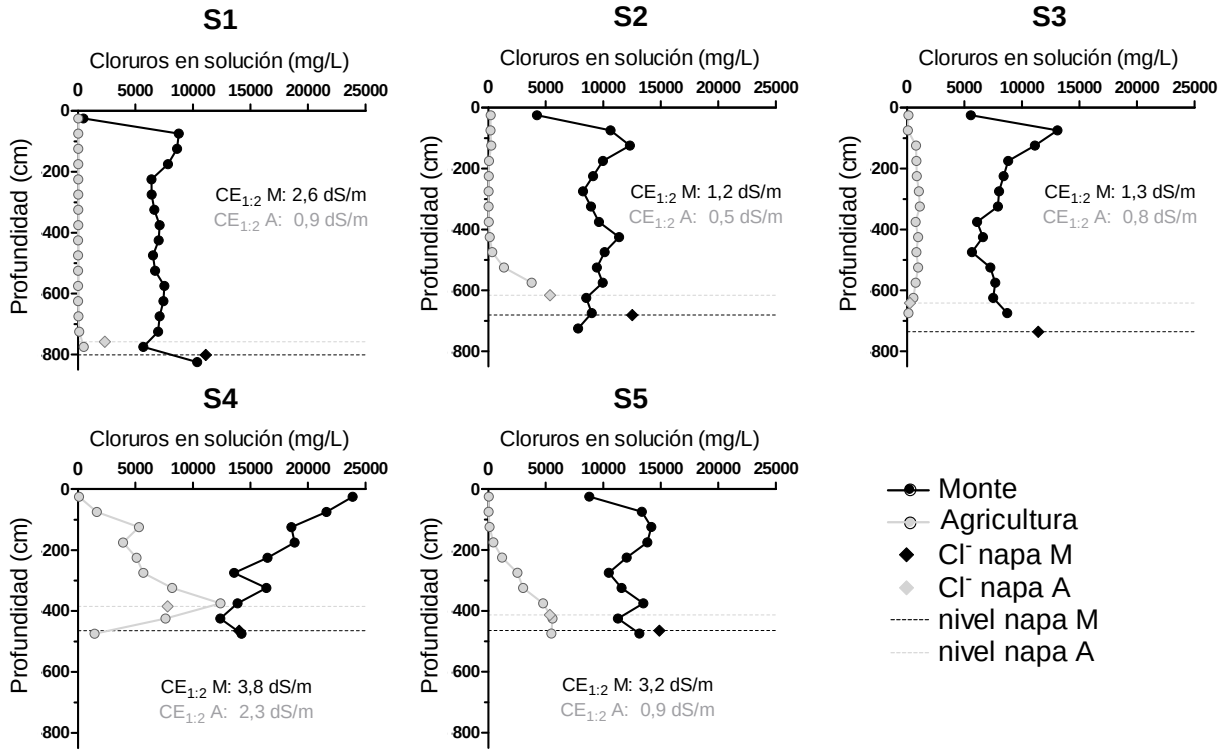


Figura 1: Concentración de cloruros (ppm de la solución del suelo) en el perfil del suelo en cinco pares de lotes agricultura (líneas y símbolos negros) – monte (líneas y símbolos grises. La línea punteada paralela al eje X indica la profundidad de la napa freática en ambas coberturas y los rombos ubicados sobre las mismas la concentración de cloruros medida en la napa.Se indica, además, la conductividad eléctrica ($CE_{1:2}$) promedio del perfil del suelo bajo las dos coberturas medida desde 50cm hasta la napa freática.

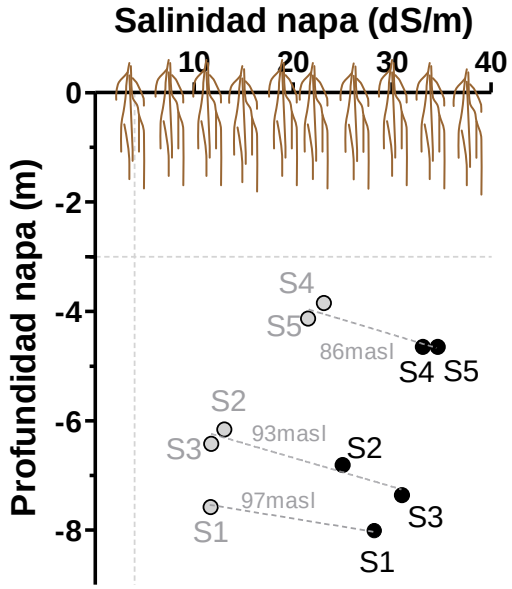


Figura 2: Profundidad y salinidad de la napa freática bajo monte (símbolos negros) y agricultura (símbolos grises) en 5 sitios de estudio (**S1** a **S5**). Las líneas segmentadas indican la tendencia que seguirían estas variables tras el cambio de uso de monte (condición prístina) a cultivo (cond. transformada), agrupadas según su altitud (msnm). La línea punteada paralela al eje X indica la profundidad por sobre la cual la napafreática empieza a tener una influencia creciente sobre los cultivos. La línea punteada paralela al eje Y indica el umbral de salinidad a partir del cual el la productividad de la mayoría de los cultivos de granos se ve afectada.

Las tendencias de la Fig.2 sugieren que el proceso de ascenso de la napa freática es relativamente lento, ya que luego de 40 años de desmonte las diferencias de nivel entre coberturas son de tan sólo 70cm, por lo que el riesgo de salinización secundaria todavía sería lejano. Sin embargo, las mediciones de nivel continuas realizadas en **S6** durante las siguientes campañas, plantean un panorama completamente diferente. Durante la campaña 2013/14, en la que llovieron 914mm, la napa bajo agricultura mantuvo su nivel y sólo se registró un leve ascenso de 40cm, hacia el final de la estación de lluvias. Al año siguiente, a mediados de la estación lluviosa, el mismo lote registró un ascenso abrupto que elevó la napa desde 5,5 a 2,5m de profundidad en sólo 10 días. El nivel freático alcanzó la zona de influencia de las raíces del cultivo de maíz que crecía en ese lote, el cual sólo pudo deprimir la napa hasta los 3m de profundidad hacia el final del período analizado. El correspondiente par de monte presentó una dinámica muy diferente: por un lado, no registró aumentos abruptos de nivel como los de la agricultura, por el otro, registró descensos de nivel durante los períodos secos que indican que la vegetación nativa es capaz de deprimir el nivel freático hasta los 8m, aún con napa de alta salinidad (CE de la napa: 31,6 dS m^{-1}). Los pequeños ascensos freáticos registrados bajo monte coinciden con eventos de precipitación lo que sugiere una suspensión temporal del consumo del agua de napa para consumir el agua de lluvia almacenada recientemente en el suelo (más accesible y de menor salinidad). Por su parte, el lote de pasturapresentó poca variación en el nivel, y sólo un gradual ascenso hacia el final de la estación. Los perfiles de cloruros registrados en el último muestreo (Julio 2015) en el lote de pastura sugieren que este ascenso no sería producto de una recarga freática directa, sino de la presión hidráulica generada por lotes circundantes de mayor recarga. Procesos similares explicarían el gradual ascenso freático registrado bajo el monte.

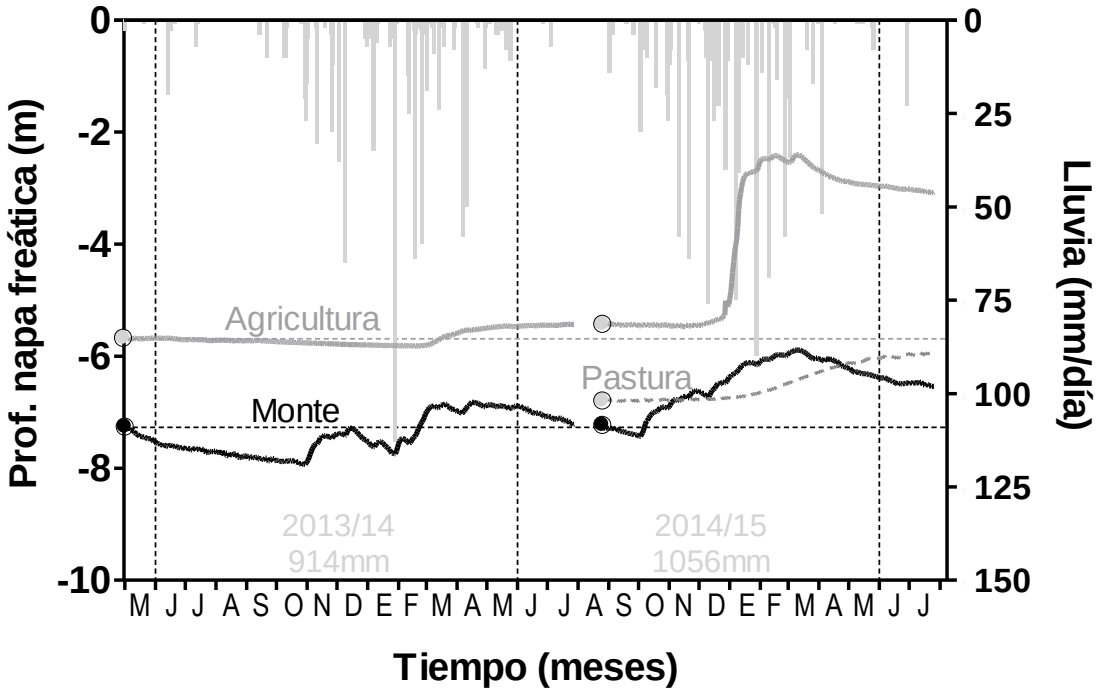


Figura 3: Dinámica del nivel freático bajo tres coberturas, monte (línea y símbolos negros), agricultura (línea y símbolos grises) y pastura (línea segmentada), durante dos campañas consecutivas (2013/14 y 2014/15). Las barras verticales indican los registros de precipitación diaria durante el período analizado. La precipitación acumulada en cada campaña se presenta en la parte inferior del gráfico.

Cabe destacar que durante la campaña 2014/15, en la cual ocurrió el ascenso freático de 3m de la Fig. 3, se registró en la zona una importante inundación por efecto del ascenso del nivel freático que afectó a lotes agrícolas que nunca antes habían estado anegados y que en muchos casos se prolongó por varios meses impidiendo las labores de preparación de lote, siembra y/o cosecha de los cultivos. De hecho, mediciones continuas indican la napa freática en **S5** alcanzó la superficie del suelo en más de una oportunidad (datos no mostrados). Más recientemente, en la campaña 2016/17 la inundación volvió a repetirse, aunque en menor medida. El hecho de que las precipitaciones registradas en estas campañas no sean excesivamente mayores que la media histórica, sugiere que el cambio en la vegetación estaría jugando un papel determinante en el nuevo balance hidrológico. Lamentablemente, los niveles freáticos actuales (en diciembre de 2016 se midió *in situ* una profundidad de napa entre 60 y 120cm en varios lotes agrícolas) y la escasa superficie con remanentes del monte nativo capaces de consumir y deprimir la napa freática a profundidades considerables, sugieren que las inundaciones van a ser un fenómeno recurrente en la zona, excepto quizás en años secos. Sin embargo, es en los años secos, en los cuales los procesos de evaporación y concentración de sales se verán favorecidos y en los cuales sería esperable que los síntomas de salinización secundaria comiencen a hacerse más evidentes.

CONCLUSION:

El área de influencia de Bandera presenta un alto riesgo de desarrollar salinización secundaria. Por un lado, presenta condiciones naturales predisponentes como una alta carga de sales en el perfil del suelo, una napa freática salina relativamente cercana a la superficie y un relieve extremadamente plano que dificulta la evacuación de las sales del sistema. Por el otro, el desmonte para establecer cultivos y pasturas condujo a un aumento generalizado del drenaje y la recarga freática, elevando el nivel freático hasta cerca de la superficie del suelo. Hasta el momento este proceso se ha manifestadocomo anegamientos e inundaciones temporarias que dificultan las labores de siembra y cosecha y reducen el rendimiento y el área sembrada con cultivos, mientras que el proceso de salinización permanece inadvertido. No obstante, en la medida en que la evaporación de las napas cercanas vaya cobrando relevancia los síntomas de salinización superficial deberían ser cada vez más evidentes.

BIBLIOGRAFIA:

Amdan M, R Aragón, E Jobbágy, J Volante, & J Paruelo. 2013. Onset of deep drainage and salt mobilization following forest clearing and cultivation in the Chaco plains (Argentina). Water Resources Research 49:6601-6612.

Giménez R, JL Mercau, M Nosetto, R Páez, & E Jobbágy. 2016. The ecohydrological imprint of deforestation in the semiarid Chaco: Insights from the last forest remnants of a highly cultivated landscape. Hydrological Processes 30:2603–2616.

Jobbágy EG, MD Nosetto, CS Santoni, & G Baldi. 2008. El desafío ecohidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la llanura Chaco-Pampeana. Ecología austral 18:305-322.

Marchesini, V A, R Gimenez, MD Nosetto, & EG Jobbagy. 2016. Ecohydrological transformation in the Dry Chaco and the risk of dryland salinity: Following Australia's footsteps? Ecohydrology.

NLWRA. 2001. Australian dryland salinity assessment 2000: extent, impacts, processes, monitoring and management options.

Tolmie P, D Silburn, & A Briggs. 2003. Estimating deep drainage in the Queensland Murray-Darling Basin using soil chloride. Department of Natural Resources and Mines.

Vallejos M, JN Volante, MJ Mosciaro, LM Vale, ML Bustamante, & JM Paruelo. 2014. Dynamics of the natural cover transformation in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geo-database from 1976 to 2012. Journal of Arid Environments.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

RIQUEZA VEGETAL DEL BAJO LA SALADA, VILLA MERCEDES (S. L.) ARGENTINA. RECONOCIMIENTO MEDIANTE CLAVE DE FAMILIAS

Scappini, E.G.[1], C. Aostri [2], O. A. Barbosa[3], S. E. Mercado [2].

[1] Profesor Asociado, 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).
- elenagloria10@gmail.com
[2] Integrantes PROICO 14-0916, FICA, Universidad Nacional de San Luis.
[3] Integrante PROICO 14-0116, FICA, Universidad Nacional de San Luis.

RESUMEN: El número de especies en una comunidad puede servir como medida de la diversidad de esa comunidad, a esa medida de la diversidad la llamamos riqueza y se puede utilizar a todo nivel de la jerarquía biológica, desde genes hasta ecosistema pero su uso más común está a nivel de especie. Las plantas halófitas crecen en suelos fisiológicamente secos por una dosis excesiva de sales. Varios autores trabajaron en biodiversidad vegetal en los distintos ambientes halófitos de San Luis. Estos estudios se realizaron con el objetivo de actualizar el estado de la vegetación del Bajo La Salada y de proveer una clave de familias que facilite su reconocimiento. El lugar de estudio se localiza aproximadamente entre los 33º 01´ y 33º 40´ de latitud sur y entre 65º 20´ y 65º 39´ de longitud oeste. Este sector está comprendido en la provincia del espinal, correspondiente a los territorios fitogeográficos de la República Argentina, donde dominan especies del género *Prosopis* y en la formación vegetal correspondiente a bosque de caldén (*Prosopis caldenia*)- en la provincia de San Luis. La riqueza del Bajo La Salada está integrada por 69 especies que se agrupan en 54 géneros correspondientes a 21 familias. Las familias más representadas son *Asteraceae* y *Poaceae* con 12 especies cada una. Con los datos anteriores (y con la finalidad de facilitar el reconocimiento de las entidades) se elaboró una clave de las familias presentes y un listado de las especies que componen cada una de ellas. La biodiversidad vegetal presente en el bajo la salada es importante con respecto a los datos conocidos, hasta el momento, para el resto de la provincia. Estos datos proporcionan herramientas útiles para la conservación de la riqueza del lugar.

PALABRAS CLAVE: biodiversidad vegetal, plantas halófitas.

INTRODUCCIÓN:

"Cómo medir la biodiversidad -es un problema que no es fácil de resolver, la medida más sencilla es un recuento del número de entidades que componen el sistema. Por ejemplo el número de especies en una comunidad puede servir como medida de la diversidad de esa comunidad, a esa medida la llamamos riqueza y se puede utilizar a todo nivel de la jerarquía biológica, desde genes hasta ecosistema pero su uso más común está a nivel de especie". Solbrig (1993).

Las plantas halófitas crecen en suelos fisiológicamente secos por una dosis excesiva de sales (Font Quer, 1977). El mayor número de especies halófitas se encuentra en la familia *Chenopodiaceae*; donde más de la mitad de sus 550 especies son consideradas como tales. En forma más específica y a nivel provincial la vegetación fue estudiada por pocos autores, entre ellos Gez (1937) quien describió las especies más representativas para cada ambiente

en que dividió la provincia. En 1963 Roig presentó un bosquejo fitogeográfico de las provincias de Cuyo, con descripciones sobre la estructura de la vegetación y las especies más características de cada una de ellas. Anderson *et al.* (1970) en un trabajo sobre las formaciones vegetales de San Luis, de acuerdo a un criterio fisonómico-florístico, presentaron un mapa de las áreas salinas y las listas florísticas con las especies típicas de dichos ambientes. Scappini *et al.* (2004) determinaron, en un sector vecino ubicado al norte de Villa Mercedes, la biodiversidad de la flora vascular por medio de listas de especies presentes, habiendo encontrado, en esa instancia, 32 especies agrupadas en 30 géneros correspondientes a 15 familias. Las familias más representadas fueron *Chenopodiaceae* con 7 especies y *Asteraceae* con 6. Carosio *et al.* (2009) encontraron 13 especies en las Salinas del Bebedero (S.L), correspondientes a 11 géneros y 8 familias de plantas vasculares. La familia más representada es *Chenopodiaceae*, seguida de *Fabaceae* y *Solanaceae*. En la provincia de San Luis los ambientes halófitos se encuentran ubicados en áreas de gran actividad humana, lo que causa la modificación de la flora del lugar. Estos estudios se realizaron con el objetivo de actualizar el estado de la vegetación del Bajo La Salada y de proveer una clave de familias y un listado de especies de las familias encontradas, que faciliten su reconocimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Se trabajó con material vegetal de recolección propia. Se revisaron los ejemplares existentes en los herbarios de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (VMA) y del INTA San Luis (VMSL). Se determinaron los ejemplares y documentaron en el herbario (VMA) del Departamento de Ciencias Agropecuarias (FICA). Los nombres científicos se actualizaron por consultas On-line a Zuloaga *et al*. "Flora del Cono sur. Catálogo de plantas vasculares."

Localización del área de estudio

El departamento General Pedernera se ubica en el centro este de la provincia de San Luis, cubriendo una superficie de aproximadamente 15.057 km^2. El lugar de estudio se localiza aproximadamente entre los 33º 01´ y 33º 40´ de latitud sur y entre 65º 20´ y 65º 39´ de longitud oeste. Su cabecera es la localidad de Villa Mercedes y sus rutas principales son: la nacional 7 que atraviesa el departamento con una dirección sudeste-noroeste, la nacional 8 que tiene una dirección noreste terminando en esta localidad, y la ex ruta nacional 148, hoy AU 55, que atraviesa el sector con dirección norte-sur. El área de estudio se encuentra al N de Villa Mercedes (**Fig.1**)

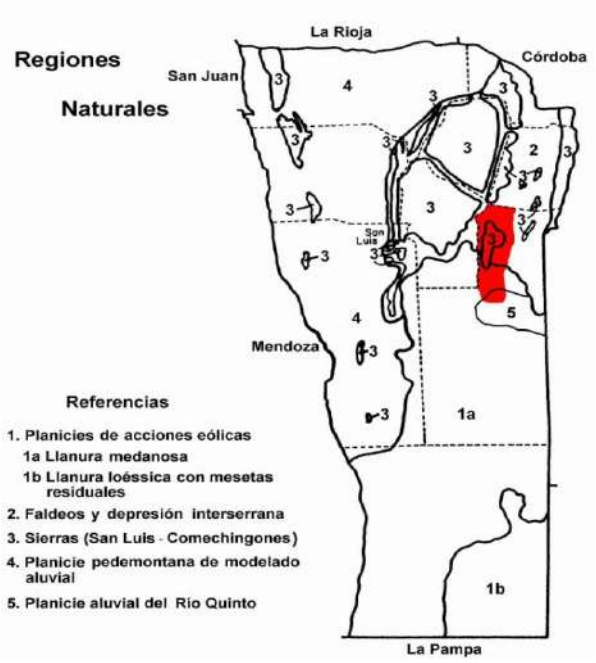


Fig. 1 Regiones naturales y zona de estudio (modificado de Peña Zubiate, 2005).

Según Cabrera (1976) este sector está comprendido en la provincia del espinal, donde dominan especies del género *Prosopis*. De acuerdo a Anderson *et al.* (1970) en su descripción de las formaciones vegetales, utilizando un criterio fisonómico-florístico, el departamento Pedernera comprende áreas de las siguientes zonas: 1: área medanosa con pastizales e isletas de chañar, 2: bosque de caldén, 4: bosque de quebracho blanco y algarrobo, 5: pastizales y bosques serranos y 7: ecotono bosque de caldén – bosque de quebracho blanco y algarrobo.

RESULTADOS Y DISCUSION:

El área de estudio se encuentra en la formación vegetal correspondiente al Bosque de Caldén (*Prosopis caldenia*) (Anderson, 1970) y en la Provincia del Espinal, correspondiente a los territorios fitogeográficos de la República Argentina (Cabrera, 1971). El sector estudiado tiene precipitaciones de aproximadamente 650 mm anuales com una temperatura media anual de 16 ºC.

La riqueza del Bajo La Salada está integrada por 69 especies que se agrupan en 54 géneros correspondientes a 21 familias. Las familias más representadas son *Asteraceae* y *Poaceae* con 12 especies cada una.

Con los datos anteriores (y con la finalidad de facilitar el reconocimiento de las entidades) se elaboró una clave de las familias presentes y un listado de las especies que componen cada una de ellas.

Acordamos con Solbrig (1993) que expresa: “Cómo medir la biodiversidad- es un problema que no es fácil de resolver, la medida más sencilla es un recuento del número de entidades que componen el sistema. Por ejemplo el número de especies en una comunidad puede servir como medida de la diversidad de esa comunidad, a esa medida de la diversidad la llamamos riqueza y se puede utilizar a todo nivel de la jerarquía biológica, desde genes hasta ecosistema pero su uso más común está a nivel de especie”.

Con respecto a Scappini *et al.* (2004) encontramos que el reconocimiento de la riqueza para el mismo sitio se incrementó de 35 a 68 especies, los géneros aumentaron de 30 a 54 y las familias de 15 a 21. Las familias *Chenopodiaceae* y *Asteraceae* mantuvieron porcentajes semejantes de biodiversidad.

Comparando con Carosio *et al.* (2009) para Salinas del Bebedero (S.L), se han encontrado solamente 2 especies en común (*Suaeda divaricata* y *Atriplex lampa*).

Clave de familias

Clase 1: Monocotyledoneae

A- Plantas acuáticas o terrestres con tallos y hojas bien diferenciados. Flores desnudas o con perigonio verdoso formado por 6 piezas protegidas por brácteas especializadas, herbáceas, papiráceas o coriáceas.

B- Fruto cariopse.

Poaceae

Cortaderia selloana
Cynodon dactylon
Distichlis scoparia
Distichlis spicata
Jarava ichu
Muhlenbergia asperifolia
Pappophorum caespitosum
Setaria leucopila

Setaria parviflora
Sporobolus phleoides
Sporobolus pyramidatus
Thinopyrum ponticum

BB- Fruto cápsula.

Juncaceae

Juncus acutus

Clase 2: Dicotyledoneae

Grupo B (Flores con cáliz o con perigonio verdoso calicoide).

A- Ovario ínfero o semiínfero.

Cervantesiaceae

Jodina rhombilifolia

Aizoaceae

Sesuvium portulacastrum

AA- Ovario súpero.

B- Hojas con ocrea.

Polygonaceae

Polygonum aviculare

BB- Hojas sin ocrea.

Chenopodiaceae

Atriplex lampa
Atriplex undulata
Bassia scoparia
Chenopodium album
Chenopodium dessicatum
Chenopodium macrospermum
Heterostachys ritteriana
Salsola kali
Sarcocornia neei
Suaeda divaricata

Grupo C

A- Gineceo dialicarpelar formado por dos o más pistilos separados.

Ranunculaceae

Clematis montevidensis

AA- Gineceo formado por un solo pistilo constituido por dos o más carpelos soldados entre sí.

B- Flores zigomorfas.

Fabaceae

Geofroea decorticans
Melilotus albus
M. officinalis

BB- Flores actinomorfas.

C-Estambres numerosos, monadelfos, formando un tubo a través del cual pasa el estilo.

Malvaceae

Sphaeralcea bonariensis
Malvella leprosa

Lecanophora heterophylla

CC- Estambres pocos o muchos, libres o unidos, pero no como en C.
D-Árboles o arbustos.

Rhamnaceae

Condalia microphylla

DD- hierbas, sufrútices o plantas volubles.
E-Flores con perigonio corolino.
F-Hojas con ócrea.

Polygonaceae

Polygonum aviculare

FF- Hojas sin ócrea, flores solitarias grandes, corola ausente plantas carnosas.

Aizoaceae

Sesuvium portulacastrum

EE- Flores con cáliz y corola, plantas no volubles.
F-Estambres tetradínamos, pétalos 4, fruto silicua o silícula.

Brassicaceae

Hirschfeldia incana
Lepidium bonariense
Lepidium didymium
Sisymbrium irio

FF- Estambres no tetradínamos, fruto no silicua ni silícula.
G- Estípulas escariosas, flores amarillas.

Portulacaceae

Portulaca oleracea

GG- Flores rosadas o blancas.

Frankeniaceae

Frankenia pulverulenta

Grupo E

Ovario ínfero

Asteraceae

Anthemis cotula
Baccharis aliena
Baccharis spartioides
Baccharis tenella
Conyza bonariensis
Flaveria bidentis
Gaillardia megapotamica
Gamochaeta sp.
Heterotheca subaxilaris
Hipochaeris chondrilloides
Senecio subulatus
Verbesina encelioides

CONCLUSIONES:

La biodiversidad vegetal presente en el Bajo La Salada es importante con respecto a los datos conocidos, hasta el momento, para el resto de la provincia. Estos estudios proporcionan herramientas útiles para la conservación de la riqueza del lugar.

BIBLIOGRAFIA:

Anderson DL, JA Del Aguila & AE Bernardón. 1970, "Las formaciones Vegetales de la Provincia de San Luis", Revista Investigaciones Agrícolas. Serie 2. Vol. VII Nro. 3.

Cabrera AL. 1971. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería Tomo II, Fascículo 1, Segunda Edición. Ed. ACME S.A. Buenos Aires, Argentina, 85 p.

Carosio, MC, MJ Junqueras, A Andersen, SM Abad. 2009. Árboles y arbustos nativos de la provincia de San Luis. San Luis libro. 137p.

Font Quer P. 1977 Diccionario de Botánica. Ed. Labor. Buenos Aires.

Gez JW. 1939 (reeditado 1997). Geografía de la provincia de San Luis. Academia Nacional de Geografía. Jacobo Peuser Ltda. S.A. (Ed), Tomo 3. Buenos Aires.

Peña Zubiate CA, DL Anderson, MA Demmi, JL Saenz, & A D´Hiriart. 1998. Carta de suelos y vegetación de la provincia de San Luis. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, INTA y Gobierno de la provincia de San Luis. 115 p.

Roig FA. 1963. Bosquejo fitogeográfico de las provincias de Cuyo. IDIA. 188:74-86.

Scappini EG, SI Marquez. & OA Barbosa. 2004. Biodiversidad de la flora vascular en el "Bajo La Salada" (San Luis, Argentina). Actas II Reunión Binacional de Ecología, XI Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile y XXI Reunión Argentina de Ecología. 31 de octubre al 5 de noviembre. Mendoza, Argentina.

Solbrig O. 1993. Introducción al estudio de diversidad biológica. Curso Taller:
Biodiversidad: relevancia ecológica y productiva para el manejo sustentable de los recursos naturales renovables. Cortaderas, San Luis.

Zuloaga, F. O. y O. Morrone 2017. Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. [Acc. 15/05/2017] actualizado a mayo 2017 y continua.
http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE LOS AMBIENTES EDÁFICOS DE LOMA A BAJO SALINO EN SUELOS DEL SURESTE DE CÓRDOBA

Vanier, M.V.N.[1], R.V. Comese[1], M.G. Bonasora[2], V.C. Rosso[2], A.J. Tarditti[1], O.S. Heredia[1]

[1]Cátedra de Edafología, FAUBA. Dpto. Recursos Naturales y Ambiente, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, Avenida San Martín 4453, 1417 Ciudad Autónoma Buenos Aires
vanier@agro.uba.ar
[2]Cátedra de Botánica Sistemática, FAUBA. Dpto. Recursos Naturales y Ambiente, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, Avenida San Martín 4453, 1417 Ciudad Autónoma Buenos Aires

RESUMEN: Se realizó una caracterización de la relación relieve-suelo-vegetación-napa freática en un establecimiento agrícola del sur de la provincia de Córdoba, en sectores altos del relieve con agricultura extensiva, y zonas bajas halo-hidromórficas. Para ello se realizó una transecta atravesando la loma, media loma y bajo identificando tipo de suelo, profundidad de la napa y vegetación. Tanto en la loma como en la media loma los suelos son Haplustoles sin síntomas de halomorfismo y se encontraban cultivados con Soja (*Glycine max* L.). En la loma con una napa a 2,20 m de profundidad, se observó la presencia de: *Eleusine indica* L. ("gramillón"*), Amaranthus hybridus* L. ("amaranto"), *Solanum pygmaeum* Cav.; en la media loma, con una napa a 1,70 m: *Eriochloa acuminata* (J. Presl) Kunth*, Bassia scoparia* L. ("morenita"), *Artemisia verlotorum* Lam. ("artemisia"). El bajo se subdividió en tres sub-ambientes dominados todos por suelos halo-hidromórficos y especies halófitas bioindicadoras de las condiciones edáficas: B-gramón (B-G), B-pelo de chancho (B-Ch) y bajo-salitre (B-S). En el B-G se encontró una única especie *Cynodon dactylon* (L.) Pers. ("gramón"), con la napa salina a 0,8 m de profundidad. En el B-Ch se halló *Distichlis spicata* L. ("pelo de chancho"), con la napa salina a 0,6 m de profundidad, y "morenita" en el límite con el salitre. En el B-S con napa salina a 0,4 m*: Sarcocornia ambigua* ("jume") y *Spergula* sp. (*Caryophyllaceae*), definiéndose también una isla con mayor diversidad de especies: gramón, morenita, pasto niño (*Sporobolus pyramidatus* L.)*, junco blanco* (*Baccharis juncea* (Lehm.) Desf.) y *Baccharis pulchella* Sch. Bip. ex Griseb. Resulta importante conocer la composición florística dominante a fin de desarrollar estrategias de conservación, y a través de su mejoramiento posibilitar el uso productivo del ambiente.

PALABRAS CLAVE: suelos halo-hidromórficos, napa freática, vegetación bioindicadora

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CALIBRACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA MAÍZ EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA SANLUISEÑA CON RIESGO DE SALINIZACIÓN.

Garbero M.M.[1], M. Lucero Blangetti[2], M.M. Hellmers[1]

[1] Cátedra de Hidrología Agrícola, Departamento de Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis. 5730, Villa Mercedes (SL) – PROICO 140414. mmgarbero@unsl.edu.ar
[2] Alumno de la Especialización en Producción de Cultivos Extensivos, UNC.

RESUMEN: La provincia de San Luis ha incrementado la superficie bajo riego en los últimos años, principalmente por la incorporación de equipos tipo pívot central. Los modelos de simulación de riego apuntan a lograr viabilidad medioambiental y económica. Entre los numerosos modelos disponibles el Modelo de Optimización Económica del Agua de Riego (MOPECO) identifica niveles de estrés posibles de aplicar en términos de evapotranspiración actual/evapotranspiración potencial del cultivo (ETa/Etm) y genera la función de producción: Rendimiento vs. Agua neta total. Este modelo fue desarrollado en la región semiárida de Castilla-La Mancha (España) y actualmente se está evaluando el desempeño de las ecuaciones en función de una amplia base de datos a campo que incluye fechas de siembra, agua útil, fenología de cultivares, cantidad de agua aplicada y rendimientos reales en lotes de maíz en siembra directa con riego con pívot central de las campañas agrícolas 2009/10 a 2014/15 y datos agrometeorológicos obtenidos in situ, con el objeto de calibrar y validar el modelo para la región semiárida de San Luis. Las aguas de riego contienen siempre sales en solución en variables cantidades y composiciones, por lo que la introducción de riego en zonas semiáridas puede conducir a la salinización del suelo cuando no existan o no se provean las condiciones adecuadas de drenaje. El uso de modelos que no consideran la salinidad puede sobrestimar el rendimiento e inducir a un uso erróneo del agua de riego. MOPECO presenta un módulo específico de salinidad diseñado para ayudar a los agricultores a determinar si la estrategia de riego elegida es sostenible en términos de manejo del suelo. Se ha avanzado en el ajuste del coeficiente de cultivo (Kc) y del factor de sensibilidad al estrés hídrico (Ky) y se espera que pueda lograrse la calibración dado que la base de datos disponible es lo suficientemente amplia.

PALABRAS CLAVE: MOPECO, rendimiento, *Zea mays*

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

MATERIA ORGANICA PARTICULADA EN BOSQUE NATIVO, FRANJAS DE BOSQUE Y FRANJAS DESMONTADAS EN LA REGION DEL CALDENAL DE LA CUENCA DEL MORRO (SAN LUIS, ARGENTINA)

Ruiz O.M.[1], H.R Luna [2], F. L Consigli Robles [3], O. A Barbosa[3], E. G Gabutti [4].

[1] Profesor Adjunto, 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) – maityruiz@hotmail.com
[2] Secretaria de Agricultura Familiar de La Nación
[3] Integrante PROICO 14-0116, FICA, UNSL
[4] Integrante PROICO 14-0816, FICA, UNSL

RESUMEN: La provincia de San Luis se ubica en la región templada semiárida, donde en los últimos años se ha producido un aumento de las precipitaciones anuales, lo que ha provocado el avance de la agricultura sobre suelos de alta erodabilidad y escaso desarrollo, provocando efectos negativos sobre el mismo. El objetivo fue evaluar el desmonte en franjas y la agricultura en la Región del Caldenal a través del estudio de la materia orgánica particulada en 2 establecimientos ubicados en la Cuenca del Morro. Se tomaron 5 muestras de suelo de los primeros 10 cm en bosque (BN), franjas de bosque (FB) y franjas desmontadas (FD) y se cuantificaron mediante el método de combustión húmeda en la masa de suelo total pasada por tamiz de 1 y 2 mm. Los datos obtenidos se analizaron utilizando el programa SIGMA PLOT versión 10.0. En ambos establecimientos se presentaron diferencias a favor de BN, con mayor disminución del contenido en FD. Para Materia Orgánica 2 mm la disminución fue de 36,5% de BN a FB y de 57,3% a FD y para Materia Orgánica 1 mm fue de 13,7 % y de 34,9%, respectivamente, lo que determina la degradación de los suelos en áreas agrícolas del Caldenal en la Cuenca del Morro como resultado de cambios en el uso del suelo.

PALABRAS CLAVE: Agricultura - Degradación de suelos - Materia Orgánica Particulada

INTRODUCCION

La provincia de San Luis se ubica en la región templada semiárida-árida donde en las últimas dos décadas se ha observado un aumento de los promedios anuales de precipitaciones (Casagrande y Vergara, 1996). Si bien todavía no hay una tendencia fija en este aumento, la principal consecuencia de mayores precipitaciones ha sido el avance de la agriculturizacion hacia zonas semiáridas, sobre suelos de alta erodabilidad y escaso desarrollo (Barbosa, 2005; Barbosa *et al*., 2008) impactando en las características físico-química de los suelos (Paruelo *et al*., 2006). El cambio de uso del suelo por cubierta vegetales que hacen un consumo menos exhaustivo del agua que la vegetación natural combinado con periodos lluviosos extensos han contribuido al ascenso generalizado de los niveles freáticos en la región (Nosetto *et al.,* 2015). Otro factor concurrente fue la gran difusión del cultivo de la soja en la región, la que afecta negativamente a la estructura de los suelos (Sanford, 1982). Ello se relaciona con disminuciones de la estabilidad durante el barbecho, período en que el suelo permanece desprovisto de vegetación (Alberts y Wendt, 1985). Por otra parte, luego de ser cosechada deja al suelo más suelto y, por lo tanto, más susceptible a sufrir procesos de erosión hídrica y eólica (Bathke y Blake, 1984).

El Caldenal de San Luis ocupa la planicie loessica con mesetas aluviales, los suelos están determinados por condiciones climáticas de semiaridez en un régimen de humedad variable tipo ústico (humedad restringida en una parte del año). En general son suelos poco evolucionados, con escasa diferenciación de horizontes, muy drenados, con baja capacidad de retención de agua y con un contenido de materia orgánica (MO) bajo a mediano (1,5 a 3%), clasificados principalmente como: Molisoles (Haplustoles) y Entisoles (Ustortentes) (Cano, 1980; Peña Zubiate *et al.*, 1998; Cisneros *et al.*, 2002; Barbosa, 2005).
Las características intrínsecas de estos suelos determinan que el cambio de uso genere efectos negativos sobre el mismo. Según Cortes y Aguilera (2003) la incorporación de tierras prístinas al cultivo provoca en dos o tres años el decaimiento abrupto de los niveles de MO, debido al aumento de la velocidad de descomposición ante el disturbio producido por la labranza. Según Aguilera *et al* (1999), en el bosque de caldén existe un 2,4 % de MO (promedio entre abras y bajo canopeo de caldén) mientras que en zonas agrícolas en el sur de San Luis el contenido es de 0,69 %, mientras que Orquín *et al.,* (1987) encontraron altas variaciones en el contenido de MO bajo cobertura de copa, en abras y en zona agrícola.
El cambio de uso del suelo suele ir asociado a procesos de fragmentación del bosque (por ejemplo el desmonte en franjas) que también afecta las características del suelo, siendo la MO un indicador por excelencia de la calidad de este recurso. Los cambios de corto plazo (1-5 años) inducidos por las prácticas de manejo, son difíciles de detectar debido a la gran cantidad de MO relativamente estable (Gregorich *et al*., 1994), pero aquellas fracciones de naturaleza más dinámica, pueden reflejar rápidamente los cambios en la provisión de carbono y/o condiciones que afectan la mineralización. Estas fracciones, tales como el C de la biomasa microbiana y el carbono orgánico lábil ó particulado (COP), han sido propuestas como indicadores sensibles y precoces del efecto de los sistemas de producción sobre la calidad de la MO del suelo (Gregorich *et al*., 1994; Haynes y Beare, 1996; Haynes, 1999); de esta manera la materia orgánica particulada (MOP) es una fracción lábil, constituida por restos vegetales y animales y hongos en distintos grados de descomposición y un tamaño de partícula de entre 50 µm y 2000 µm, capaz de ser separada por tamizado (Cambardella y Elliot, 1992). El conocimiento de la variación de la MOP podría contribuir al diagnóstico y a la toma de decisiones respecto a las prácticas a implementar para el logro de un uso sustentable.
La zona de estudio corresponde a la Cuenca "El Morro" (San Luis, Argentina) donde se ha producido la aparición de nuevos cursos de agua que están generando una serie de impactos negativos en la región y presentan serias amenazas a futuro, lo que plantea la urgente necesidad de un mejor conocimiento de estos procesos a fin de minimizar los daños. La causa principal de este proceso es un cambio en el balance hídrico, en el cual los nuevos excesos hídricos serían producto de un aumento en las precipitaciones y una disminución de las pérdidas por evapotranspiración, producto de los cambios de cobertura vegetal en la cuenca (desmontes). Los cañadones que se abrieron con los nuevos cauces no desaparecerán y la estimación es que seguirán creciendo. No hay señales de que el proceso vaya a detenerse incluso sin lluvias excepcionales. En sus orígenes, el río Nuevo no llegaba a salir de la cuenca de El Morro, moría sin conectarse con otro curso de agua; hoy ya alcanza el Quinto, que desagua en la llanura pampeana (Comisión Río Nuevo, 2015).
Por lo tanto el objetivo fue evaluar el efecto del desmonte en franjas en la Región del Caldenal a través del estudio de la materia orgánica particulada. Los lugares de muestreo se realizaron considerando franjas de bosque (FB) y franjas desmontadas (FD) comparando los parámetros con el bosque nativo (BN).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar el impacto del desmonte en franjas sobre la MOP del suelo se trabajó en dos establecimientos en la región del Caldenal: "El Caldén" ubicado a 6 km al norte de Villa Mercedes y en el establecimiento "El Ruiseñor" ubicado a 25 km al sur de Villa Mercedes. Ambos poseen sitios con desmonte agrícola y franjas de bosque con distintas distribuciones espaciales.

Para comparar los sitios BN, FB y FD se tomaron cinco muestras de los primeros 10 cm de suelo en BN, cinco en la parte central de la franja de bosque (FB) y cinco en la parte central de la franja desmontada (FD), para evaluar materia orgánica.
Se determinó el porcentaje de materia orgánica mediante el método de combustión húmeda (Walkley y Black, 1934) en la masa de suelo total pasada por tamiz vibratorio de 1 y 2 mm. Este es el grupo de sustancias de la fracción mineral del suelo que sería alterado por las labranzas y prácticas inadecuadas de manejo o rotaciones (INTA Sáenz Peña, Chaco.2012). Para comparar materia orgánica en BN, FB y FD, se utilizó el programa SIGMA PLOT versión 10.0.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de materia orgánica (tamiz de 1 mm) y materia orgánica (tamiz de 2 mm) en BN, FB y FD de los establecimientos “El Caldén” y “El Ruiseñor” se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Materia orgánica total en tamiz 1 mm y 2 mm (%) en BN, FB y FD en los establecimientos “El Caldén” y “El Ruiseñor”

% de Materia orgánica	Establecimiento “El Caldén”			Establecimiento “El Ruiseñor”		
	BN	**FB**	**FD**	**BN**	**FB**	**FD**
MO (1 mm)	2,12 ± 0,98	1,71 ± 0,42	1,83 ± 0,39	**4,53 ± 1,79***	3,84 ± 2,14	1,56 ± 0,44
MO (2 mm)	**2,90 ± 0,83***	1,92 ± 0,66	2,09 ± 0,52	**7,26 ± 1,65****	4,24 ± 2,18	1,88 ± 0,21

Diferencias significativas: ***: 1%, **: 5%, *: 10%. (Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney)

En el establecimiento “El Caldén”, el análisis estadístico solo mostro diferencias al 10% de significancia para el parámetro materia orgánica 2 mm y en el establecimiento “El Ruiseñor” se observaron diferencias al 10% de significancia para materia orgánica total 1 mm y al 5% de significancia para materia orgánica 2 mm. Todas estas diferencias fueron a favor de BN con respecto a FB y FD.
Estudios realizados en el caldenal mostraron valores promedios de MO superficial (5 cm) de 4,57 % bajo cobertura de copa, 0,95% en abras y 0,62 % en zona agrícola, mostrando la misma tendencia que en este estudio (Orquín *et al.,* 1987). La pérdida del estrato arbóreo, sin un adecuado manejo, ocasiona una mayor insolación, menor aporte de sustratos orgánicos y economía de agua, mayor compactación y por ende, se produce una menor actividad en la vida del suelo con la consecuente disminución de los procesos de ciclado de nutrientes (Bell, 1979).
En la figura 1, se observa claramente la disminución del promedio de MO con respecto al bosque (BN), a la franja de bosque (FB) y franja desmontada (FD) para el tamiz de 2 mm. Sucediendo lo mismo para el tamiz de 1 mm, si bien con una disminución menor de MO para la franja con bosque (FB) y franja desmontada (FD) con respecto a BN.
Los valores más altos determinados en el tamiz de 2 mm con respecto al de 1 mm, se deben a su mayor tamaño de malla que permite el pasaje de mayor cantidad de residuos orgánicos que luego se ve reflejado en la determinación de la misma. De la figura 1 se desprende también la gran dispersión de valores encontrados en el BN disminuyendo este factor hacia la FD.

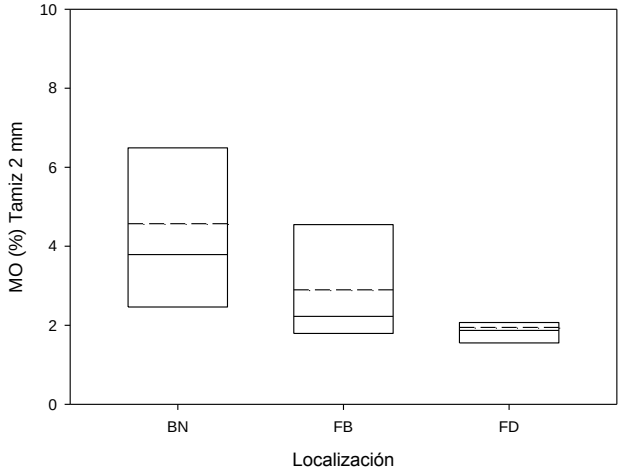


Figura 1: Gráfico de cajas mostrando el contenido de materia orgánica en porcentaje (MO %) del tamiz de 2 mm para BN, FB y FD. La línea continua dentro de las cajas es la mediana y la línea de puntos la media. Las líneas fuera de las cajas indican el 5 y 95 percentil.

La figura 2 muestra la relación existente entre los porcentajes de MO del tamiz de 1 mm con respecto al tamiz de 2 mm, encontrándose un ajuste lineal directo con un r^2 de 0,79 y cuya fórmula se observa más abajo. Se destaca la gran dispersión de los valores del bosque nativo, con respecto a la franja de bosque y a la franja desmontada

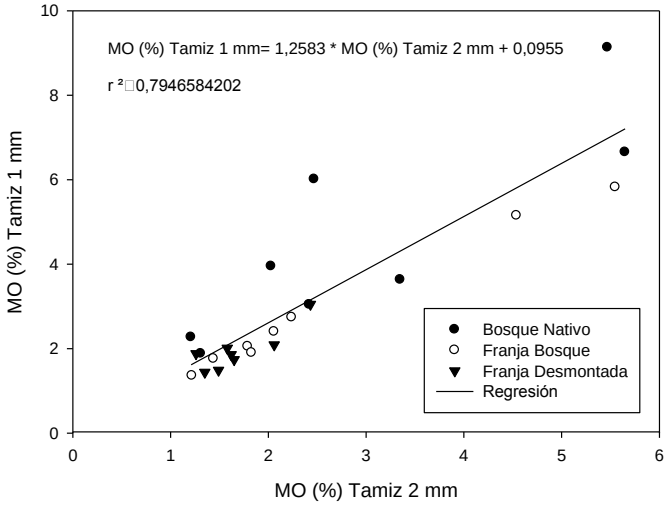


Figura 2: Ratio del contenido de MO (%) del tamiz de 1 mm con el contenido de MO (%) del tamiz de 2 mm, con formula de regresión y r^2.

En la figura 2 se observa claramente la disminución del contenido de MO desencadenando el deterioro de las condiciones físicas del suelo como resultado del uso de la tierra bajo agricultura continua, que determina la disminución de la estabilidad en agua de los agregados (Michelena *et al.,* 1988; Pilatti *et al.,* 1988; Marelli y Lattanzi 1990; Dexter 1991; Senigagliesi y Ferrari 1993). Esta disminución es de 36,5% desde BN a FB y de un 57,3% hacia FD para materia orgánica 2 mm y de 13,7% y 34,9% para materia orgánica 1 mm, respectivamente.

Los resultados obtenidos para MO de este trabajo son coincidentes con Davidson y Ackerman, 1993, quienes demostraron que la agricultura produce generalmente una disminución de los niveles de MO de los suelos, lo que puede impactar negativamente sobre su productividad; igualmente Álvarez, 2001 y Caride *et al.*, 2012, estimaron disminuciones del carbono orgánico del estrato 0-20 cm de los suelos por efecto de la agricultura en

algunas subregiones pampeanas.

CONCLUSIONES

El desmonte en franjas produce efectos negativos sobre los contenidos de materia orgánica del suelo ya que disminuye el contenido de la misma en franjas de bosque (FB) y en forma más acentuada en la franjas desmontadas (FD) en relación al bosque nativo (BN), producto del cambio de uso de la tierra en la Región del Caldenal de la Cuenca “El Morro”, lo que determina la degradación estructural de los suelos del sector.

BIBLIOGRAFIA

Aguilera, M.O., Demaría, M.R., Ávila, A.O. y Steinaker, D.F. 1999. Impacto de la intensificación del uso de la tierra en la diversidad vegetal: un estudio en los pastizales pampeanos semiáridos de San Luis, Argentina. En Matteucci, S.D., Solbrig, O.T. Morello, J. y Halffter, G. (Ed.). Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. Eudeba, Buenos Aires. Pp: 515-528.

Alberts E.E. y R.C. Wendt. 1985. Influence of soybean and corn cropping on soil aggregate size and stability. Soil Sci.Soc. Am. J. 49:1534-1537.

Álvarez, R. 2001. Estimation of carbon losses by cultivation from soils of the Argentine Pampa using the Century model. Soil Use Management 17, 62-66.

Barbosa O. A. 2005. Descripción del ecosistema: el caldenal. En: Caracterización ecológica y utilización sustentable del caldenal de San Luis (Argentina). Barbosa O.A. y M.J.L. Privitello (Editores). 150 pp.

Barbosa O.A., Cantú M. y A. Becker. 2008. Gira edafológica y programa. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 13 al 16 de mayo. Potrero de los Funes (SL), 43 pp.

Bathke G.R. y G.R. Blake. 1984. Effects of soybeans on soil properties related to soil erodibility. Soil Sci. Soc. Am.J. 48: 1398-1401.

Bell, R. 1979. The effect of soil nutriente availability on community structure in african ecosystems. P. J. Huntley y B. J. Walker (ed.). In Ecology of Tropical Savannas. Simposium Kruger National Park. South Africa.

Cambardella, CA & ET Elliot. 1992. Particulate organic matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 777-783.

Cano, E. 1980. Inventario integrado de los recursos naturales de la Provincia de La Pampa. INTA- Ministerio de Economía y Asuntos Agrarios-UNLP. S. As. 493p.

Caride C, Piñeiro G, Paruelo J M. 2012. How does agricultural management modify ecosystem services in the Argentine Pampas? The effects on soil C dynamics. Agric. Ecosys. and Environm. 154, 23-33.

Casagrande G.A. y G.T. Vergara. 1996. Características climáticas de la region. Capítulo 2. Editores: D.E. Buschiazzo, J.L. Panigatti y F.J. Babinec. Labranzas en la región semiárida argentina. 126 pp.

Cisneros, J.M.; Nuñez, C.O.; Cantero, J.J.; Degioanni A.; Plevich, O.; Cabido M.; Petryna, L. y Amuchastegui, A. 2002. Caldenia Cordobesa: Una síntesis florística y ambiental. En: Actas de la 1º Reunión Nacional para la conservación de la Caldenia Argentina. Agencia Córdoba. D.A.C. y T.S.E.M. Dirección de Ambiente, 18-20 pp.

Comisión Río Nuevo. Jobbágy E.G., Nosetto M.D., Bernasconi H.O., Colazo J.C., Galván M.J., Mercau J.L., Sáenz C.A., Colazo E.R., Larrusse C.E., Marchi AA, Barbosa O.A., Giaccardi A., Hellmers M.M., Martínez Álvarez D. 2015. Los nuevos cursos de agua en la cuenca El Morro: Descripción del proceso y pautas para su gestión. 22 p.

Cortes, M.P. y Aguilera, M.O. 2003. Manejo y conservación de tierras semiáridas: materia orgánica y degradación de suelos. En: Aguilera, M.O. y Panigatti, J.L. (Ed.). Con las Metas Claras. Ediciones INTA.

Davidson E A, Ackerman I L. 1993. Changes on soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. Biogeochemistry 20, 161-193.

Dexter, A.R. 1991. Amelioration of soil by natural processes. Soil Tillage Res. 20:87-100.

Gregorich, E.G.; Carter, M.R.; Angers, D.A.; Monreal, C.M. & Ellert, B.H. 1994. Towards a minimun data set to asses soil organic matter quality in agricultural soils. Can. J. Soil Sci. 74: 367-385.
Haynes, R.J. 1999. Labile organic matter fractions and aggregate stability under short-term, grass-based leys. *Soil Biol. Biochem*. (31): 1821-1830.
Haynes, R.J. y Beare, M.H. 1996. Aggregation and organic matter storage in mesothermal, humid soils. (p.: *213-262).* En: Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils. Eds. Carter M.R., Steward, B.A., Advances in Soil Science. CRC Lewis, Boca Raton.
INTA. Sáenz Peña, Chaco. 2012. Materia orgánica en los suelos chaqueños.
Marelli H. y A. Lattanzi. 1990. Sistemas de labranzas conservacionistas y secuencias de cultivo para soja. Actas Jornadas de Actualización de Profesionales en Cultivos de Cosecha Gruesa. 8-15.
Michelena R.O., Irurtia C.B., Pittaluga A., Vavruska F. y M.E. de Sardi. 1988. Degradación de los suelos en el sector norte de la Pampa Ondulada. Ciencia del Suelo. 6:60-66.
Nosetto, M.D.; Jobbagy, E.G.; Bernasconi, H.O.; Colazo, J.C.; Galván, M.J.; Mercau, J.J.; Sáenz, C.A.; Colazo, E.R.; Larrusse, C.E.; Marchi, A.A.; Barbosa, O.A.; Giaccardi, A.; Hellmers, M.M.; Martínez Álvarez, D. 2015. Nuevos cursos de agua en la Cuenca de El Morro: descripción del proceso y pautas para su gestión. Informe Técnico.
Orquín, L.; Peña, C. y Losada, D. 1987. Efectos de la tala y uso agropecuario en un suelo de bosque xerófilo. Ecología Argentina 8: 81-89.
Paruelo J.M., J. Guerschman, G. Piñeiro, E. Jobbágy, S. Verón, G. Baldi y S. Baeza. 2006. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. Agrociencias X (2): 47-61.
Peña Zubiate C., Anderson D., Demmi M., Sáenz J. y D'Hiriart A. 1998. Carta de Suelos y Vegetación de la provincia de San Luis. INTA EEA. San Luis. Gobierno de la provincia de San Luis, San Luis, Argentina, 105 pp.
Pilatti M.A., Orellana J.A., Priano L.J., Felli O.M. y D.A. Grenon. 1988. Incidencia de manejos tradicionales y conservacionistas sobre propiedades físicas, químicas y biológicas de un Argiudol del sur de Santa Fe. Ciencia del Suelo 6: 19-29.
Sanford J.O. 1982. Straw and tillage management practices in soybean-wheat double cropping. Agron. J. 74:1032-1035.
Senigagliesi C. y M. Ferrari. 1993. Soil and crop responses to alternative tillage practices. En: D.R. Buxton, R. Shibles, R.A. Forsberg, B.L. Blad, K.H. Asay, G.M. Paulsen y R.F. Wilson (Eds.). International Crop Science I. Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. 27-35.
Walkley, A. y I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic mather and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ESPECIES INDICADORAS DE SALINIZACION EN EL ALTO VALLE DE RIO NEGRO. ARGENTINA.

Troncoso V.U.[1], R.Gandullo[1], C. Minue[2].

[1] 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
[2] Estudiante de grado de la FACA, UNComahue. Cinco Saltos, RN, Argentina.

RESUMEN: En el Alto Valle de Río Negro, el desarrollo de la producción agrícola depende principalmente del riego. La irrigación de los suelos es por gravedad en la mayoría de los casos. Factores como un manejo de riego inadecuado, condiciones de drenaje deficiente y napa freática alta provocan los procesos de salinización de los suelos. Bajo estas condiciones el crecimiento de los cultivos agrícolas es afectado y la pérdida de calidad del suelo es inminente. En consecuencia, estas áreas se convierten en marginales para la producción, que permiten la colonización de especies adaptadas o tolerantes a distintos grados de salinidad conocidas con el nombre de halófitas. El presente trabajo tiene como objetivo demostrar que las especies halófitas son una herramienta útil como indicadoras del deterioro del suelo por salinidad. Se realizaron un total de 35 relevamientos en diferentes establecimientos “chacras”, aptas para la producción agrícola. Del catálogo florístico preliminar, se detectaron 17 especies halófitas. Cuatro especies son citadas por primera vez para Río Negro: *Parapholis incurva, Sarcocornia perennis, Spergula salina* y *Thinopyrum ponticum*. De acuerdo al grado de halofilia las especies se clasificaron en: halófitas obligadas (59%), halófitas preferenciales (29%) y halófitas de subsistencia (12 %). Las mismas se correlacionaron con los datos de suelo.

PALABRAS CLAVE: halófitas bioindicadoras, suelos salinos, cultivos agrícolas.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

FLUJOS DE ÓXIDO NITROSO EN NATRACUOLES CON DISTINTOS MANEJOS DEL PASTIZAL EN UN SUELO DE CUENCA DEL SALADO

Perez M.G.[1, 2], M. Busto[3], F.A. Gonzalez[1], V.R.N. Cosentino[2], R. Romaniuk[2], A. Costantini[1,2], M. Taboada [2]

[1]Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Cátedra de Edafología. Buenos Aires, Argentina
[2]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Instituto de Suelos, CIRN.
[3]Lic. en Ciencias Ambientales (UBA).

RESUMEN: En la Pampa Deprimida los suelos se caracterizan por ser heterogéneos, con complejos en los que predominan suelos halo-hidromórficos, entre ellos los del Gran Grupo Natracuol. La presencia de sodio en el perfil de estos suelos puede ocasionar problemas de estructura, que afectan la porosidad y el movimiento de agua. En situaciones de exceso hídrico, esto provoca una disminución en la difusión de oxígeno en el suelo, generando condiciones favorables para la desnitrificación, y por consiguiente, la emisión de óxido nitroso, un gas de efecto invernadero con alto potencial de calentamiento global. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de algunas variables que regulan la emisión de óxido nitroso, sobre el flujo diario de este gas en el período invernal en suelos sódicos de pastizales con y sin promoción de *Lotus tenuis* en Chascomús, Provincia de Buenos Aires. Para ello se realizó un muestreo a lo largo de 40 días. En él, se muestrearon flujos de óxido nitroso y algunas de las variables reguladoras de su emisión. Se obtuvieron curvas de emisión de óxido nitroso en función del tiempo. Las emisiones fueron bajas y no se detectaron incrementos en los flujos de óxido nitroso asociados a los eventos de precipitaciones. Se realizó también un análisis de componentes principales que explicó el 50% de la variabilidad de los datos, donde las temperaturas, del aire y de suelo, fueron las variables más explicativas. En conclusión, durante el invierno la emisión de óxido nitroso desde Natracuoles típicos bajo pastizal en la zona fue muy baja y esto parece estar mayormente explicado por las temperaturas (menores a la media durante el período de muestreo), independientemente de las lluvias y de la práctica de promoción de *Lotus tenuis* realizada en el pastizal.

PALABRAS CLAVE: Suelos halomórficos, emisión de gases de efecto invernadero, *Lotus tenuis.*

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

INFLUENCIA DE LA SALINIDAD EDÁFICA EN EL CONTENIDO DE CLORUROS Y POTASIO DE MOSTOS Y VINOS EN LA CUENCA DEL RÍO MENDOZA, ARGENTINA

Vallone R., L. Martinez, G. Olmedo, S. Sari

E.E.A INTA Mendoza, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. vallone.rosana@inta.gob.ar

RESUMEN: En Mendoza gran parte de los viñedos están implantados en zonas de alta peligrosidad salina. En Argentina el límite legal de cloruros en los vinos es de 0,6 g L^{-1} expresado como KCl. La industria sostiene que los vinos provenientes de zonas salinas y altos contenidos de potasio edáfico presentarían mayores contenidos de Cl^- y K^+. Para estudiar estas relaciones se analizaron durante tres temporadas suelos, hojas, mostos y vinos de distintas variedades en áreas salinas de la cuenca del río Mendoza. La concentración de Cl^- de pecíolos en cosecha fue inferior al 1% considerado tóxico. La mayor concentración se encontró en Cabernet Sauvignon y la menor en Bonarda. En mostos y vinos la concentración de Cl^-superó el límite legal en Cabernet Sauvignon, Tempranillo y Pedro Gimenez y fueron no cuestionables en Malbec, Bonarda y Criollas. Shiraz duplicó los Cl^-durante la fermentación hasta 1 g L^{-1}. No hubo relación entre Cl^- de mostos y vinos. El aumento en concentración de Cl^- en vinos estuvo débilmente asociado a aumentos de la salinidad edáfica (r= 0,55, p≤0,0015). Malbec presentó mayores concentraciones de Cl^-en hollejos y pulpas respecto de Cabernet Sauvignon, inversamente el vino resultante de éste tuvo menor contenido de Cl^- (0,46 g L^{-1}). La diferente relación pulpa:hollejo podría determinar diferente extracción durante la fermentación. No hubo relación entre K intercambiable en suelo y K en vino (r=0,29, p=0,105). La variedad tuvo influencia sobre K^+ en mosto y pH en vino. Esta información de vinos provenientes de áreas salinas es de interés al negociar los límites composicionales para mercados externos.

PALABRAS CLAVE: salinidad, vid, vinos, relevamiento cuenca río Mendoza.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ESTUDIO DE LAS BIODERMAS EN REGIONES ARIDAS Y SEMIARIDAS DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS

Manrique M.A.[1], M.C. Fernández Belmonte[2], S.D. Chiofalo[3], M.C. Carosio[3], M.J. Junqueras[3], R.A. Sueldo[3].

[1] Integrante PROICO 14-0314. Facultad de Ingeniería y Cs Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis, Avenida 25 de mayo 384, 5730 Villa Mercedes (SL) – marcemanrique@hotmail.com
[2]Directora PROICO 14-0314.
[3] Integrantes PROICO 14-0314, FICA, Universidad Nacional de San Luis.

RESUMEN: Las biodermas o costras biológicas del suelo (CBS) son una comunidad biótica formada por una asociación entre cianobacterias, algas, hongos, otros microorganismos y partículas. Intervienen en el ciclo del nitrógeno, e incrementan la estabilidad del suelo. Son componentes importantes de los suelos de zonas áridas y semiáridas. En el presente trabajo se estudiaron las biodermas formadas por cianobacterias de suelos en la provincia de San Luis, relacionadas a especies de cactáceas que crecen en los sitios estudiados. Para ello se establecieron cinco estaciones de muestreo, denominadas Río Bebedero, Loma Blanca, El Gigante, Quines y Santa Rosa del Cantantal donde se tomaron muestras de suelo a 10 cm en la rizósfera de distintas cactáceas. Con el suelo extraído se realizaron cultivos en medio líquido Watanabe (1951) y se colocaron en cámara de cultivo bajo condiciones controladas de temperatura (20º-30ºC) y fotoperíodo (12 h luz-12 h oscuridad). Se identificaron 14 taxa correspondientes a los géneros *Oscillatoria, Phormidium, Nostoc, Anabaena, Calothrix, Nodularia, Xenococcus, Mastygoclado, Scytonema* y *Chroococcus y* se las agrupó en fijadoras de nitrógeno en condiciones de aerobiosis y no fijadoras de nitrógeno. El género *Oscillatoria*, que corresponde a una cianobacteria agregadora de suelos, aparece asociada a dieciocho sitios de especies de cactáceas estudiadas. El género *Nostoc,* fijadora de nitrógeno en condiciones aeróbicas, aparece asociado a quince sitios. La estación con más presencia de cianobacterias es Loma Blanca, donde se encontraron 11 taxa. Le siguen Río Bebedero y El Gigante con seis taxa (dos no fijadoras y cuatro fijadoras) cada uno y luego Santa Rosa del Cantantal con cuatro taxa, dos de los cuales son fijadoras: *Nostoc commune* y *Nodularia sp.* La importancia de estos resultados es que las cianobacterias encontradas mejoran la estabilidad estructural del suelo y muchas son fijadoras de nitrógeno en condiciones aeróbicas.

PALABRAS CLAVE: biodermas, cianobacterias, suelo.

INTRODUCCION:

La bioderma o costra biológica del suelo (CBS) es una comunidad biótica formada por la íntima asociación entre partículas de suelo, y numerosos microorganismos, entre los que se identifican cianobacterias, algas, hongos, líquenes, hepáticas y briófitos. (Belnap y Gardner, 1993) (Belnap *et al.,* 2001). Se la encuentra ampliamente distribuida en muchos tipos de suelos y diversos ecosistemas, como en ambientes de temperaturas extremas, de escasa pluviosidad, o de abundancia de sales (Hernández Mariné, 1999). Es un componente que predomina en zonas áridas y semiáridas, cumpliendo un rol ecológico importante en la estructura y función de los suelos. (Belnap, 2006).

Las algas del suelo usualmente constituyen las biodermas del suelo, estando presentes a través de sus comunidades de Cyanophyta, Chlorophyta y Bacillariophyta, que habitan en los primeros centímetros del suelo. Las biodermas en las que predominan las cianobacterias se caracterizan por presentar color oscuro (Castillo Monroy y Maestre, 2011). El objetivo fue identificar los taxa de cianobacterias que son el componente principal de las biodermas, relacionándolos con distintas especies de cactáceas que allí se encuentran.
La importancia de la presencia de estas costras biológicas en los suelos radica en el aporte de carbono y nitrógeno, el incremento en la estabilidad y la acción protectora contra agentes erosivos (Rivera Aguilar *et al*., 2004). Los suelos de ecosistemas áridos y semiáridos, donde la vegetación es escasa, se encuentran cubiertos por estas costras biológicas. En nuestro país se han se han descripto comunidades de CBS en la provincia del Chaco (Halperin *et al.,* 1976), la Patagonia (Bouza *et al*., 1993), Mendoza (Fernández Belmonte *et al.* 2008) y San Luis (Fernández Belmonte *et al.* 2006, Manrique *et al.* 2012, Manrique *et al.* 2014) entre otros.
El presente trabajo representa un estudio de la costra biológica del suelo, especialmente la constituida por cianobacterias, de regiones áridas y semiáridas del oeste y noroeste de la provincia de San Luis.

MATERIALES Y MÉTODOS:
La zona oeste y noroeste de la provincia de San Luis se caracteriza por corresponder a ecosistemas áridos y semiáridos, donde las precipitaciones oscilan entre los 150 a 300 mm anuales. Los suelos de la zona son desnudos, con grandes áreas de peladales y escasa materia orgánica. Para la consecución del presente trabajo se procedió a la recolección de muestras representativas de suelo en distintos puntos del oeste y noroeste de la provincia, estableciendo así cinco estaciones de muestreo. El sitio de extracción de la muestra se denominó con el nombre de la especie de cactácea dominante.
La primera estación de muestreo se ubica en la cuenca del río Bebedero, sobre la ruta 146, aproximadamente a 40 km de la ciudad de Beazley, al oeste de la provincia. Este río corre por una amplia depresión que desemboca finalmente en la laguna del Bebedero. Se ubica en una región árida, con precipitaciones estacionales que no superan los 150 mm anuales. Para la estación Río Bebedero se determinaron cuatro sitios:
1) *Opuntia sulphurea*
2) *Echinopsis leucantha*
3) *Cereus aethiops*
4) *Gymnocalycium schickendantzii*
La segunda estación corresponde a la localidad de Loma Blanca con siete sitios de muestreo. Está localidad está ubicada en el Departamento Belgrano, a 80 km de la ciudad capital, en el noroeste de la provincia de San Luis, entre las isohietas de 200 a 300 mm y con una altitud variable de 500 a 1000 msnm. Los sitios muestreados son:
1) *Tephrocactus articulatus var. articulatus*
2) Opuntia sulphurea
3) Echinopsis leucantha
4) Tephrocactus articulatus var. oligacanthus
5) Cereus aethiops
6) Gymnocalycium schickendantaii
7) Trichocereus candicans
La tercera estación de muestreo se ubica en la localidad de El Gigante, y sus cuatro sitios corresponden a:
1)*Tephrocactus articulatus var. oligacantus*
2) Echinopsis leucantha
3) Setiechinopsis mirabilis
4) Opuntia sulphurea
En el departamento Ayacucho, se localizaron las siguientes estaciones: la cuarta en la localidad de Quines, en las inmediaciones de las Sierras de Quines, y atravesada por el río del mismo nombre, con cuatro sitios:

1) Cereus forbessi
2) Pterocactus tuberosus
3) Setiechinopsis mirabilis
4) Harrisia pomanensis
Y por último la quinta estación se ubica en la localidad de Santa Rosa del Cantantal, con tres sitios muestreados:
1) Opuntia sulphurea var. sulphurea
2) Trichocereus strigosus
3) Tephrocactus halophilus
Con el material extraído se realizaron cultivos en cajas de Petri, en medio líquido Watanabe (1951), específico para favorecer el crecimiento de las cianobacterias. Estas muestras se colocaron en cámara de cultivo bajo condiciones controladas de temperatura (20º-30ºC) y fotoperíodo (12 h luz-12 h oscuridad).
Se observó el crecimiento obtenido en microscopio óptico para determinar los taxa de cianobacterias. Se realizaron repiques de manera periódica de las muestras con crecimientos de interés.
Para la determinación taxonómica se utilizó la siguiente bibliografía específica, para el grupo Cyanophyta: Desikachary (1959), Anagnostidis y Komárek (1990) y Komárek y Hauer (2012).

RESULTADOS Y DISCUSION:
En cada estación de muestreo se identificaron los siguiente taxa de Cyanopyita (Tabla 1)

Tabla 1: Presencia (X) de taxa de cianobacterias por estación de muestreo.

	Oscillatoria sp	*Phormidium sp*	*Nostoc commune*	*Nostoc muscorum*	*Nostoc calcicola*	*N. punctiforme*	*Anabaena sp.*	*Calothrix sp.*	*Nodularia sp.*	*Mastygoclados sp.*	*Scytonema sp.*	*Xenococcus sp.*	*Chroococcus sp*
Río Bebedero	X	X		X	X			X			X		
Loma Blanca	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
El Gigante	X	X		X			X	X			X		
Quines	X	X	X										
Santa Rosa del Cantantal	X	X	X						X				

La estación con más presencia de especies de cianobacterias es Loma Blanca, donde se determinaron once taxa. Luego le sigue la estación Río Bebedero y la estación El Gigante con seis taxa cada una. En la estación Santa Rosa del Cantantal se pudieron determinar cuatro taxa y por último en la estación Quines solamente tres taxa, una sola de las cuales pertenece al grupo de las fijadoras.
En Río Bebedero se destaca la presencia de cuatro especies fijadoras de nitrógeno, y dos no fijadoras, mientras que en Loma Blanca las especies fijadoras de nitrógeno ascienden a nueve. En Quines la única especie fijadora es Nostoc commune. Las otras especies son no fijadoras. En el sitio Santa Rosa aparecen dos especies fijadoras: *Nostoc commune* y *Nodularia sp.*
El género de cianobacteria *Calothrix*, fijadora de nitrógeno, aparece en tres de las estaciones antes mencionadas. Esta, junto al género *Scytonema*, y las especies *Nostoc muscorum, Nostoc commune* son las fijadoras con más presencia por estación de muestreo.

Por estación de muestreo, asociado a especies de cactáceas, los resultados obtenidos se consignan en las tablas 2 y 3.

Tabla 2: Presencia de cianobacterias (X) por sitios de cactáceas en las estaciones Río Bebedero y Loma Blanca.

Sitios	*Rio Bebedero*				*Loma Blanca*						
Cianobacterias	*Opuntia sulphurea*	*Echinopsis leucantha*	*Cereus aethiops*	*G. schickendantzii*	*Tephrocactus articulatus var.*	*Opuntia sulphurea*	*Echinopsis leucantha*	*Cereus aethiops*	*T. articulatus var. oliqacanthus*	*Gymnocalycium schickendantaii*	*Trichocereus candicans*
Anabaena sp					X		X	X	X		
Calothrix sp		X			X						
Chroococcus sp											X
Mastygoclado laminosus Cohn ex Kirchner								X	X		
Nodularia sp.											
Nostoc calcicola Brébisson ex Born. et Flah.	X			X							
Nostoc commune Vaucher ex Born. et Flah.					X			X			
Nostoc muscorum Agardh ex Born. et Flah.	X	X	X	X	X	X	X		X		
Nostoc punctiforme Kützing ex Hariot) Hariot										X	
Oscillatoria sp.	X	X	X	X			X	X			X
Phormidium sp.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Scytonema javanicum (Kütz.) Born. et Thur. ex Born. et Flah.	X		X						X		
Xenococcus sp						X	X				

Tabla 3: Presencia (X) de cianobacterias sitio de cactáceas en las estaciones El Gigante, Quines y Santa Rosa del Cantantal.

	El Gigante				*Quines*				*Santa Rosa de Cantantal*		
Sitios / *Cianobacterias*	*Tephrocactus articulatus var. oligacantus*	*Echinopsis leucantha*	*Setiechinopsis mirabilis*	*Opuntia sulphurea*	*Cereus forbessi*	*Pterocactus tuberosus*	*Setiechinopsis mirabilis*	*Harrisia pomanensis*	*Opuntia sulphurea*	*Trichocereus strigosus*	*Tephrocactus halophilus*
Anabaena sp											
Calothrix sp	X										
Chroococcus sp											
Mastygoclado laminosus Cohn ex Kirchner			X								
Nodularia sp										X	
Nostoc calcicola Brébisson ex Born. et Flah.											
Nostoc commune Vaucher ex Born. et Flah.									X		
Nostoc muscorum Agardh ex Born. et Flah.	X		X				X			X	
*Nostoc punctiforme (*Kützing ex Hariot) Hariot											
Oscillatoria sp.	X	X	X	X	X			X			X
Phormidium sp.		X	X	X	X		X		X		
Scytonema javanicum (Kütz.) Born. et Thur. ex Born. et Flah.		X		X							
Xenococcus sp											

Del análisis de estos datos es posible afirmar que en las biodermas estudiadas, prevalecen los taxa de cianobacteria *Oscillatoria sp* y *Phormidium sp,* ya que están presentes en la mayoría de los sitios estudiados, es decir que están asociada a casi todas las especies de cactáceas. Ambos taxa corresponden a cianobacterias no fijadoras de nitrógeno en condiciones aeróbicas.

La especie *Nostoc muscorum*, es la fijadora de nitrógeno en condiciones aeróbicas que está presente en todas las estaciones de muestreo, asociada a la mayoría de las cactáceas presentes.

La especie de cactácea *Echinopsis leucantha* presentó siete taxa de cianobacterias asociadas a su rizósfera, constituyendo así la cactácea con bioderma más variada. La especie de cactácea *Opuntia sulphurea*, le sigue con seis taxa.

CONCLUSIONES:

Todos los sitios estudiados, relacionados con especies de cactáceas, revelaron la presencia de cianobacterias asociadas a su rizósfera, tanto fijadoras de nitrógeno en condiciones aeróbicas como no fijadoras. Además todas las cianobacterias encontradas e identificadas son mejoradoras de la estabilidad estructural del suelo debido a la presencia de sus filamentos y de sus secreciones extracelulares.

Las biodermas algales son un componente biótico autóctono de los suelos áridos y semiáridos de nuestro país, y se destaca la importancia de su presencia en ellos por su participación como mejoradoras de la estructura del suelo y como fijadoras del nitrógeno en condiciones de aerobiosis. Los taxa de las cianobacterias encontrados coinciden en algunos casos con los citados para la provincia de San Luis (Fernández Belmonte *et al*., 2006) Reserva Llancanelo, Mendoza, (Fernández Belmonte *et al*., 2008), para las Salinas del Bebedero, San Luis (Manrique *et al.,* 2012) y para la localidad Loma Blanca (Manrique *et al.,* 2014).

BIBLIOGRAFIA:

Benalp, J & JS Gardner. 1993. Soil microstructure in soils of the Colorado Plateau: The role of the cyanobacterium *Microcoleus vaginatus.* Great Basin Naturalist 53:40-47.

Benalp, J; B Budel & OL Lange. 2001. Biological soil crusts: Characteristics and distribution. In: Benalp, J & OL Lange. (eds). Biological Soil Crusts: Structure, Function and Management, Springer-Verlag.

Benalp, J. 2006. The potential roles of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. Hydrological Processes 20:3159-3178.

Bouza, P; HF del Valle & PA Imbellone.1993. Micromorphological, physical, and chemical characteristics of soil crust types of the Central Patagonia region, Argentina. Arid Soil Research and Rehabilitation 7:355-368.

Castillo-Monroy A & F Maestre. 2011. La costra biológica del suelo: avances recientes en el conocimiento de su estructura y función ecológica. Revista Chilena de Historia Natural 84:1-21.

Desikachary T. 1959. Cyanophyta. Botany Department. University of Madras. Published by: Indial Council of Agricultural Research, New Delhi. Evans y Johansen.

Halperín, DR; MCZ Mule & GZ Caire, 1976. Biodermas algales como fuente de nitrógeno en suelos sub-húmedos y semi-áridos (provincia de Chaco y Formosa, Argentina). Darwiniana 20:341-370.

Hernández Mariné, M. 1999. Cianobacterias y algas de los suelos salobres del polígono Monegros II. Bol. S.E.A. 24:89-90.

Fernández Belmonte, MC. & J. Polizzoto. 2006. Efecto de algas edáficas en la agregación de suelos en una zona cercana a Villa Mercedes. Revista del XX Congreso Argentino de Ciencia del Suelo.

Fernández Belmonte MC; M Manrique; E Martinez Carretero; A Dalmasso; C Carosio; A Andersen & MJ Junqueras. 2008. Relevamiento de la ficoflora edáfica autóctona de la Reserva de Llancanelo (Mendoza). Revista del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.

Komárek, J & T Hauer. 2012. CyanoDB.cz a database of cyanobacterial genera.(on line) http://www.cyanodb.cz/ 09/06/2017

Manrique M; MC Fernández Belmonte; S Chiofalo; C Carosio & MJ Junqueras. 2012. Algal crusts in Salinas del Bebedero (San Luis, Argentina). XXX Reunión Científica Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo. Biocell 36:125.

Manrique M; MC Fernández Belmonte; C Carosio; S Chiofalo & MJ Junqueras. 2014. Biodermas algales asociadas a cactáceas en Lomas Blancas, San Luis. En: E Martinez Carretero & AD Dalmasso (ed.) Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina 2 1ª ed. Pp 89-98.

Rivera Aguilar V; IM Cacheux & H Godinez Alvarez. 2004. Las costras biológicas del suelo y las zonas áridas. Revista Ciencias 75:24 – 27.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

SELECCIÓN DE CIANOBACTERIAS AUTÓCTONAS CON POTENCIAL AGRONOMICO EN SAN LUIS

Chiófalo S.[1], M.C. Fernandez Belmonte [2], F. Cassan [3]

[1] Becario CONICET/JTP Dpto de Ciencias Agropecuarias. FICA-UNSL
[2] Prof. Titular Dpto de Ciencias Agropecuarias. FICA-UNSL.
[3] Investigador Adjunto CONICET/FCE-UNRC

RESUMEN: Los suelos de la región semiárida contienen escaso carbono orgánico, nitrógeno total, estabilidad estructural, bajos niveles de actividad biológica y son susceptibles a la erosión. La presencia de estos ambientes productivos frágiles impulsa la búsqueda de herramientas que mejoren el uso sustentable del suelo. Las cianobacterias son microorganismos fotosintéticos que producen exopolisacáridos (EPS), promueven la formación de agregados del suelo, aumentan la actividad microbiana, mejoran la estabilidad estructural, aumentan el carbono orgánico y nitrógeno total. Además, presentan diferentes mecanismos de promoción de crecimiento vegetal como producción de fitohormonas, fijación de nitrógeno y solubilización de nutrientes. El objetivo de este trabajo fue aislar, identificar, seleccionar y obtener cultivos unialgales de cianobacterias autóctonas de San Luis con potencial agronómico. Se tomaron muestras de suelo de 0-10 cm, se cultivaron en placas de Petri con medio BG11º (sin nitrógeno). Al cabo de un mes se realizaron repique en placas con medio agarizado y de acuerdo a su movilidad, se repicaron en forma de islas o en estriado hasta obtener cultivos unialgales. Posteriormente de esto se pasaron a Erlenmeyers en medio líquido con cyclohexamida 100 mg L^{-1} eliminar la presencia eucariotas. Los cultivos unialgales seleccionados fueron: *Nostoc calcicola, Nostoc muscorum, Nostoc commune, Nostoc sp y Calothrix clavata.* Estas especies fueron las que mejor crecieron en medio BG11º (sin nitrógeno) ya que pueden desarrollar heterocistos, células encargadas exclusivamente de fijar nitrógeno en condiciones anaeróbicas, por ello tienen potencial agronómico como biofertilizantes. Se concluye que los repiques diferenciales en función de la movilidad en placa son una herramienta útil para la obtención de cultivos unialgales. Por otro lado, los suelos de San Luis presentan cianobacterias pertenecientes a los géneros *Nostoc, Anabaena y Calothrix* con potencial agronómico como biofertilizante.

PALABRAS CLAVE: Cianobacterias, aislamiento, biofertilización

INTRODUCCIÓN:

Los ambientes de las regiones semiáridas son presionados por el avance de la frontera agrícola. Los suelos de estos sitios presentan escaso carbono orgánico, nitrógeno orgánico, estabilidad estructural y bajos niveles de actividad biológica, por ello son susceptibles a la erosión (Cortés & Aguilera, 2003; Peña Zubiate *et al.*, 2003). La presencia de estos ambientes frágiles impulsa la búsqueda de herramientas que mejoren el uso sustentable del suelo. Las Cianobacterias al ser microorganismos fotosintéticos producen exopolisacáridos (EPS), promueven la formación de agregados del suelo, aumentan la actividad microbiana, mejoran la estabilidad estructural, aumentan el carbono orgánico total y nitrógeno total del mismo (Zulpa de Caire, 1997; Falchini *et al*., 1996; Wang *et al*., 2009; Fernandez Belmonte & Pollizoto, 2006; Malam Issa *et al*., 2007). Además, promueven el crecimiento vegetal producto de la fijación de nitrógeno, liberan fitohormonas como auxinas y citoquininas, solubilizan nutrientes como el Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Zinc, Manganeso y

Cobre (Harper & Pendleton, 1993; Prassana *et al.*, 2012; Hussain *et al.,* (2010, 2013)). La biofertilización con cianobacterias cada día cobra más interés en diferentes regiones semiáridas del mundo ya que genera beneficios en el suelo y los cultivos como trigo, mijo, maíz. (Nisha *et al.*, 2007; Maqubela *et al.*, 2009; Maqubela *et al.*, 2010; Hussain & Hasnain, 2011; Rana *et al.*, 2012). Lo antes mencionado justifica la importancia de la obtención de cianobacterias adaptadas a la región semiárida para futuras experiencias como biofertilizante. El objetivo de este trabajo fue aislar, identificar, seleccionar y obtener cultivos unialgales de cianobacterias de San Luis con potencial agronómico para su aplicación como biofertilizante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se situó en el establecimiento agrícola-ganadero Virgen de Luján de San Luis, en las coordenadas 33º 25' 57"S y 65º 26' 4" O. Los lotes asignados al muestreo fueron rastrojo de maíz, rastrojo de Soja y Alfalfa. Se extrajeron las muestras de suelo en julio del 2014 a una profundidad de 0 a 10 cm, se colocaron en placa de petri con medio de cultivo líquido BG11 (Ripkka, 1979) y se cultivaron en cámara de cultivo a 25-30ºC con fotoperíodo de 12horas luz -12horas de oscuridad. Las muestras se regaron periódicamente con medio líquido para fomentar el crecimiento de cianobacterias. Al cabo de un mes se extrajo con ansa biomasa algal, se identificó al microscopio (Desikachary, 1954; Komárek & Hauer, 2012) y las especies de interés agronómico se repicaron en placas de Petri con medio Rippka agarizado al 1%(p/v) para su posterior aislamiento. Los repiques para la obtención de cultivos unialgales fueron diferenciales en función de la movilidad de las especies sobre el medio agarizado (Chiofalo *et al.*, 2016). En los repiques de cianobacterias con escasa movilidad se extrajo con ansa una porción de agar con la especie de interés, luego se estrió por agotamiento en toda la superficie sobre un vidrio reloj para favorecer la separación de los filamentos y finalmente, se repitió el mecanismos sobre en placa con medio agarizado. Luego de 15 días de crecimiento se extrajo con ansa la colonia individual, repitiendo esta operación aproximadamente 12 veces hasta confirmar el cultivo unialgal al microoscopio. Para las especies de interés con alta movilidad se realizó repiques en placas de Petri con medio agarizado en forma de islas equidistantes entre ellos. Posterior al crecimiento lateral de la colonia, en 15 días aproximadamente, se recolecto los bordes para repetir nuevamente la operación hasta la confirmación del cultivo unialgal al microscopio. Posterior a esto fueron transferidos a medio líquido en tubo de ensayo con cyclohexamida con 100 mg L^{-1} durante 10 días para la eliminación de especies eucariotas. Posteriormente, se repicó en Erlenmeyers con medio líquido para el aumento de biomasa.

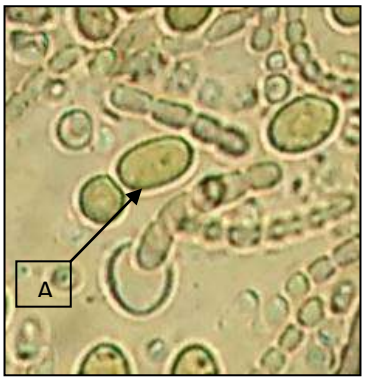
RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

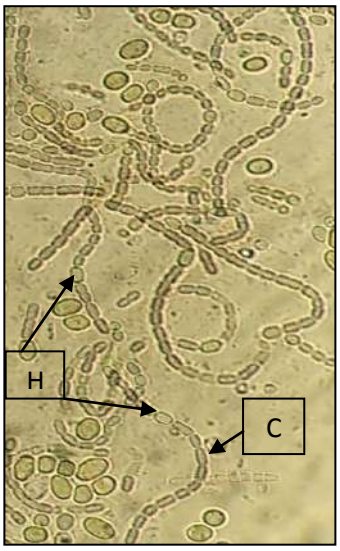
Se aislaron especies de cianobacterias autóctonas de la región semiárida argentina con aptitud agronómica como biofertilizante. Estas especies se obtuvieron por medio de la selección en sucesivos repiques sobre medio BG11 (sin nitrógeno) y de esta forma se presionó a sobrevivir aquellos individuos con mayor aptitud para fijar nitrógeno atmosférico en condiciones aeróbicas. Estas especies presentan la capacidad de diferenciar células vegetativas en células especializadas llamadas heterocisto. Estas cumplen el rol exclusivo de la fijación de nitrógeno en condiciones aeróbicas, evitando la inhibición de la nitrogenasa por el oxígeno (Flores y Herrero, 1994, Wolk *et al.*, 1994). Esta cualidad es muy importante para su aplicación en suelos bien aireados ya que el oxigeno puede ser un factor contraproducente en la fijación de nitrógeno. A continuación se describen morfológicamente las especies seleccionadas y purificadas a cultivos unialgales. Las especies aisladas y determinadas se caracterizan de la siguiente forma:

Anabaena oryzae Fritsch

Colonias muy móviles en agar, Filamentos color violeta medianamente entramados, células oblongas de 3 µ x 4 µ de ancho, esporas elípticas en cadenas de color verde claro de 4-5 µ de ancho x 6-7 µ de largo, algunos al lado del heterocisto terminal. Heterocistos color verde claro intercalares oblongos de 4-5 µ de ancho x 5-7 µ de largo.

Figura 1: Fotos al microscopio en 40x sobre medio BG11º líquido. La figura de la izquierda muestra la germinación de una espora. Referencias: A: Acineto, H: Heterocisto, C: Células vegetativas. 1 segmento=2 micras





Nostoc calcicola Brébisson ex Bron et Flah

Colonias muy móviles en agar, color marron-verdoso, tricomas cortos muy entramados, células vegetativas con forma de barril de 3 µ de ancho por 3-4 µ de largo, heterocistos esféricos de 4 x 4 µ micras, acinetos esféricos 4-5 µ x 4-5 µ dispuestos en cadenas al centro de los filamentos.

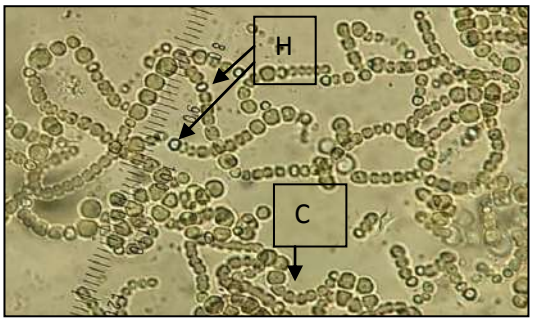
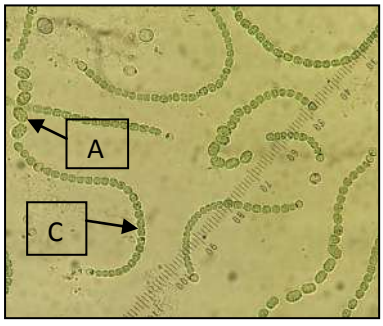


Figura 2: Fotos al microscopio en 40x sobre medio BG11º líquido. Referencias: A: Acineto, H: Heterocisto, C: Células vegetativas. 1 segmento=2 micras

Nostoc muscorum Ag. ex Born. Et Flah

Colonias puntiformes sin movilidad en placa color verde, tricomas oscilantes sin entramar, largos, células vegetativas 3-4 x 4-5 micras con forma de barril, heterocistos esféricos o elípticos 4-5 µ de ancho x 4-6µ de largo, acinetos en cadena comenzando del centro de los tricomas de forma elíptica u oblonga con medidas de 5µ de ancho x 7µ de largo.



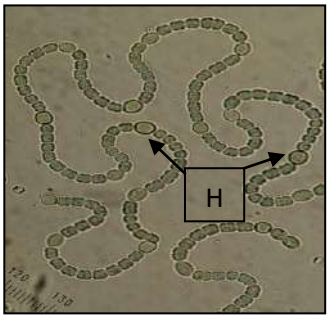


Figura 3: Fotos al microscopio en 40x sobre medio BG11º líquido. La figura de la izquierda muestra la eclosión de espora liberando el tricoma. Referencias: A: Acineto, H: Heterocisto, C: Células vegetativas. 1 segmento=2 micras

Nostoc comune Vaucher ex Born. et Flah.

Filamentos verdes oscuros al comienzo rectos y paralelos, luego de forma oscilante o espiralado, por último se ensanchan las células aglomerando en formas esféricas dentro de la vaina. Células con forma de barril de 3 x 3µ micras cuando joven y luego de 4µ ancho por 3 µ de largo. Heterocistos esféricos de 4-5 x 4-5 µ. Acinetos esféricos de 4-5 x 4-5µ aglomerados dentro de una vaina.

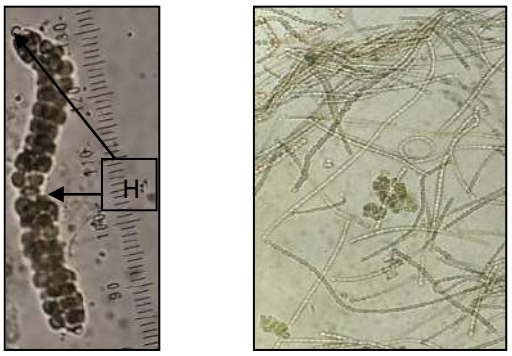


Figura 4: Fotos al microscopio en 40x sobre medio BG11º líquido. La figura de la izquierda muestra la eclosión de espora liberando el tricoma. Referencias: A: Acineto, H: Heterocisto, C: Células vegetativas. 1 segmento=2micras

Calothrix clavata Wets, G. S

Filamentos simples o un poco retorcidos de color marrón oscuro, con tamaños de 75 a 100µ, vaina delgada, heterocisto esférico ubicado en el extremo de color marrón claro con células contiguas discoidales. Las células vegetativas del medio más largas que anchas de 5µ de ancho x 7µ de largo, al final 3 µ x 4 µ de largo y en el extremo termina con una célula cónica. Las esporas se desarrollan contiguas al heterocisto, de forma elíptica, con medidas de 6 x 8µ de largo de color marrón claro.

Figura 5: Fotos al microscopio en 40x sobre medio BG11º líquido. La figura de la izquierda muestra la eclosión de espora liberando el tricoma. Referencias: A: Acineto, H: Heterocisto, C: Células vegetativas. 1 segmento=2micras

Nostoc sp.

Colonias puntiformes de escasa movilidad en placa, color verde, tricomas cortos de 5-8 células con forma de barril o semi esféricas. Heterocistos intercalares esféricos de 3 x 3 µ más chicos que las células vegetativas, heterocistos terminales cónicos. Las esporas esféricas de 4 x 4µ primero en cadenas cortas y luego formando aglomerados de 6-8 células esféricas.

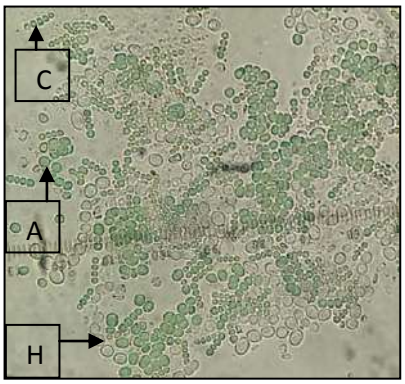


Figura 6: Fotos al microscopio en 40x sobre medio BG11º

líquido. La figura de la izquierda muestra la eclosión de espora liberando el tricoma. Referencias: A: Acineto, H: Heterocisto, C: Células vegetativas. 1 segmento=2 micras.

En este estudio se obtuvieron especies seleccionadas por aptitud agronómica de los géneros *Calothrix, Anabaena* y *Nostoc* y concuerdan con las especies probadas como biofertilizante en diferentes regiones del mundo. Especies del género *Nostoc* y *Anabaena* fueron evaluadas en regiones semiáridas de Sudáfrica, donde se probaron como biofertilizantes y se obtuvo una mayor actividad nitrogenasa, aumento del carbono orgánico y nitrógeno total del suelo, con incremento del rendimiento en biomasa de maíz y porcentaje de nitrógeno en planta (Maqubela, 2008, 2010). En cuanto a las propiedades físicas del suelo se obtuvo un aumento en la estabilidad estructural y tamaño medio de agregados del suelo (Malab Issa, 2007), en concordancia con lo obtenido por dos cepas de *Nostoc* en suelos alcalinos con bajo porcentaje de nitrógeno de Italia (Falchini, 1996). En otro estudio, varios aislados de *Nostoc muscorum* obtenidos en suelos de Egipto mostraron mayor actividad nitrogenasa e incrementaron el peso seco de raíz y tallo de maíz (Sholkamy, 2012). Por otro lado, *Nisha et al* 2007 con aislados de *Nostoc calcicola* de regiones semi-áridas de la india a través de la biofertilización del suelo lograron aumentos en la actividad microbiana por medio de las enzimas fosfatasa, invertasa y deshidrogenasa. También, obtuvieron mayor disponibilidad de Nitrógeno, Potasio, Calcio y Magnesio, con incrementos en la producción y porcentaje de nitrógeno en planta de mijo y trigo. Resultados similares se obtuvieron en trigo con aislados de campos de arroz del género *Anabaena* donde aumentó el crecimiento radicular y concentración de auxinas endógenas e incremento la longitud del tallo con aumento de concentración endógena de citoquinina (Hussain y Hanain, 2011; Husain *et al.,* 2013). La combinación de los géneros *Calothrix, Anabaena* y *Nostoc* aumentaron el carbono de biomasa microbiana, mayor altura y rendimiento de Trigo (Karthikeyan, 2007), además de aumentar el contenido de macro y micronutrientes en el grano (Rana, 2012).
Los resultados de este trabajo abren el camino a próximos estudios sobre los diferentes mecanismos de promoción de crecimiento vegetal y su capacidad para mejorar las propiedades físico-químicas del suelo. Los biofertilizantes en base a cianobacterias podrían ser una herramienta útil en el uso sustentable de suelos pobres, obteniendo una mayor reposición de nutrientes con menor demanda de fertilizantes.

CONCLUSIONES:
La velocidad de crecimiento en placa es una herramienta útil para obtener cultivos unialgales de cianobacterias edáficas. Los suelos de San Luis presentan cianobacterias pertenecientes a los géneros *Nostoc, Anabaena y Calothrix* con potencial agronómico como biofertilizante. Los biofertilizantes en base a cianobacterias son una herramienta potencial en la región semiárida para un manejo sustentable del suelo.

BIBLIOGRAFÍA:
Chiófalo S, MC Fernandez Belmonte, F Cassan. 2016. Isolation and purification of Cyanobacteria in the province of San Luis (Argentina). BIOCELL 40 (3): 45
Cortés MP y MO Aguilera 2003.En: MO Aguilera y JL Panigati. Con las Metas Claras. Manejo y conservación de tierras semiáridas: Materia orgánica y degradación de suelos. Vol.1. Buenos Aires, Argentina.pp. 57-67
Desikachary T. 1959. Cyanophyta. Botany Department. University of Madras. Published by: Indial Council of Agricultural Research, New Delhi. Evans y Johansen.Harper KT & RL Pendleton 1993. Cyanobacteria and cyanolichens: Can they anhance availability of essential mineralfor higher plant? Great Basin Naturalist. 53(1): 59-72.
Hussain A, M Krischke, T Roitsch & S Hasanin. 2010. Rapid determination of cytokinins and auxin in cyanobacteria. Current Microbiology. 61(5): 361-369.
Hussain A & S Hasnain. 2011. Phytostimulation and biofertilization in wheat by cyanobacteria. J Ind Microbiol Biotechnol. 38: 85-92.

Hussain A, M Hamayun & TS Shah. 2013. Root colonization and phytostimulation by phythormones producing entophytic Nostoc sp. AH-12.1:7
Falchini L, E Sparvoli & L Tomaselli. 1996. Effect of Nostoc (Cyanobacteria) inoculation on the structure and stability of clay soils. Biology and fertility of soils. 23(3): 346-352.
Fernandez Belmonte MC & J Pollizoto. 2006. Efecto de algas edáficas en la agregación de suelos en una zona cercana a Villa Mercedes. XX Congreso Argentino de Ciencia del Suelo. Salta. Argentina. pp. 406-411
Flores E and A Herrero. 1994. En: D. A. Bryant(ed). The Molecular Biology of Cyanobacteria. Assimilatory Nitrogen Metabolism and Its Regulation. Sevilla, España. pp. 487–517.
Komárek, J & T Hauer. 2012. CyanoDB.cz a database of cyanobacterial genera (on line) http://www.cyanodb.cz/ 09/06/2017
Maqubela MP, PN Mnkeni, O Malam Issa, MT Pardo and LP D´ Acqui. 2009. Nostoc cyanobacterial inoculation in South African agricultural soils enhances soil structure, fertility, and maize growth. Plant Soil 315: 79–92
Maqubela MP, PN Mnkeni, P Muchaonyerwa, LP D`Acqui and MT Pardo. 2010. Effects of cyanobacteria strains selected for their bioconditioning and biofertilization potential on maize dry matter and soil nitrogen status in a South African soil. Soil Science and Plant Nutrition.56:554–557
Malam Issa O., C Defargue., L Le Bisonaris, B Marin, O Duval, A Bruan, LP D´Acqui, S Nordenberg and M Annerman. 2007. Effects of the inoculation of cyanobacteria on the microstructure and the structural stability of a tropical soil. Plant Soil 290: 209–219
Nisha R., A Kaushik, CP Kaushik. 2007. Effect of indigenous cyanobacterial application on structural stability and productivity of an organically poor semi-arid soil. Geoderma 138: 49-56.
Peña Zubiate AC, A D´Hiriart y MP Cortés. 2003. En: MO Aguilera y JL Panigatti Con las metas claras. Potencial productivo de las tierras de San Luis. Buenos Aires, Argentina. pp. 25-37
Prassanna R, P Jaiswal, J Shrikrishna, M Joshi, L Nain, A Rana and YS Shivay. 2012. Evaluating the potencial of rhizo-cyanobacteria as inoculants for rice and wheat. Journal of Agricultural Technology 8(1): 157-171.
Rana A, M Joshi, R Prasanna, Y Shivay and L Nain. 2012. Biofortification of wheat through inoculation of plant growth promoting rhizobacteria and cyanobacteria. European Journal of Soil Biology 50: 118-126
Rippka R, J Deruelles, J Waterbury, M Herdman and R Stanier. 1979. Generic Assignmente, Strain Histories and Propieties of Pure Culture of Cyanobacteria. Journal of General Microbiology. 111: 4-23
Wang W, Y Liu, D LI, CH HU and B Rao. 2009. Feasibility of cyanobacterial inoculation for biological soil crusts formation in desert area. Soil Biology & Biochemistry 41: 926–929
Wolk CP, A Ernst y J Elhai. 1994. Heterocyst Metabolism and Development. The Molecular Biology of Cyanobacteria, pp. 769–823. D. A. Bryant (ed).
Zulpa de Caire G., M Storni de Cano, M Zaccaro de Mulé, MR Palma and K Colombo. 1997. Exopolysaccharide of Nostoc muscorum (Cyanobacteria) in the aggregation of soil particles. Journal of Applied Phycology 9: 249–253

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

RELEVAMIENTO DE CIANOBACTERIAS EDÁFICAS AUTÓCTONAS EN AMBIENTES SEMIÁRIDOS

Sueldo R.[1], M.C. Fernandez Belmonte[1], S. Chiofalo[1], M. Manrique[1], F. Dalmasso[1], M.C. Carosio[1], M.J Junqueras[1], S. Vargas Gil[2].

[1]Integrantes PROCIO 14-0314, FICA-FQBQYF, Universidad Nacional de San Luis.
romisueldo89@gmail.com
[2]INTA-AUDEAS-CONADEV

RESUMEN: La escasa reposición de nutrientes y el mal uso del suelo ocasionan impactos negativos en la calidad de los mismos situación común en la provincia de San Luis. Las cianobacterias fijan nitrógeno atmosférico; a través de la fotosíntesis aportan carbono al suelo, mejoran la fertilidad física y química del mismo y algunas especies pueden fijar nitrógeno y fotosintetizar simultáneamente mediante la producción de heterocistos (células especializadas). La mayor proporción de *Cyanophyta* se encuentra en la superficie, necesitan de luz y humedad para desarrollarse. Estos microorganismos se adaptan muy bien a los ambientes áridos- semiáridos, muchas veces sometidos a mal manejo, por tal motivo se los podría considerar como bioindicadores de la calidad del suelo. En el presente trabajo se identificaron cianobacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (heterocistadas y no heterocistadas) y no fijadoras en tres lotes del Establecimiento Virgen de Lujan (Villa Mercedes) con situaciones de manejo contrastantes durante dos años consecutivos. Las muestras se sembraron en cajas de Petri, se cultivaron en cámara de cultivo con condiciones controladas de luz y temperatura. Mediante observación en microscopio óptico se tomaron medidas de las distintas células de las cianobacterias y se determinó mediante clave taxonómica las distintas especies. En la campaña 2013-2014 se observaron porcentajes similares de cianobacterias fijadoras heterocistadas y no fijadoras en todos los tratamientos, mientras que en la campaña 2014-2015, se comprobó la presencia de los tres grupos en todos los tratamientos. La especie *Nostoc calcicola* Brebisson ex Born et Flah, estuvo presente los dos años en los tres tratamientos. Las cianobacterias edáficas, pueden ser herramientas de manejo de suelos y posibles bioindicadoras de calidad de los mismos. En la región semiárida argentina, los cambios en el uso de suelos modifican la comunidad de cianobacterias, aumentando el predominio de las fijadoras heterocistadas.

PALABRAS CLAVE: cianobacterias edáficas – suelo – fijadoras de nitrógeno.

INTRODUCCION:

El mal uso del suelo y la escasa reposición de nutrientes, ocasionan impactos negativos, sobre la fertilidad física, química y sobre la actividad microbiana, en detrimento de la sustentabilidad (Suquilanda, 2008; Zancan *et al.*, 2006).Esta situación es muy común en los ambientes áridos-semiáridos de la región pampeana Argentina.

Las cianobacterias (algas verde-azuladas ó *Cyanophyta)* presentan grupos taxonómicos que en ambientes de baja concentración de nitrógeno desarrollan células especializadas llamadas heterocisto, con consecuentes cambios morfológicos. Esta capacidad podría ser un indicador biológico de la calidad de los suelos (Serri *et al.,* 2015 a y b; Fernández Belmonte *et al.*, 2015; Sueldo *et al.,* 2016 a y b).

Las cianobacterias, son organismos procariotas caracterizados por poseer una cubierta celular, de iguales características que la cubierta celular de las bacterias Gram (-). Gracias a esta pared, estos microorganismos tienen elevada resistencia a la desecación, temperaturas elevadas, pH inadecuado y deficiencia de nutrientes, permitiendo que sobrevivan mejor que el resto de la microflora algal (Stewart, 1980; Starks *et al.*, 1981; Tomaselli & Giovannetti, 1993).Externamente poseen una vaina de mucílagos de espesor variable. Están constituidos en su mayoría por polisacáridos de alto peso molecular (más de 15.106 Da), los cuales son dominantes en la rizósfera, mejoran la estabilidad de los agregados de suelo, aumentan la concentración de polisacáridos y la actividad microbiológica del mismo, formando muchas veces costras biológicas (CBS) (Bailey *et al.*, 1973 ; Rogers & Burns, 1994; Falchini *et al.*, 1996; Zulpa de Caire *et al*., 1997; Zhang, 2005; Fernandez & Vigna, 1999 ; Fernandez Belmonte & Niemetz, 2005; Fernandez Belmonte & Polizzotto, 2006; Fernandez Belmonte *et al.*, 2007 ; Fernandez Belmonte *et al.*, 2008; Malam Issa *et al*., 2007 , Manrique *et al.*, 2012 y 2014).

Además, las *Cyanophyta,* fijan nitrógeno y mejoran la fertilidad del suelo (Whitton *et al*., 1979; Das *et al*., 1991). Algunas especies pueden fijar nitrógeno y fotosintetizar simultáneamente, mediante la producción de heterocistos (Madigan *et al.,* 1997) .Estas son células de mayor tamaño y con su pared engrosada que se encargan de la fijación del nitrógeno; en ellos no hay fotosistema II, por lo que no existe desprendimiento de oxígeno y la nitrogenasa puede actuar de forma más eficiente. Por otro lado, es importante proporcionar períodos de oscuridad en las cianobacterias sin heterocisto para favorecer la fijación de nitrógeno, debido a que la nitrogenasa es inhibida por el oxígeno. (Flores & Herrero, 1994).

La población de algas aumenta con la presencia de luz y humedad, aunque también pueden vivir en oscuridad, utilizando como fuente energética sustancias orgánicas (Ripkka, 1972; Ripkka *et al.*, 1979). Según lo anterior, la mayor proporción se encuentra en superficie (Adhilkary & Pattanaik, 2012) debido al movimiento del agua, las labores culturales y la actividad de la fauna. Numerosas algas presentan motilidad propia, lo que les permite desplazarse desde los estratos más bajos hacia la superficie, donde la iluminación es mayor. Si se analiza la importancia de las algas verde-azuladas desde el punto de vista edáfico en ambientes áridos-semiáridos y muchas veces sometidos a mal manejo, estos microorganismos se adaptan a dichas condiciones, por tal motivo se los podría considerar como bioindicadores de la calidad del suelo, ayudan a la agregación del mismo, son muy sensibles a procesos erosivos o de manejo inadecuados; sin dejar de lado su fundamental importancia en la fijación de nitrógeno y fertilidad de los suelos.

Actualmente existe una mayor conciencia social sobre la explotación racional de los recursos naturales, puesto que se ha demostrado la importancia de las relaciones entre los organismos. Sin duda, esto ha favorecido el desarrollo de tecnologías de producción menos contaminantes y ecológicamente más racionales, como el uso de los recursos microbiológicos del suelo en la agricultura (Aguirre *et al.,* 2009).

Conocer la diversidad de especies de cianobacterias en suelos con distintos tipos de uso, es una herramienta muy importante para una mayor conservación, preservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables.

Si bien se trata de microorganismos muy antiguos, su estudio es muy innovador, sobre todo a nivel nacional donde son muy escasos los grupos de investigación que tratan esta temática. El presente trabajo tuvo por objetivo identificar cianobacterias edáficas autóctonas fijadoras de nitrógeno atmosférico (heterocistadas y no heterocistadas) y no fijadoras en tres lotes de cultivo bajo siembra directa y analizar la presencia de distintas especies de algas verde-azuladas en suelos del semiárido sometidos a diferentes prácticas de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El trabajo se llevó a cabo con muestras obtenidas durante los años 2014 y 2015 de tres lotes ubicados en el establecimiento Virgen de Lujan situado a 25 km al norte de la ciudad de Villa Mercedes (San Luis, Depto. Pedernera).

En cada uno de los sitios, el muestreo se realizó luego de la cosecha de los cultivos de verano. Se establecieron tres estaciones de muestreo por parcela, en cada una de las cuales se tomaron 6 submuestras del entresurco para la conformación de una muestra compuesta (totalizando 3 muestras compuestas por parcela).
En cuanto a la profundidad de muestreo, la misma fue de 0-10 cm. Se establecieron tres tratamientos por ensayo: rotación agrícola pura (cultivo: maíz); rotación agrícola-ganadera (cultivos: alfalfa-centeno) y suelo prístino.
Con las muestras recepcionadas en laboratorio, se procedió a la siembra de 10 gr. de suelo en cajas de Petri rotuladas y regadas con medio de cultivo, específico para promover el desarrollo de cianobacterias.
Las cajas de Petri se colocaron en cámara de cultivo bajo condiciones controladas de temperatura (20-30 ºC) y fotoperíodo controlado (12 h luz – 12 h oscuridad). Se observaron preparados de cianobacterias en microscopio óptico (Olympus BX50 con tubo de dibujo y cámara fotográfica, perteneciente al laboratorio de Morfología Vegetal de la cátedra Morfología Vegetal de la FICA-UNSL). Se llevó a cabo el recuento contemplando el porcentaje de foco visual ocupado por cada tipo de cianobacteria (fijadoras heterocistadas, fijadoras no heterocistadas, no fijadoras), para lo cual se utilizó una escala estimativa.
Luego se completó una planilla en la cual mediante la asignación de un número (1,2,…6) se representó el porcentaje de cada tipo de cianobacteria observada en el foco visual del microscopio. Además se tomaron mediciones de ancho y largo de heterocistos, células vegetativas, acinetos y de filamentos para la determinación de taxa. Se tomaron también fotomicrografías. La determinación taxonómica se llevó a cabo consultando bibliografía específica

RESULTADOS:
Del análisis de las muestras mediante observación y determinación de cianobacterias edáficas en los lotes estudiados, se llegó a los siguientes resultados en los distintos tratamientos. En este sitio de muestreo se observan porcentajes similares de cianobacterias fijadoras heterocistadas y no fijadoras en el año 2014 en todos los tratamientos, mientras que en el año 2015, se encuentran presentes los tres grupos de cianobacterias.

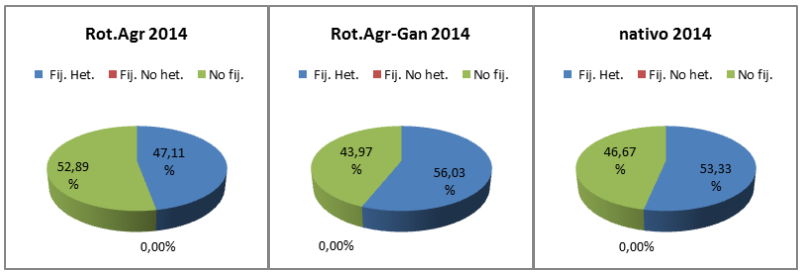


Figura N° 1 Porcentaje de grupos de cianobacterias en sitios de muestreo de Villa Mercedes, año 2014.

En el año 2014, los porcentajes son similares en los tres tratamientos, en el lote con rotación agrícola, el porcentaje de fijadoras heterocistadas es de 47,11% y el de no fijadoras de 52,89%; en el lote con rotación agrícola-ganadera, el 56,03% corresponde a cianobacterias fijadoras heterocistadas, y el 43,97% a no fijadoras; en el lote pastizal nativo, el 53,33% de las especies observadas corresponde a fijadoras con heterocisto, mientras que el 46,67% restante comprende a las especies no fijadoras.

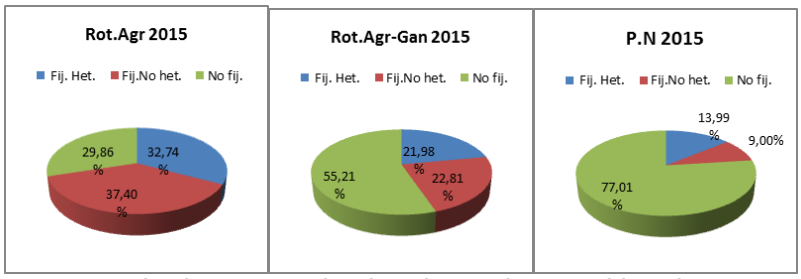


Figura N° 2 Porcentaje de grupos de cianobacterias en sitios de muestreo de Villa Mercedes, año 2015.

En el año 2015, se observa una mayor variabilidad en los porcentajes de cada grupo. En la rotación agrícola, el 37,4% es ocupado por especies fijadoras no heterocistadas, el 32,74% por fijadoras con heterocisto y el 29,86% por no fijadoras. En la rotación agrícola-ganadera, las proporciones difieren, el 55,21% corresponde a cianobacterias no fijadoras de nitrógeno atmosférico, el 22,81% a fijadoras sin heterocisto y el 21,98% a fijadoras heterocistadas. Por último, en el tratamiento con pastizal natural, las especies no fijadoras ocupan el 77,01%, las fijadoras heterocistadas el 13,99% y las fijadoras no heterocistadas en 9%.
En cuanto a las especies identificadas, podemos mencionar:

	Año 2014			Año 2015		
	Rot. Agr.	Rot. Agr-Gan	PN	Rot. Agr.	Rot. Agr-Gan	PN
Nostoc calcicola Brebisson Ex Born et Flah	X	X	X	X	X	X
Nostoc muscorum Ag Ex Born et Flah					X	
Nostoc amplissimum Setchell				X		X
Oscillatorias animalis Ag		X				X
Oscillatoria subbrevis Schnildle	X	X	X	X		
Oscillatoria simplicissima Gomont					X	
Phormidium bohneri Schmidle				X	X	X
Phormidium rubroterricola Gardner		X				
Phormidium angustissimum W et G.S West				X		
Anabaena oryzae Fritsch		X	X			
Calothrix clavata West, G.S		X				
Lyngbya sp.		X				
Nodularia sp.					X	

DISCUSIÓN:
Los suelos sometidos a prácticas de manejo agrícolas presentan una mayor proporción de cianobacterias fijadoras de nitrógeno y un mayor porcentaje de especies heterocistadas, debido a la escasa proporción de este nutriente comparado con suelos sometidos a rotaciones agrícolas-ganaderas y prístinos. Esta condición de suelos con escasa disponibilidad de nitrógeno inorgánico favorece la dominancia de especies fijadoras de nitrógeno, las cuales tienen la capacidad de diferenciar células especializadas para tal fin llamadas heterocisto. (Madigan *et al.,* 1997) (Flores & Herrero, 1994). (Suquilanda, 2008; Zancan *et al.*, 2006; Serri *et al*., 2015 a y b; Fernández Belmonte *et al.*, 2015;Sueldo *et al*., 2016 a y b).En la rotación agrícola-ganadera del año 2015, aumenta la proporción de especies no fijadoras frente a la rotación agrícola, esto puede atribuirse al aporte de nitrógeno realizado por fijación biológica mediante simbiosis *Rhizobium*-leguminosa y a los residuos de baja relación carbono/nitrógeno del cultivo de alfalfa. En el suelo prístino hay un aumento en la proporción de cianobacterias no fijadoras debido al aporte de nitrógeno

orgánico, propio de suelos sin disturbios. (Stewart, 1980; Starks *et al.*, 1981; Tomaselli & Giovannetti, 1993).
En el año 2014, en todos los tratamientos se observa que las especies fijadoras de nitrógeno desarrollaron heterocisto, estos resultados pueden deberse a factores ajenos a las prácticas de manejo, tales como las precipitaciones quienes en abundancia provocan el lavado del nitrógeno del suelo, explicándose así el desarrollo de los heterocistos.
Debido a esto, podemos decir que para comprender la dinámica de las algas verde-azuladas en el suelo, dos años de muestreo tal vez no sean suficientes, además es importante destacar que el accionar de otros factores pueden afectar el comportamiento del suelo sumado al tipo de uso del mismo.

CONCLUSIÓN:
En la región semiárida argentina, los cambios en el uso de suelos prístino a explotaciones agrícolas y agrícolas-ganaderas modifican la comunidad de cianobacterias, aumentando el predominio de las fijadoras heterocistadas con el consecuente decrecimiento de las no fijadoras. De esta forma, se favorecen las especies de mayor aptitud al aporte de nitrógeno en el suelo. Por lo anteriormente expuesto se observa que las cianobacterias edáficas, pueden ser utilizadas como herramientas de manejo de suelos y posibles bioindicadoras de calidad de los mismos especialmente en ambientes áridos y semiáridos.

BIBLIOGRAFÍA:
Adhilkary P. S. y Pattanaik B. 2012 Cyanobacterial Biofertilizar for Rice: Present Statusand Future Prospects. En Handbook of Microbial Biofertilizers. (Ed.) Rai M. K. pp. 441
Aguirre, J., Irizar, M., Durán, A., Grajeda, O., Peña, M., Loredo, C., y otros. (2009). *Los Biofertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México.* México: Centro de Investigación Regional Pacífico Sur Campo Experimental Rosario Izapa.
Bailey D., Mazurak A. and Rosowski J. 1973. Agregatoion of soil particles by algae. Journal Phycol. 9: 99-101
Falchini L., Sparvoli E. and Tomaselli L. 1996. Effect of Nostoc (Cyanobacteria) inoculation on the structure and stability of clay soils. Biology and fertility of soils. *23*(3): 346-352
Fernandez Belmonte M., Zitnik D., Chiofalo S., Manrique M., Serri D., Chevarría D., Oberto R., Boccolini M., Galarza C., Miranda J., Basanta M., Alvarez C., Vettorello C., Apezteguía H., Moreno I., Marzari R., Cholaky C., y Vargas Gil S. "Relevamiento de cianobacterias en suelos de la región pampeana". CONEBIOS. IV Congreso Nacional de Ecología y Biología de Suelos. Abril 2015. Esquel. Chubut.
Fernández Belmonte, M.C. y Niementz S. 2005. "Relevamiento de la ficoflora edáfica de zonas cercanas a Villa Mercedes(San Luis, Argentina)". Revista del VII Congreso de Ficología de Latinoamérica y El Caribe. Cuba
Fernández Belmonte, M. C. y Polizzoto J. 2006. "Efecto de algas edáficas en la agregación de suelos en una zona cercana a Villa Mercedes" Revista del XX Congreso Argentino de Ciencia del Suelo.
Fernández Belmonte, Manrique, Martínez Carretero, Dalmasso, Carosio, Andersen y Junqueras.2007. Ficoflora Edáfica Autóctona en Llancanelo. I Reunión Conjunta de Sociedades de Biología de la República Flores E. and Herrero A. 1994. Assimilatory Nitrogen Metabolism and Its Regulation. En: The Molecular Biology of Cyanobacteria. D. A. Bryant(ed) Sevilla, España. pp. 487–517.
Fernández Belmonte M. C, M. Manrique, E. Martínez Carretero, A. Dalmasso, C. Carosio, A. Andersen y M. J. Junqueras.2008 b "Relevamiento de la Ficoflora Edáfica Autóctona en la Reserva de Llancanelo Revista del XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 2008**.** ISBN Nº: 978-987-21419-9-8. Pag: 102-107
Fernández, M. C.y Vigna, S. 1999 "Aspectos taxonómicos y ultraestructurales en *Oscillatoria acuta, O. Animalis y O. Proteus (Cyanophyta, Hormogonales*)". Revista Gayana Botanica 56 (1), 1999 (Chile).
Flores E. and Herrero A. 1994. Assimilatory Nitrogen Metabolism and Its Regulation. En: The Molecular Biology of Cyanobacteria. D. A. Bryant(ed) Sevilla, España. pp. *487–517*

Madigan M. T., Martinico J. M. & Parker J. 1997. Brock Biología de los microorganismos. 8° Edición, PRETICE may, Madrid España. 1064 p.
Malam Issa O., Defargue C., Le Bisonaris L., Marin B., Duval O., Bruan A., D´Acqui L. P., Nordenberg S. and Annerman M. 2007. Effects of the inoculation of cyanobacteria on the microstructure and the structural stability of a tropical soil. Plant Soil 290: 209–219
Manrique M, Fernández Belmonte C, Carosio C, Chiófalo, S y M Junqueras. 2012 "Algal cruts in Salinas del Bebedero (San Luis, Argentina)". *Biocell ISSN 0327-9545*
Manrique M, Fernández Belmonte C, Carosio C, Chiófalo, S y M Junqueras. "Biodermas algales asociadas a cactáceas en Lomas Blancas, San Luis"(En imprenta) Segundo Libro de Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina.2014. ISBN 978-987-9132-40-1
Rippka R. 1972. Photoheterotrophy and chemoheterotrophy among unicellular blue-green algae. Archiv Für Microbiologie 87, 93-98.
Rippka R, Deruelles J, Waterbury J, Herdman M y Stanier R. 1979. Generic Assignmente, Strain Histories and Propieties of Pure Culture of Cyanobacteria. Journal of General Microbiology. 111: 4-23
Roger S. L. and Burns G. R. 1994. Changes in aggregate stability, nutrient status, indigenous microbial populations, and seedling emergence, following inoculation of soil with *Nostoc muscorum.* Biol Fertil Soils.18: 209-215
Serri D., Chevarría D., Oberto R., Fernandez Belmonte M., Zitnik D., Chiofalo S., Manrique M., Boccolini M., Galarza C., Miranda J., Basanta M., Alvarez C., Vettorello C., Apesteguía H., Moreno L., Marzari R., Cholaky C. Y Vargas Gil S. 2015.a"Uso del suelo: efecto sobre poblaciones microbianas y sus actividades y sobre indicadores químicos" CONEBIOS IV Congreso Nacional de Ecología y Biología de Suelos. Esquel. Chubut
…….b."Efecto de la agriculturización sobre los microorganismos y secuestro de carbono en suelo". CONEBIOS. IV Congreso Nacional de Ecología y Biología de Suelos. Esquel. Chubut.
Stewart, W.D.P. 1980 Systems involving blue-green algae (Cyanobacteris). *Annual Review of Microbiology* 34, 497-529.
Starks, T.L., Shubert, L.E & Trainor, F.R 1981 Ecology of soil algae: a review. *Phycologia* 20. 65-80
Sueldo R, Fernandez Belmonte M C, Chiofalo S, Manrique M, Rosa S, Dalmaso F, Carosio M C, Junqueras, FICA,FQBQyF (UNSL), CONICET. San Luis. Argentina. 2016 a."Survey on cyanobacteria presence on the agricultural land of las mellizas establishment (San Luis)".
……..b.Sueldo R[1], Fernandez Belmonte M C[1], Manrique M[1], Chiofalo S[1], Carosio M C[2], Jumqueras M[2], Vargas Gil S[3]. [1]FICA, [2]FQBQyF (UNSL), [3](IPAVE, CIAP-INTA)-CONICET. San Luis. Argentina. "Relevamiento de cianobacterias en campo agrícola-ganadero del establecimiento Virgen de Luján (San Luis).
Suquilanda, M. (2008). El deterioro de los suelos en Ecuador y la producción Agrícola. *XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo* (págs. 1-56). Quito: Universidad Central del Ecuador.
Tomaselli L. and Giovannetti L. 1993. Survival of diazotrophic cyanobacteria in soil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology.* 9, 113-116
Zacan S.,Trevisan R., Paoletti M., 2006 "Soil algae composition under different agro-ecosystems in North-Eastern Italy" Article in agriculture ecosystems & environment · january 2006
Zhang Y. M. 2005. The microstructure and formation of biological soil crusts in their early developmental stage. Chin Sci Bull 50(2): 117–121
Zulpa de Caire G., Storni de Cano M., Zaccaro de Mulé M., Palma M. R. and Colombo K. 1997. Exopolysaccharide of *Nostoc muscorum* (Cyanobacteria) in the aggregation of soil particles. Journal of Applied Phycology 9: 249–253

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EFECTO DE LA SALINIDAD EN DESARROLLO DE CULTIVO ENERGÉTICO DE SAUCE "SOVENY AMERICANO" CON REHUSO DE EFLUENTES

López, L.[1], Bustamante, J.[2], Llera, J.[2]

[1] Auxiliar ad honorem, Cátedra de Dasonomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. – ing.lopez.lucas@gmail.com
[2] Docentes investigadores, Cátedra de Dasonomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Alte. Brown 500, Chacras de Coria (Mendoza) – jbustamante@fca.uncu.edu.ar jllera@fca.uncu.edu.ar

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es el estudio de la relación entre salinidad y supervivencia y producción de biomasa en el híbrido de sauce "Soveny Americano". El ensayo se realizó en la localidad de El Pastal, en la zona norte de Mendoza. Los suelos son de textura franco, franco-arenosa, con manchas de texturas más finas; frecuentemente salinos con presencia de flora halófita y una freática relativamente dulce (entre 1,5 y 1,8 dS m^{-1}) que fluctúa entre los 0,80 y 2 metros de profundidad. En este trabajo se utilizó una densidad de plantación de 10000 plantas ha^{-1} con turnos de corta cada dos años. Las parcelas estuvieron compuestas por 100 plantas y se dispusieron mediante bloques al azar. Las variables medidas fueron: Salinidad (Cees) extrayendo muestras con barreno a una profundidad de 0,8 m; y en los forestales se midió peso fresco de madera producida y porcentaje de supervivencia de cada parcela. A lo largo del tiempo se observa como el valor de salinidad fue variando desde valores cercanos a 4 dS m^{-1} con diversos ascensos y descensos llegando a valores finales del orden de los 4,7 dS m^{-1}. Pese a estas variaciones de conductividad no manifestó estrés salino en los individuos, probablemente debido al consumo de agua desde la freática del mismo suelo. El abundante consumo de agua por parte de la especie explica el aumento relativo de la conductividad en el suelo; dado que no hubo una cantidad de agua excedente que permitiera un proceso de lixiviación. La supervivencia de las parcelas al finalizar el ciclo de cortas, desde el 2007 al 2015, tomo el valor promedio de 77%. En cuanto a la producción de madera para biomasa el rinde máximo alcanzado fue de 9,4 kg por planta, en cambio el menor peso registrado fue de 5,7 kg por planta.

PALABRAS CLAVE: Biomasa, salicáceas, salinidad

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO-ESTRUCTURAL DE UN CULTIVO DE *Thinopyrum ponticum* CON HISTORIA DE PASTOREO CONTINUO EN UN ÁREA DEPRIMIDA DE VILLA MERCEDES (SAN LUIS)

Privitello, MJL, OS Vetore, EG Gabutti, EF Bacha, OM Ruiz, RU Harrison, ST Rosa, L Mirco.

UNSL. 25 de Mayo 384 V. Mercedes (San Luis). lilianaprivitello@hotmail.com

RESUMEN: Los suelos de bajos salinos pueden ser mejorados a través de la siembra de especie forrajeras adaptadas a esos ambientes, como *Thinopyrum ponticum* "agropiro alargado". Este estudio se llevó a cabo sobre un cultivo de agropiro alargado sometido a un período de descanso luego de ser pastoreado de manera continua. Se demarcaron dos sitios: a) cultivo de *T. ponticum* en sector bajo *b)* mezcla de *T. ponticum y Eragrostis curvula* (pasto llorón) en sector medio por su pendiente. Para ambos sitios se propuso evaluar las características edáficas para caracterizar la salinidad del suelo de un área deprimida de Villa Mercedes (San Luis) y el comportamiento productivo-estructural de *T. ponticum*, después de un prolongado período de sobrepastoreo y posterior descanso en época de pleno crecimiento. Los valores de conductividad eléctrica (CE) indican que el área constituye un bajo con reducida salinidad (rango de CE: 0,6 a 3 dS m^{-1}), alta MO (materia orgánica) y elevados valores de pH (> 8,2). La CE guarda relación con la pendiente, indicando mayor concentración salina en el sector más bajo. Al considerar el perfil del suelo entre 0-60 cm, en cualquier sector con agropiro, CE tiende a ser mayor en los estratos inferiores. Existió correlación directa entre CE con algunas variables estructurales y productivas del cultivo de agropiro e inversa en los casos de pasto llorón. El cultivo de agropiro, a pesar de ser sometido a pastoreos continuos prolongados, tiende a disminuir la CE del suelo en la zona de plena actividad de raíces (0-20 cm). Los valores de MO y CE, indican el impacto de esta forrajera sobre un suelo que inicialmente tenía menor contenido de MO y mayor CE en la zona de exploración radicular. La densidad de plantas actual muestra la recuperación del cultivo luego de un prolongado pastoreo continuo en el sitio bajo más salino. Con condiciones ambientales favorables, agropiro manifiesta una promisoria mejoría productiva ante una larga historia de sobrepastoreo. Presenta un comportamiento productivo más activo para su restablecimiento en el sector más bajo y salino, alejado del agua de bebida y comederos.

PALABRAS CLAVES: bajo salino, recuperación agropiro, sobrepastoreo.

INTRODUCCIÓN:

Los suelos de bajos salinos pueden ser mejorados a través de la siembra de especie forrajeras adaptadas a esos ambientes, como *Thinopyrum ponticum* "agropiro alargado", sin descuidar el manejo de su implantación y uso optimizado bajo pastoreo. Variedades de agropiro alargado y criollo (*Elymus scabrifolius*) pueden utilizarse como forrajeras para llevar a cabo actividades de manejo y restauración en áreas con condiciones de estrés salino (Jauregui et al., 2017).

Agropiro alargado es una excelente gramínea forrajera perenne del tipo C3, de textura dura y áspera, uno de los aspectos negativos que se le suele endilgar es su calidad. Este factor se puede mitigar con un adecuado manejo del pastoreo. Pasturas que se han dejado

encañar o se han diferido tienen una alta acumulación de forraje, principalmente, muerto en pie. Según estudios realizados en el INTA Rama Caída, presenta un crecimiento inicial lento, resulta mínimo en invierno y principio de primavera, en cultivos estabilizados se desplaza al otoño.
El tenor proteico en otoño, invierno y primavera es del 10 %. El valor relativo de MS varía entre 28 a 38 % en otoño y fines del verano, respectivamente. Agropiro alargado se comporta en otoño-invierno como una especie balanceada en nutrientes (Privitello, et al., 2004).
Comparando varias especies forrajeras, agropiro alargado mostró ser tolerante, en germinación y acopio de biomasa, al contenido salino, siendo muy sensible en germinación la especie *Chloris gayana* y en producción de biomasa, *Melilotus albus* (Priano Pilatti, 1988).
Varios estudios indican que presenta una reducción en la producción de forraje del 10 al 20% con valores de conductividad eléctrica (CE) entre 7,5 a 12 dS m^{-1}, respectivamente, en la zona de exploración radicular. El umbral máximo de tolerancia a contenidos de sales es de 20 dS m^{-1}.
Las hojas de agropiro son largas, crecen despacio y viven un largo período, la tasa de aparición de hojas es baja y, por lo tanto la capacidad de macollaje también es reducida. En consecuencia, una pastura de agropiro presenta pocos macollos de gran tamaño y una tasa de crecimiento lenta acompañada por un bajo ritmo de recambio de hojas. Estas características morfogenéticas y estructurales les confieren una respuesta de crecimiento lenta ante el pastoreo. En la medida en que la frecuencia de defoliación se ajuste a la dinámica el recambio foliar de la pastura se favorecerá la manifestación del crecimiento genéticamente determinado (Colabelli et al., 1998).
Este estudio se llevó a cabo sobre un cultivo de agropiro alargado sometido a un período de descanso luego de ser pastoreado de manera continua. Se demarcaron dos sitios: a) cultivo de *T. ponticum* en sector bajo *b)* mezcla de *T. ponticum y E. curvula* (pasto llorón) en sector medio por su pendiente. Para ambos sitios, se propuso evaluar las características edáficas para valorar la salinidad del suelo de un área deprimida de Villa Mercedes (San Luis) y el comportamiento productivo-estructural de *T. ponticum*, después de un prolongado período de sobrepastoreo y posterior descanso en época de pleno crecimiento. Como objetivos específicos se plantean:
1. Comparar la CE, MO y pH del suelo según la variación de la pendiente y sitios de vegetación. 2. Evaluar la recuperación de la sp. *T. ponticum* luego de 10 años de pastoreo continuo a través de la producción de MS, cantidad relativa de hojas, densidad y cobertura de plantas. 3. Evaluar la variación de la CE en el perfil del suelo y su relación con variables edáficas, producción de MS forrajera y estructura de la vegetación en un cultivo de *T. ponticum* sometido a sobrepastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS:
En un área deprimida (7 ha) perteneciente al campo experimental de Ing. Agronómica de la UNSL, ubicado en Villa Mercedes (S.L.), e implantada con *T. ponticum*, se evaluaron cambios estructurales de la vegetación forrajera, cobertura de mantillo (M) y porcentaje de suelo desnudo (SD), CE, materia orgánica (MO) y pH del suelo.
La gramínea forrajera se sembró en marzo de 1996 y oportunamente se le determinó una densidad de 42 plantas/m^2. Al cuarto año se logró un stand de 34 ± 8 plantas/m^2 con una superficie media de corona por planta de 38 ± 10 $cm^{2.}$ Los resultados del análisis de suelo realizados en la primavera del año 2000, indican para dicha área: 2,68% de MO, pH: 7,47 y CE: 0,76 dS.m^{-1}, en promedio (Harrison et al., 2004)
En el siglo XX e inicio del XXI (hasta 2008), los valores anuales de precipitación de Villa Mercedes, han sostenido una tendencia creciente, situándose por encima de los 600 mm.$año^{-1}$ a partir de 1950. En los primeros años del siglo XXI (2000-2008) respecto del siglo pasado (1903-1999), se aprecia una participación superior de lluvias estivales (45-41%) y otoñales (15-12%), en detrimento de las precipitaciones primaverales (32-38%); manteniéndose constantes las invernales (8-9%) (Veneciano y Federigi, 2008). La tendencia de aumento de las precipitaciones, persiste.

El cultivo, desde 2006 al 2016, se sometió a pastoreo continuo con ganado equino con una carga equivalente a 1,30 EV ha^{-1}. A fines del invierno de 2016 (agosto) se retiraron los animales y descansó la pastura durante la época de activo crecimiento. En mayo de 2017, se analizaron las variables mencionadas en dos sitios diferentes por su paisaje topográfico (sector bajo y medio), composición botánica forrajera, densidad y cobertura de plantas de agropiro: a- monofítica de *T. ponticum* (sector bajo, con mayor densidad y cobertura de plantas, alejado del agua de bebida y comedero) y b- mezcla de *T. ponticum/E. curvula* (sector medio, con menor densidad y cobertura de plantas de agropiro, cercano al agua de bebida y comedero). Correspondientemente, los sitios se denominaron: a- agropiro bajo y b- agropiro medio. Pasto llorón se logró por una resiembra natural (año 2014, aproximadamente) como resultado del suministro y consumo de plantas cortadas (en fructificación) a los animales.

En cada sitio, se extrajeron 4 muestras compuestas a distintas profundidades del suelo (0-5, 5-20, 20-40 y 40-60 cm). Las cuales fueron analizadas para la determinación de la CE en pasta saturada a 15,5°C y pH en agua (1:2,5). En la parte media del área deprimida, se realizó una perforación para medir la profundidad del nivel freático.

Se colocaron 20 unidades al azar/sitio de 0,5 m^2 y registraron los valores de cobertura y número de individuos de especies forrajeras (*T. ponticum y E. curvula*), latifoliadas y *C. dactylon* (gramón). También se midió el porcentaje de SD y cobertura de mantillo.

En cada sitio de vegetación y pendiente, se cortó la biomasa aérea acumulada durante el período de reposo, utilizando como unidad de muestreo un marco de 0,5 m^2 (8 muestras por sitio). Las mismas se llevaron al laboratorio para la determinación de MS a 60°C hasta peso constante. También, se cosecharon 8 muestras de plantas/ sitio, las cuales se fraccionaron en hoja y tallo y determinó la cantidad relativa de cada fracción.

Se realizó análisis de la variancia no paramétrica (Kruskal Wallis, $p < 0,05$) para la comparación de variables edáficas y de la vegetación en distintos sitios y momentos, y solo para la variable MO la prueba T para muestras independientes (nivel de significación del 95% de confianza). Se aplicó análisis de correlación mediante el Coeficiente de Spearman ($p < 0,10$).

RESULTADOS:

Características edáficas del área deprimida: CE, MO y pH

Del análisis de la varianza no paramétrica (Kruskal Wallis) para las variables CE (dS.m^{-1}) y pH y prueba T para muestras independientes de MO (%), se deduce que la CE muestra diferencias significativas de medianas entre sitios de vegetación y pendiente ($p < 0,05$), siendo el sector bajo el de mayor CE (1,47 vs. 0,65) **(Figura 1**). La cantidad relativa de MO (promedio: 2,3 %), entre 5-20 cm de profundidad, resultó alta, sin mostrar variación con cambios de pendiente y sitios de vegetación forrajera ($p > 0,05$) (**Figura 2**). Los valores de medianas de pH entre 0-60 cm en los distintos sitios fueron homogéneos y altos (9,61-10,19) (**Figura 3a**), siendo más bajo (8,48) en los primeros 20 cm del perfil del sector medio (**Figura 3b)**

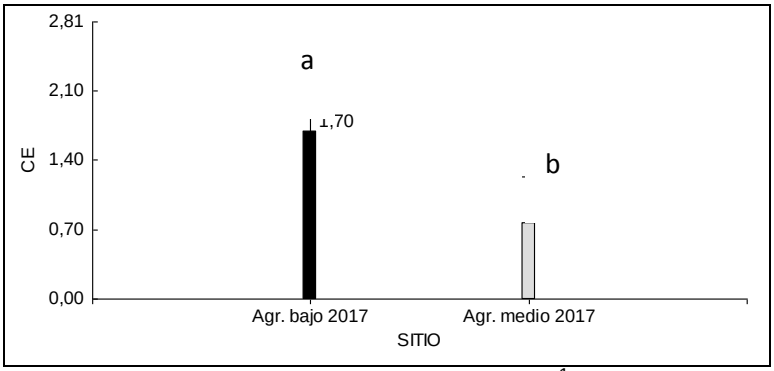


Figura 1. Conductividad eléctrica promedio (CE en dS m^{-1}) del suelo (0-60 cm) en sitios distintos de pendiente y vegetación (mediana/sitio: bajo: 1,47 – medio: 0,65)

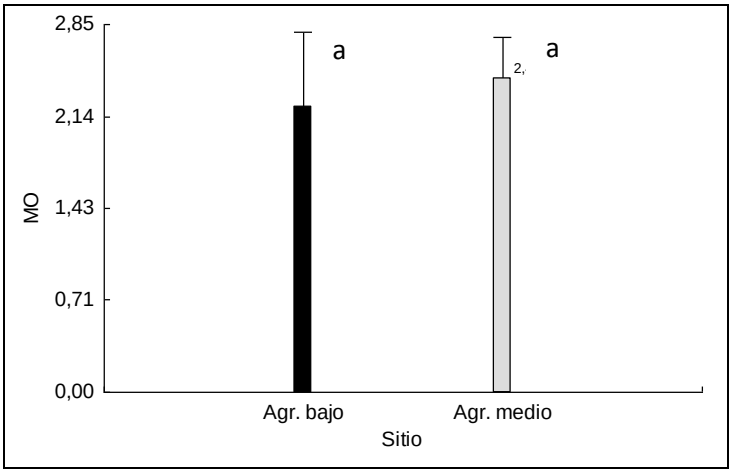


Figura 2. Contenido de MO (%) del suelo promedio (5-20 cm) en sitios distintos de pendiente y vegetación

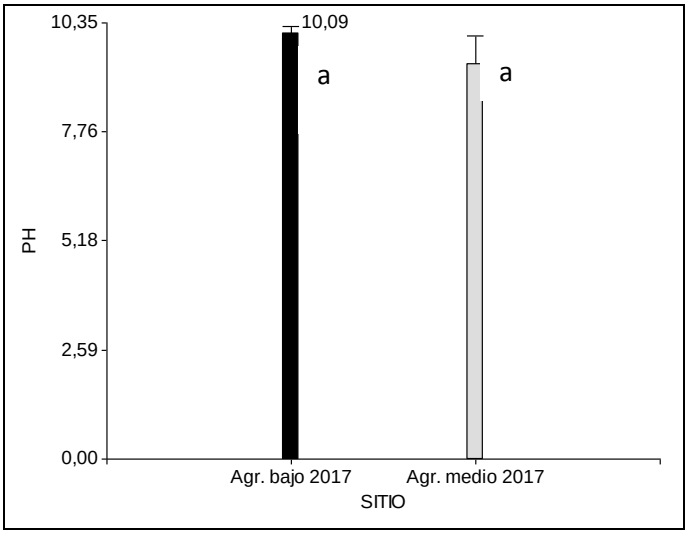


Figura 3 a. pH promedio del suelo (0-60 cm) en sitios distintos de pendiente y vegetación (mediana/sitio: bajo: 10,19 – medio: 9,61)

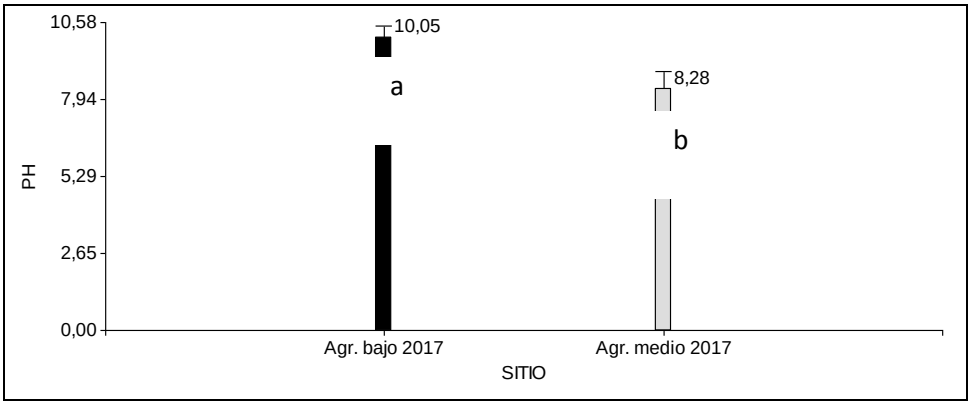


Figura 3 b. pH promedio del suelo (0-20 cm) en sitios distintos de pendiente y vegetación (mediana/sitio: bajo: 10,19 – medio: 8,48)

Recuperación de un cultivo de *Thinopyrum ponticum* sometido a sobrepastoreo, por permanencia continua de animales en el potrero, según la producción de MS, cantidad de hojas, densidad y cobertura de plantas

Se comparó la producción de MS acumulada (kg/ha), cantidad relativa de hojas y densidad de plantas por superficie de un cultivo de agropiro al año de su implantación (1997) y luego de un período de descanso tras ser sometido a diez años de pastoreo continuo (sitios: agropiro bajo y agropiro medio).

La producción acumulada de MS durante el período de descanso (agosto/2016-mayo/2017) del sitio bajo representó el 23% y la del medio el 3% de la generada al primer año de implantación (11.128 kg ha^{-1}) ($p < 0,05$), mientras que la de pasto llorón en este último sitio fue mayor (856 kg MS ha^{-1}) con 2 plantas m^{-2} y 34 % de cobertura (**Figura 4**).

Se observó una mayor recuperación de la biomasa foliar (52%), como así también de densidad de plantas, en el sitio más bajo y con mayor CE (0,99 vs. 0,76 dS m^{-1}) (**Figuras**: **4 y 5**). La densidad promedio de plantas/m^2 de agropiro en el sector bajo (29) resulta un indicador de la recuperación del cultivo ante condiciones de sobrepastoreo, al compararla con la del cultivo al año de implantación (42).

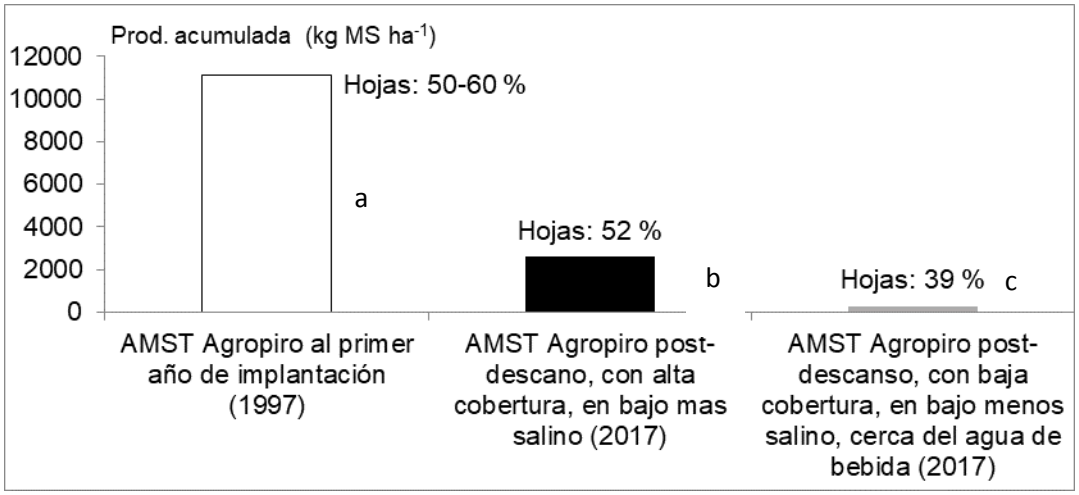


Figura 4. Producción de MS acumulada y cantidad relativa de hojas de agropiro (promedios) al año de implantación y posterior descanso ante un sobrepastoreo

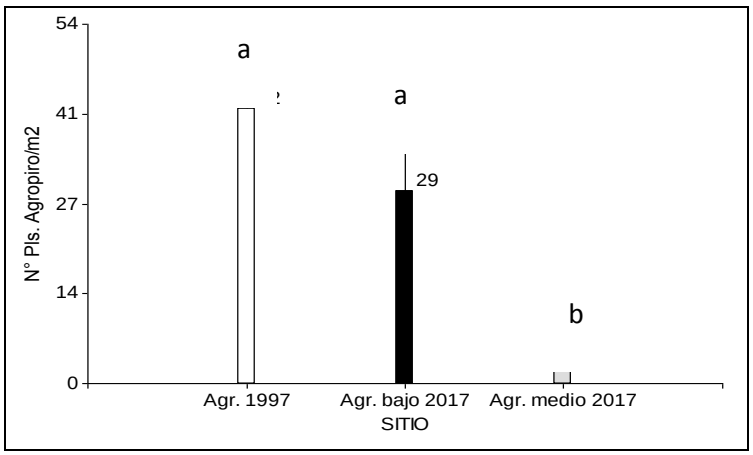


Figura 5. Densidad de plantas media por superficie de *Thinopyrum ponticum* al año de implantación y posterior descanso ante un sobrepastoreo en distintos sitios de vegetación y pendiente (mediana/sitio: bajo: 30 – medio: 2 y en 1997: 45)

Luego del período de reposo, al comparar ambos sitios a través de la producción de MS, densidad de plantas y cobertura de agropiro, coberturas de latifoliadas, gramón y mantillo y cantidad relativa de SD, se detectaron diferencias en todas las variables ($p < 0,05$), excepto en la cobertura de gramón y SD ($p > 0,05$) (**Tabla 1**). En el sector medio la mejor expresión en crecimiento de pasto llorón, dada por su producción, cobertura y dinámica, como así

también la cobertura de latifoliadas y gramón parecen afectar los rendimientos de MS y estructura de agropiro (cobertura), así como su cercanía al agua de bebida y comedero. Ambos sitios se caracterizaron por presentar bajo SD, sin embargo la cobertura de mantillo fue mayor en el sector medio; siendo éste el menos productivo en forraje, las especies latifoliadas principalmente anuales y con alta cobertura contribuyeron a un mayor aporte de material senescente.

Tabla 1. Comparación de medianas de cobertura de *Thinopyrum ponticum*, latifoliadas, *Cynodon dactylon* y mantillo (%), producción acumulada (kg MS ha^{-1}) y densidad de plantas de *Thinopyrum ponticum* (N° Pl m^{-2}) y suelo desnudo (%). Medias entre paréntesis

Sitio	Prod. Agr.	Cob. Agr.	Cob. Latif	Cob. Gramón	N°Pls. Agr	SD	M
Bajo	2740a (2596)	37a (43)	0,2b (12)	63a (46)	30a (29)	0,1a (4)	0,2b (4)
Medio	40b (289)	0,1b (9)	15a (34)	62a (50)	2b (5)	0,2a (2)	15a (14)

Al correlacionar (coeficiente Spearman, $p < 0,1$) las variables de producción, densidad y cobertura de pasto llorón, las coberturas de latifoliadas y gramón con la producción de *T. ponticum*, la densidad de plantas y cobertura de agropiro son las que mayor relación positiva presentaron (0,88 y 0,69, respectivamente), mientras que la cobertura de latifoliadas y gramón manifestaron correlación negativa, siendo mayor la de latifoliadas (-0,66 y -0,46, respectivamente). La producción y cobertura de pasto llorón tuvo menor correlación (0,53), y su baja densidad no incidió sobre el rendimiento de agropiro (-0,35). SD y M tampoco mostraron relación con la producción de *T. ponticum* (< 0,23). La competencia con otras especies afecta el restablecimiento del cultivo.

Variación de la CE en el perfil del suelo y su relación con variables edáficas y productivas-estructurales de la vegetación en un cultivo de agropiro

La variación de la CE en los estratos superiores del suelo (0-20 cm), considerando el cultivo de *agropiro* al año de implantación y luego de 10 años de pastoreo continuo en dos sitios diferentes de vegetación y pendiente, indica una disminución de la salinidad en la zona de exploración de raíces pese al sobrepastoreo ($p < 0,05$). Comparando la CE reciente de ambos sitios a distintas profundidades (0-20, 20-40, 40-60 cm), fue significativamente mayor en los niveles inferiores del suelo ($p < 0,05$), siendo el sector bajo el de mayor contenido en sales (**Figura 6**).

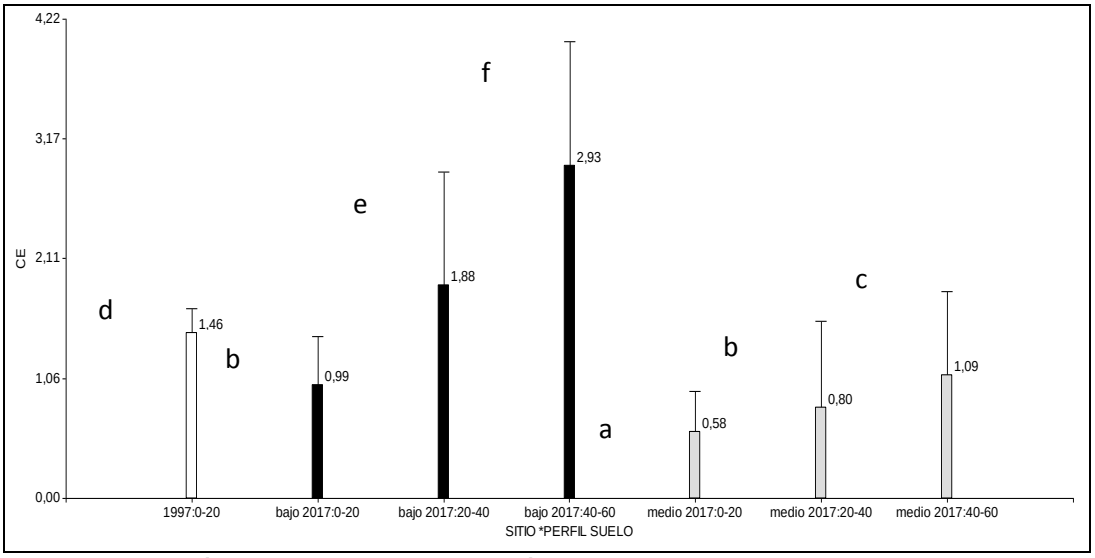


Figura 6. Variación de la conductividad eléctrica promedio (CE en $dS.m^{-}$) a distintas profundidades de suelo (cm) en un cultivo de *Thinopyrum ponticum* al año de implantación y

luego de un pastoreo continuo (mediana/sitio en orden de niveles de profundidad: bajo: 0,82; 1,91; 2,97 y medio: 0,47; 0,70; 1,10 y en 1997: 1,50)

En el estrato superior del suelo (0-20 cm), los incrementos de valores de MO (2,3 %, promedio sitios), CE (sector medio: 0,58 $dS.m^{-1}$ y sector bajo: 0,99 $dS.m^{-1}$) y pH (9,7 promedio sitios) advierten el efecto de esta forrajera sobre un suelo que, al año de implantación, tenía 1% de MO y presentaba mayor conductividad eléctrica (1,46 $dS.m^{-1}$ y menor pH (7,41) en los primeros 20 cm.
Al correlacionar la CE (0-20 cm) con las variables: densidad de plantas y acumulación de MS del cultivo de *T. ponticum* al año de su implantación y luego del pastoreo continuo en ambos sitios, la producción de MS presentó mayor correlación positiva con CE que la densidad de plantas ($p < 0,05$) (**Tabla 2**). Por lo que el estado del cultivo, en términos de rendimientos de MS, resultó un indicador del contenido de sales del suelo.

Tabla 2. Análisis de correlación de Spearman entre la conductividad eléctrica (CE) del suelo (0-20 cm) con densidad de plantas y producción de MS de un cultivo de *Thinopyrum ponticum* en distintos momentos y estados de defoliación

Variable (1)	Variable (2)	Spearman	p-valor
CE	CE	1,00	<0,0001
CE	N° Pls. Agropiro/m^2	0,43	0,0341
CE	**Prod. MS Agropiro (kg MS/ha)**	**0,61**	**0,0015**

Luego del período de descanso por sobrepastoreo, se correlacionó la CE de los dos sitios, a distintas profundidades de suelo, con otras variables como: pH, variables estructurales de vegetación (densidad de plantas y cobertura), producción de MS acumulada de las especies forrajeras, cobertura de mantillo (M) y porcentaje de suelo desnudo (SD) del cultivo *T. ponticum.* Del análisis de los coeficientes de Spearman se deduce que la cobertura, densidad de plantas y producción acumulada de agropiro resultan las variables con mayor correlación positiva ($p < 0,10$). La producción de la especie pasto llorón y cobertura de latifoliadas presentaron una relación negativa con CE ($p < 0,05$), siendo la primera la de mayor coeficiente. Pasto llorón requiere suelos sueltos (arenosos-franco-arenosos), preferentemente en lomas y medias lomas no inundables (pH 6 a 7,5) y, a diferencia de agropiro, no tolera alta salinidad edáfica. (**Tabla 3**). La cobertura de agropiro también resulta indicadora de la salinidad del suelo.

Tabla 3. Análisis de correlación de Spearman entre conductividad eléctrica (CE) (0-60 cm de profundidad) y variables de suelo y vegetación

Variable (1)	Variable (2)	Spearman	p-valor
CE	CE	1,00	<0,0001
CE	pH	0,39	0,0285
CE	SD (%)	0,02	0,9108
CE	M (%)	- 0,21	0,2405
CE	**Cob. Agropiro (%)**	**0,49**	**0,0049**
CE	Cob. P. Llorón (%)	- 0,39	0,0294
CE	Cob. Gramón (%)	0,14	0,4433
CE	**Cob. Latifoliadas (%)**	**- 0,40**	**0,0232**
CE	**Prod. Agropiro (kg MS/ha)**	**0,45**	**0,0627**
CE	**Prod. P Llorón (kg MS/ha)**	**- 0,49**	**0,0402**
CE	**N° pls. Agropiro/m^2**	**0,41**	**0,0914**
CE	N° pls. P Llorón/ m^2	- 0,34	0,1006

CONCLUSIONES:
Para las condiciones ambientales de ésta área deprimida y de manejo de un cultivo de agropiro, se concluye:

- Los valores de conductividad eléctrica (CE) indican que el área constituye un bajo con reducida salinidad, alta MO y por los valores de pH (> 8,2), presumiblemente, presenta sodio en exceso.
-La conductividad eléctrica (CE) guarda relación con la pendiente, indicando mayor concentración salina en el sector más bajo. El sitio medio se clasifica como "muy ligeramente salino" (rango de CE según profundidad: 0,6 a 1 dS m^{-1}) y el sitio bajo "ligeramente salino" (rango de CE según profundidad: 1 a 3 dS m^{-1}). Al considerar el perfil del suelo entre 0-60 cm, en cualquier sector con agropiro, la CE tiende a ser mayor en los estratos inferiores. En el área deprimida, la cobertura del suelo con especies forrajeras largamente perennes como agropiro y pasto llorón, con extensos sistemas radiculares, en sitios con moderada CE del suelo y alta humedad edáfica mantienen las sales en profundidad aún después de un largo periodo de sobrepastoreo.
-La relación directa entre CE con variables estructurales y productivas del cultivo de agropiro e inversa con las de pasto llorón, indican una mejor adaptación de agropiro en suelos con CE moderadas como el evaluado. La producción de MS acumulada y la cobertura de la forrajera en cuestión son representativas de la salinidad del suelo.
-El cultivo de agropiro, a pesar de ser sometido a pastoreos continuos prolongados, tiende a disminuir la CE del suelo en la zona de plena actividad de raíces (0-20 cm de profundidad). Estudios posteriores deberán corroborar si esto corresponde a una movilización de las sales a estratos inferiores del suelo favorecida por la cobertura vegetal, considerando que en ausencia de vegetación, las condiciones físicas e hídricas del suelo, en conjunción con las climáticas, podrían estimular su ascenso.
-Los valores de MO y CE en ambos sitios, indican el impacto de esta forrajera sobre un suelo que inicialmente tenía menor contenido de MO y presentaba mayor CE en la zona de exploración radicular. La densidad de plantas actual denota la recuperación del cultivo luego de un prolongado pastoreo continuo en el sitio bajo ligeramente salino. Con condiciones ambientales favorables (baja salinidad, alta MO, nivel freático a escasa profundidad, aumento de precipitaciones en la zona de estudio), agropiro manifiesta una promisoria mejoría productiva ante una larga historia de sobrepastoreo. Luego de un período de descanso en la época de pleno crecimiento, esta especie presenta un comportamiento productivo más activo para su restablecimiento en el sector más bajo y salino, alejado del agua de bebida y comederos.

BIBLIOGRAFÍA:

Colabelli, M., M Agnusdei, A Mazzanti, & M Labreveux. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de las gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. *Boletín Técnico Nº 148.* Sec. de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. INTA Balcarce, Fac. de Ciencias Agrarias, UNMdP. Prov. Bs. As. EEA Balcarce, INTA. Escuela de Posgrado en Prod. Animal. FCA, UNMdP.

Harrison, RU., R Allbarracín, C Rivoiro, HD Seibane, E Rojas, & MJL Privitello. 2004. Forraje acumulado en otoño, invierno y primavera en una pastura de agropiro alargado sobre un suelo salino de la provincia de San Luis (Argentina). En *Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño*. Editores: Privitello MJL y Gabutti EG. En soporte electr. ISBN: 987-43-7875-1. 43-44.

Jauregui CG., M A Ruiz, & RD Ernst. 2017. Tolerancia a la salinidad en plántulas de agropiro criollo (*Elymus scabrifolius*) y agropiro alargado (*Thinopyron ponticum*). *Pastos y Forraje.* Vol.40 - N°.1. Matanzas. Versión on-line. ISSN: *2078-8452*

Priano, L. J. & MA Pilatti. 1989. Tolerancia a la salinidad de forrajeras cultivadas. *Ciencia del Suelo.* Vol. 7 – N° 1 -.2

Privitello, MJL, RU Harrison & MB Romero. 2004 Respuesta productiva a cortes estacionales de *Elytrigia elongata* (agropiro alargado*).* En *Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño*. Editores: Privitello MJL. y Gabutti EG. En soporte electrónico. ISBN: 987-43-7875-1. 45-47.

Veneciano, JH. & ME Federigi. 2008. Las lluvias de Villa Mercedes en el inicio del siglo. Actas XVI Jornadas *Cuidemos Nuestro Mundo* (UNSL). San Luis. 49-53.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

ESTRUCTURA VERTICAL DE UNA PASTURA DE *Thinopyrum ponticum* EN EL PRIMER AñO DE EXCLUSION DE PASTOREO, EN DIFERENTES CONDICIONES DE SALINIDAD DEL SUELO.

Bacha, EF, MJL Privitello, OS Vetore, LM Mirco.

Departamento de Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Luis. Ruta prov. Nº 55 ext. Norte, 5730. Villa Mercedes (SL). efbacha@unsl.edu.ar

RESUMEN:
Thinopyrum ponticum "agropiro alargado" es una gramínea forrajera de buena adaptación y capacidad para producir en suelos con limitaciones por salinidad. En sistemas ganaderos, la utilización productiva de suelos con problemas de sales puede jugar un rol muy importante, cubriendo con ésta pastura baches estacionales. La distribución del material vegetal en las fracciones estructurales láminas, vainas, varas florales, modifica la cantidad y calidad del forraje consumido por los animales. Se determinaron características estructurales del crecimiento acumulado de una pastura de agropiro, que se encuentra en un periodo de recuperación luego de unos 10 años de sobrepastoreo continuo. El estudio se realizó comparando un sector con presencia de sales en superficie "SS" y otro sin sales superficiales "NS", en un potrero en Villa Mercedes, San Luis.En el SS agropiro generó mayor proporción de láminas, en detrimento principalmente del componente cañas. En lo que respecta a las estructuras reproductivas, en el SS hubo menor acumulación. La relación hoja/tallo (H:T) fue prácticamente igualitaria en el SS y predominaron los tallos en NS, mientras que la relación lámina/vaina (L:V) en ese sector fue superior a 2 y en NS decreció a 1. Tanto la altura vegetativa como la reproductiva fue más baja en el sector SS, siendo más contrastante entre sectores la altura foliar. Los resultados obtenidos indican modificaciones importantes en la estructura del crecimiento acumulado durante el primer año de exclusión del pastoreo, ante cambios en las condiciones visibles de salinidad del suelo. En el sector de mayor salinidad se genera un menor desarrollo de la pastura, pero con mayor cantidad de la fracción lámina, de preferencia para el pastoreo bovino por su calidad. Resulta interesante continuar con la evaluación de la estructura de agropiro en áreas deprimidas de ambientes semiáridos.

PALABRAS CLAVE: agropiro, bajo salino, relación hoja:tallo.

INTRODUCCION:

Según FAO-UNESCO, Argentina es el tercer país con mayor superficie de suelos afectados por halomorfismo en el mundo, después de Rusia y Australia (Lavado, 2008). La salinidad y sodicidad de los suelos son las principales restricciones para la producción agrícola y ganadera (Taleisnik *et al*., 2008).
Se dispone de distintas alternativas para conservar o rehabilitar suelos con dicha limitante, aunque en sistemas extensivos y de secano, su utilización productiva queda restringida casi exclusivamente a la utilización de especies adaptadas a esas condiciones. El cubrimiento del suelo con forrajeras perennes tolerantes en áreas afectadas por sales resultaría una de

las alternativas más promisorias para rehabilitar áreas salino sódicas (Taboada y Lavado, 2009).
Dentro de las especies, *Thinopyrum ponticum* (Podp.) Barkworth & Dewey "Agropiro Alargado" es una forrajera de regular valor forrajero, pero valiosa especialmente en suelos salino-sódicos (Maddaloni y Ferrari, 2001). Agropiro alargado es una especie templada con buena capacidad para producir en condiciones de salinidad, y en la Argentina es la gramínea forrajera naturalizada más cultivada en suelos con limitaciones por alcalinidad y/o salinidad (Abbot *et al*., 2009). Tiene un crecimiento desde otoño a primavera, con un buen balance en nutrientes en otoño-invierno (Privitello *et al*., 1999). Inicia la etapa reproductiva en diciembre y puede mantener en pie una cantidad importante del forraje acumulado durante el verano, en el próximo otoño e invierno y desarrollarse activamente en primavera (Harrison *et al.*, 2004).
El agropiro alargado presenta mayor resistencia al estrés salino que el "agropiro criollo" (*Elymus scabrifolius*), y ambas pueden ser utilizadas como forrajeras en el manejo y restauración en áreas bajo condiciones de estrés salino (Jauregui *et al*., 2017). Por su tolerancia a ambientes que no son aptos para la mayoría de las plantas, tiene el potencial de transformar áreas prácticamente improductivas en pasturas de excelente aptitud para uso ganadero y para conservación de suelos (Agnusdei y Castaño, 2011).
En sistemas ganaderos de cría e incluso invernada, la utilización productiva de suelos con problemas de sales puede jugar un rol muy importante tanto por incrementar la superficie útil del establecimiento como también en la elaboración de cadenas forrajeras, cubriendo con ésta pastura baches estacionales.
En la provincia de San Luis, y según los últimos datos finales publicados por el Censo Nacional Agropecuario (INDEC, 2002) aproximadamente hay poco más de 2500 ha implantadas con *T. ponticum*, encontrando el 50% en el departamento General Pedernera donde se centra el presente estudio.
La distribución del material vegetal en las distintas fracciones estructurales que lo componen -láminas, vainas, varas florales- va a generar alteraciones en la cantidad y calidad del forraje consumido por los animales. La calidad disminuye a medida que aumenta el largo de hojas (Agnusdei *et al*., 2012), siendo el crecimiento de las mismas una de las principales variables que se reducen bajo estrés salino, efecto similar al producido por el estrés hídrico (Munns y Tester, 2008).
En gramíneas los carbohidratos de reserva se localizan principalmente en la base de los macollos, principalmente pseudotallos o vainas (Pagliaricci y Saroff, 2008). La reducción de la longitud de vainas al inicio del rebrote por medio de la altura de remanente incide en la morfogénesis, estructura y calidad de la pastura durante su desarrollo vegetativo (Insua *et al.*, 2014). Por lo tanto, la conformación estructural de la pastura determina su producción forrajera, velocidad de rebrote e incluso longevidad, en relación a la acumulación de reservas energéticas.
La topografía influye en los patrones de salinización mediante la profundidad de aguas subterráneas y por el efecto de redistribución del agua superficial y subsuperficial a través del paisaje (Barbosa *et al.*, 2015).
Debido a los escasos antecedentes locales en la temática, se planteó como objetivo evaluar la estructura vertical en plantas individuales de una pastura degradada de *T. ponticum*, en dos situaciones topográficas distintas evidenciadas por la presencia de sales en superficie.

MATERIALES Y MÉTODOS:
Se determinaron características estructurales de la forrajimasa acumulada en un potrero de *Thinopyrum ponticum* "agropiro", que se encuentra en un periodo de recuperación luego de unos 10 años de sobrepastoreo continuo, en cercanías del bajo "La Salada" de la localidad de Villa Mercedes, San Luis.
Topográficamente, en el sitio de estudio se pueden diferenciar dos sectores: uno más bajo, inundable y con presencia de sales en superficie formando manchones o mosaico (sector con sales superficiales "SS"), y otro sector algo más elevado, donde no hay signos de inundación o escorrentía de agua ni se observan sales en superficie (sector sin sales

superficiales “NS). En ambos sitios la cantidad relativa de MO de 5 a 20 cm de profundidad fue alta y similar, con valores entre 2,2 y 2,4%.
Se evaluó la estructura del crecimiento acumulado en plantas enteras sin raíces, desde la exclusión del pastoreo en agosto de 2016, con el objetivo de detectar cambios en el crecimiento de la pastura en ambos situaciones del potrero como respuesta a la salinidad del suelo.
Se tomaron 6 muestras al azar en cada sector del potrero a mediados del mes de mayo, realizando el corte al ras del suelo de la forrajimasa de diferentes plantas de agropiro para estimar la proporción de los distintos componentes estructurales. También se registró la altura modal del crecimiento en 15 plantas diferentes de cada sector, tanto de la parte foliar como de componentes reproductivos.
Se realizó la separación manual de las fracciones lámina, vaina y estructuras reproductivas (varas completas, sin lámina ni vainas) y estimó la proporción de cada una sobre el peso seco total del material. Se calcularon las relaciones entre los componentes estructurales hoja y tallos (H:T), considerando en H la suma del peso de láminas y vainas. La otra relación estimada fue entre lámina y vaina (L:V) con el peso absoluto de cada componente, para evaluar la estructura foliar independientemente de las estructuras reproductivas emitidas. Las variables determinadas fueron analizadas estadísticamente mediante una prueba T, utilizando el software Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSION:
La composición centesimal de las distintas fracciones estructurales que componen el material acumulado de agropiro -láminas, vainas, varas florales- en cada sector, se presenta en la Tabla 1. La fracción vaina es la que menos variación cuantitativa mostró entre sectores, con diferencias estadísticas significativas al igual que la relación H:T hoja:tallo (*p<0,05*). El resto de variables presentaron diferencias altamente significativas (*p<0,01*) entre los dos sectores analizados. En el SS, agropiro generó mayor proporción de láminas en comparación del NS, en detrimento principalmente del componente cañas. En las plantas evaluadas del sector NS la fracción varas y estructuras reproductivas fue prácticamente un 27% superior que en el otro sector del potrero, con una mayor participación también del componente vainas.

Tabla 1: Proporción de las distintas fracciones del crecimiento acumulado de *T. ponticum* en ambos sectores del potrero, con el *p-valor* calculado. Valores medios acompañados de la desviación estándar correspondiente (debajo).

SECTOR	SS	NS	*p-valor*
% LAMINA	35,9 ± 5,2	19,3 ± 2,0	<0,0001
% VAINA	16,0 ± 1,8	19,8 ± 3,6	0,0468
% CAÑA	48,0 ± 6,2	60,9 ± 5,1	0,0029

Al evaluar las estructuras reproductivas, acumuladas desde la primavera de 2016, en el SS hubo menor acumulación tanto en valor absoluto como en la cantidad relativa respecto del material total colectado.
Consecuentemente, con la proporción de la fracción foliar y reproductiva, la relación H:T fue significativamente diferente entre sectores (p<0,05): prácticamente igualitaria en el SS y predominando los “tallos” en NS. Analizado el componente foliar, la relación L:V en el SS fue superior a 2, mientras que en NS decreció aproximadamente a 1 (Tabla 2). Se puede corroborar con dichas variables que las hojas desarrollaron menor cantidad de vainas en el

último sector y mayor peso relativo de estructuras reproductivas. Considerando lo planteado por Insua *et al.* (2014), esto va a repercutir directamente en la morfogénesis y calidad de la pastura durante su crecimiento.

Tabla 2: Relación de variables estructurales en el crecimiento acumulado de *T. ponticum* en ambos sectores del potrero, con el p-valor calculado. Valores medios acompañados de la desviación estándar correspondiente (debajo).

SECTOR	SS	NS	*p-valor*
H:T	1.1 ± 0.3	0.7 ± 0.1	<0.0001
L:V	2.3 ± 0.3	1.1 ± 0.1	0.0046

Con respecto a las alturas registradas, la fracción vegetativa en el sector de mayor salinidad (SS) alcanzó una altura más baja, con una disminución del 64% sobre la del sector sin sales superficiales (27,6 vs 42,9 cm). La altura reproductiva en SS fue de 95,2 cm y representa el 81% de la registrada en NS (117.3 cm). El crecimiento foliar, evaluado a través de las diferencias en la altura vegetativa, presentó mayor contraste que la altura reproductiva, por lo que resulta la variable que mejor indica las diferencias entre las situaciones SS y NS (ver Figura 1).

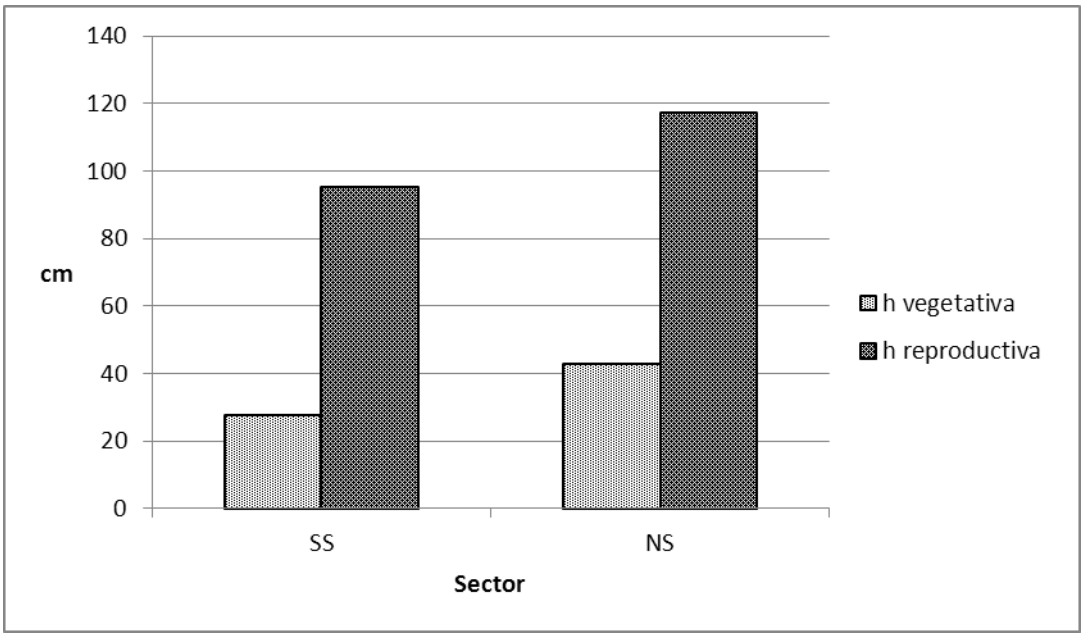


Figura 1: Altura modal vegetativa y reproductiva del crecimiento acumulado de *T. ponticum* en cada sector.

CONCLUSIONES:

Los resultados obtenidos son exploratorios, e indican modificaciones importantes en la estructura vertical del crecimiento acumulado de *T. ponticum* en el primer año de exclusión del pastoreo, ante cambios en las condiciones visibles de salinidad del suelo. El sector topográfico más bajo presenta un menor desarrollo de la pastura, evaluado a través de las alturas vegetativas y reproductivas, sin embargo genera mayor cantidad de la fracción láminas, de preferencia para el pastoreo bovino por su calidad.

Resulta interesante continuar con la evaluación de la estructura de agropiro en diferentes condiciones de salinidad, con el objetivo de generar mayor información sobre la especie en áreas deprimidas en ambientes semiáridos.

BIBLIOGRAFIA:

Abbott L, S Pistorale y A Andres. 2009. Evaluación de los componentes del rendimiento en semilla mediante coeficientes de sendero en poblaciones de agropiro alargado. Agriscientia [online]. 2009, vol.26, n.2 [citado 2017-07-31], pp. 55-62. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2009000200003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1668-298X.

Agnusdei MG, J Castaño. 2011. Recuperando un viejo aliado. Visión Rural Año XVIII N°86:18-24.

Agnusdei MG, ON Di Marco, FR Nenning, MS Aello. 2012. Leaf blade nutritional quality of rhodes grass (*Chloris gayana*) as affected by leaf age and length. Crop and Pasture Sci. 62: 1098-1105.

Barbosa OA, J Alvarez Rogel, JL Mores, RA Cerda, DA Riscosa. 2015. Relacion entre los suelos y el nivel freático en un humedal palustre de San Luis. XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA.

Harrison, RU, R Albarracin, C Rivoiro, HD Seibane, E Rojas y MJL Privitello. 2004. Forraje acumulado en otoño, invierno y primavera en una pastura de Agropiro alargado sobre suelo salino en la provincia de San Luis (Argentina). En Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño. Editores: Privitello MJL y EG Gabutti. en soporte electrónico. ISBN: 987-43-7875-1 pag: 43-44.

INDEC. 2002. Forrajeras perennes. Cuadro 4.17. Superficie implantada por especie, según departamento. Censo Nacional Agropecuario 2002.

Insua, JR, ON Di Marco & MG Agnusdei. 2014. Longitud de la vaina como determinante de la calidad de hojas de *Festuca arundinacea* durante un período de rebrote. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, 40(2), 202-207.

Jauregui CG, MA Ruiz, RD Ernst. 2017. Tolerancia a la salinidad en plántulas de agropiro criollo (*Elymus scabrifolius*) y agropiro alargado (*Thinopyron ponticum*). Pastos y Forrajes, v. 40, n. 1, p. 29-36. Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942017000100004&lng=es&nrm=iso>. Accedido en 31 jul. 2017.

Lavado RS. 2008. Visión sintética de la distribución y magnitud de los suelos afectados por salinidad en la Argentina. En: Taleisnik E, K Grungberg y G Santa, eds. La salinización de suelos en Argentina: Su impacto en la producción agropecuaria. Córdoba, Argentina: Editorial de la Universidad Católica de Córdoba. p. 11-15.

Maddaloni J y L Ferrari. 2001. Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. INTA-UNLZ, Buenos Aires. 522 p.

Munns R y M Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59: 651-681.

Pagliaricci H y C Saroff. 2008. Morfofisiología de plantas forrajeras. Forrajes. Facultad de Agronomía y veterinaria, UNRC.

Privitello MJL, RU Harrison, MB Romero. 1999. Respuesta productiva a cortes estacionales de *Elytrigia elongata* (Agropiro alargado). XIX Reunión de la Asociación Argentina de Ecología.

Taboada MA y RS Lavado (Ed.). 2009. Alteraciones de la fertilidad de los suelos. El halomorfismo, la acidez, el hidromorfismo y las inundaciones. FAUBA, Buenos Aires. 160 p.

Taleisnik E, K Grunberg, G Santa María. 2008. La salinización de suelos en la argentina: Su impacto en la producción agropecuaria. Editorial Universitaria de Córdoba, Córdoba. 118 p.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

MALEZAS PRESENTES EN UN BAJO SALINO CON AGROPIRO ALARGADO (*Thinopyrum ponticum*) DEGRADADO, EN VILLA MERCEDES (SAN LUIS)

Bornand, C.L. [1], E.F. Bacha[1], S.E. Mercado[1], C.S. Alonso[1]

[1]Departamento de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de San Luis. cynbornand@gmail.com

RESUMEN:
Argentina es el tercer país con mayor superficie de suelos afectados por halomorfismo en el mundo. Los suelos que permanecen inundados estacionalmente originan complejos gradientes ambientales que condicionan la distribución de la vegetación. Se identificaron las especies presentes en un bajo levemente salino, con el objetivo de describir las malezas presentes dentro de en una pastura degradada de *Thinopyrum ponticum* (Podp.) Barkworth & D.R.Dewey. El potrero de 8 ha presenta una suave pendiente en dirección norte-sur que permite distinguir una zona más baja (zona baja= B) con afloramiento de sales en superficie e indicios de escorrentía de agua, y otro sector sin sales visibles en superficie hacia el sur (zona alta= A). La pastura de Agropiro fue sembrada en 1996 y luego de alcanzar una buena producción estuvo sometida a un pastoreo continuo con una alta carga animal por diez años. El muestreo del potrero se realizó arrojando 15 veces y al azar un marco de un décimo de metro cuadrado, en cada sector mencionado. Se registraron las especies presentes y se colectaron ejemplares; se asignó un valor de cobertura a campo para cada especie. Asimismo se registraron las demás especies presentes que fueron censadas. En el sector B la cantidad de especies muestreadas fue de 5 en tanto que en el sector sin sales en superficie (A) se registraron 11. De los datos obtenidos destaca la cobertura de "Agropiro alargado" *Thinopyrum ponticum* tanto en ambos sectores. La riqueza de especies de malezas fue mayor en el sector sin presencia de sales en superficie, con un fuerte avance de *Cynodon dactylon* y otras especies de malezas, que ocuparon espacios probablemente generados por la degradación del Agropiro a causa del sobrepastoreo recibido.

PALABRAS CLAVE: Malezas en pastura, agropiro, suelo salino.

INTRODUCCIÓN:

Según FAO-UNESCO, Argentina es el tercer país con mayor superficie de suelos afectados por halomorfismo en el mundo, después de Rusia y Australia (Lavado, 2008). Alrededor de 13 millones de hectáreas se caracterizan por la presencia de sales en el perfil (Casas, 2011).

Los suelos que permanecen inundados estacionalmente originan complejos gradientes ambientales que condicionan la distribución de la vegetación (Barbosa et al., 2012). En condiciones de estrés salino, se produce una disminución de la disponibilidad de agua tanto para la semilla en la etapa de germinación como para el crecimiento posterior de la planta, además de efectos tóxicos generados por los iones (Jauregui et al., 2017), situación en la que la cantidad de especies que se desarrollen en ese ambiente dependerá de la adaptación a la salinidad del mismo.

Thinopyrum ponticum (Podp.) Barkworth & Dewey "Agropiro" es una hierba perenne de la familia de las Poáceas. Florece y fructifica a fines de primavera y comienzos del verano. Tiene un crecimiento cespitoso, con cañas robustas y puede medir entre 70 a 180 cm de

altura (Rosa et al, 2005). Es una gramínea C3 que se caracteriza por su alta tolerancia a la salinidad, con una alta producción y resistencia al pastoreo. Se usa comúnmente en áreas altamente salinizadas o alcalinizadas, donde otras forrajeras no tendrían una buena producción (Ochoa, 2011).
Una especie se manifiesta como maleza de acuerdo a mecanismos de adaptación en respuesta a su interacción con otras especies, cultivadas y no cultivadas, y al ambiente donde crece. (De la Fuente, 2014) Se identificaron las especies presentes en un bajo levemente salino, con el objetivo de describir las malezas presentes dentro de en una pastura degradada de *Thinopyrum ponticum* (Podp.) Barkworth & D.R.Dewey que se encuentra en una etapa de recuperación mediante la exclusión de animales, luego de una larga historia de sobrepastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS:
El área de estudio se encuentra comprendida dentro de la Región de la llanura Chaco Pampeana, la subregión es una planicie arenosa sobre faja aluvial denominada La Unión- - Villa Mercedes- Villa Reynolds. Estos suelos presentan salinidad desde los 50 cm en la serie Villa Reynolds (70 %) y en superficie la serie La Unión (20%). La capa freática es alta y con problemas de anegamiento. Particularmente el potrero se encuentra en dicho complejo (Peña Zubiate et al., 2000). Específicamente, el suelo del área fue caracterizada por Harrison et al. (2001) como un bajo levemente salino y por Privitello et al. (1999) como salino.
El potrero tiene una superficie aproximada de 8 ha y presenta una suave pendiente en dirección norte-sur que permite distinguir una zona más baja (zona baja= B) con afloramiento de sales en superficie e indicios de escorrentía de agua, y otro sector sin sales visibles en superficie hacia el sur (zona alta= A). La pastura de Agropiro fue sembrada en el año 1996 y luego de alcanzar una buena producción estuvo sometida a un pastoreo continuo con una alta carga animal durante diez años. En agosto de 2016 se retiraron los animales para permitir la recuperación natural del mismo.
Se realizó un estudio de la vegetación, arrojando 15 veces y al azar un marco de muestreo de un décimo de metro cuadrado, en cada sector mencionado. Se registraron las especies presentes y colectaron ejemplares; se asignó un valor de cobertura a campo para cada especie, expresada como un porcentaje de suelo cubierto por la proyección de la parte aérea de las mismas. Paralelamente a la determinación de cobertura, se realizó el recorrido del potrero y fueron registradas las demás especies que no se encontraron dentro del cuadro de muestreo para realizar un censo florístico de la situación.
Los ejemplares colectados se herborizaron e identificación taxonómica mediante claves y descripciones botánicas, fotografías e iconografías (Bianco et al., 2006 y 2008; Rosa et al., 2010). También fueron revisados los herbarios presentes en la provincia: EEA INTA San Luis (VMSL) y FICA-UNSL (VMA). Para caracterizar las malezas presentes en la pastura, a cada entidad botánica se le consideró el ciclo de vida y la familia botánica a la que pertenece.

RESULTADOS:
Especies en situación de malezas y coberturas en los cuadros de muestreos:
En el sector B la cantidad de especies individualizadas dentro del cuadro de muestreo fue de 5, mientras que en el sector sin sales en superficie (A) se registraron 11 (tabla 1). Tal como se observa en el cuadro, la especie con mayor cobertura fue *Thinopyrum ponticum* con 41% en el sector Bajo y 64% en el sector Alto y otra especie que fue relevante en ambos sectores fue *Cynodon dactylon*, llegando en algunos casos alguna de las dos especies mencionadas a cubrir la totalidad del cuadro de muestreo. En el sector B, *Bassia scopparia* alcanzó a cubrir más de la mitad del cuadro de muestreo, pero en el sector A la superficie ocupada fue 4 veces menor. En este sector la cobertura media de *T. ponticum* fue de la misma magnitud que *C. dactylon*; las demás especies presentaron una cobertura mucho menor.

Otro componente analizado fue el suelo desnudo (SD) o sin cobertura, que en el sector B llegó a ocupar como máximo un 63%, mientras que en el A un 38%, con medias de aproximadamente 9% y 3,5% respectivamente.

Tabla 1: Entidades botánicas y cobertura media relevadas dentro de los cuadros de muestreo, para cada sector.

Sector	Entidades botánicas	Cobertura media (%)
Bajo	*Thinopyrum ponticum* (Podp.) Barkworth & D.R.Dewey	63,9
	Bassia scoparia (L.) A.J.Scott	8,7
	Cynodon dactylon (L.) Pers.	7,5
	Portulaca sp	3,8
	Flaveria bidentis (L.) Kuntze.	1,0
Alto	*Thinopyrum ponticum* (Podp.) Barkworth & D.R.Dewey	40,7
	Cynodon dactylon (L.) Pers.	40,7
	Oenothera curtiflora W.L. Wagner & Hoch	4,8
	Cirsium vulgare (Savi) Ten.	2,5
	Bassia scoparia (L.) A.J.Scott	1,2
	Lepidium sp	1,2
	Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn.	1,2
	Eragrostis lugens Nees	0,2
	Hirshfeldia incana (L.) Lagr.-Fossat.	0,2
	Senecio pampeanus Cabrera	0,2
	Veronica sp	0,2

Especies de malezas relevadas por familias:
Analizando la totalidad de las determinaciones realizadas en el potrero, se identificaron 25 especies distintas, donde un 64% tienen un ciclo de vida anual y el 36 % restante corresponde a especies perennes.
Agrupadas en las familias botánicas respectivas, las 25 especies determinadas abarcan 12 familias, dentro de las cuales se puede observar que aproximadamente un tercio de las especies corresponden a Asteráceas, en segundo lugar predominan las Poáceas. En la Figura 1 se puede observar la distribución de las distintas familias encontradas.

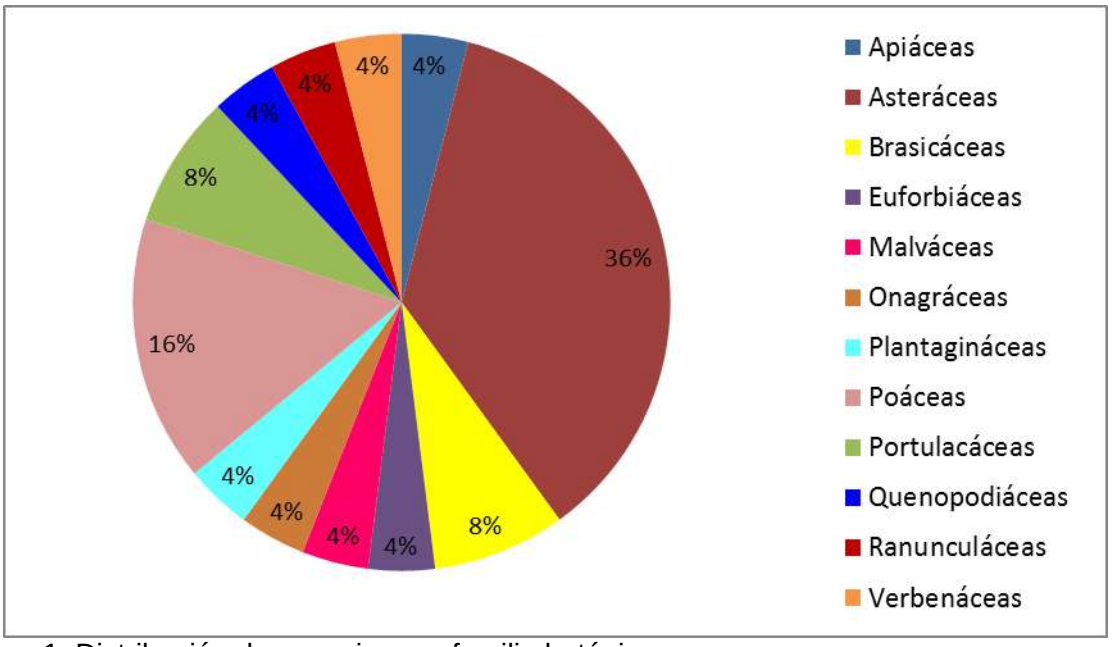


Figura 1: Distribución de especies por familia botánica.

CONCLUSIONES:

Se destaca la buena cobertura de "Agropiro alargado" *Thinopyrum ponticum*, en ambos sectores. En el sector sin presencia de sales en superficie, se evidencia un fuerte avance de *Cynodon dactylon* y otras especies de malezas que probablemente ocuparon espacios generados por la degradación del Agropiro a causa del sobrepastoreo recibido. La riqueza de familias pero con pocos representantes cada una, indicaría una competencia exitosa de *Cynodon dactylon* (*Poáceas*) y *Bassia scoparia* (*Quenopodiáceas*) con respecto a la pastura implantada.

BIBLIOGRAFÍA:

Barbosa O.A., Pacheco M.C, Mores J.L., Alvarez Rogel J. Propiedades edáficas de un humedal salino de San Luis (Argentina). X Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola y XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Londrina, Brasil. 2012.

Bianco, C.A., Moresi, O., Soave, J.H., Kraus, T.A. 2008. "Identificación y control de malezas en barbechos para el cultivo de Maní" Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto. ISBN 978-950-665-654-6. 25,36,49-50 p.

Bianco, C.A., Soave, J.H., Moresi, O., Kraus, T.A. 2006. "Malezas del cultivo de Maní Identificación y control" Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto. ISBN 10: 950-665-398-4. 24,27,39, 66,68. p.

Casas, H. 2011. Suelos Salinos: Mas de 13 millones de has son recuperables. INTA INFORMA. http://intainforma.inta.gov.ar/?p=8757 (20/06/2017).

De la Fuente, Elba. 2016. Curso Agroecosistemas. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Ayuda Didáctica. Pp 80.

Harrison, R.U.; Albarracin, R.; Rivoiro,C.;Seibane H.D.; Rojas, E. y Privitello M.J.L. 2001. Forraje acumulado en otoño, invierno y primavera en una pastura de Agropiro alargado sobre suelo salino en la provincia de San Luis (Argentina) Resumen publicado en la Rev. Arg. de Producción Animal. Vo.21 Supl.1

Jauregui, C. G.; Ruiz, M. A.; Ernst, R. D. 2017. Tolerancia a la salinidad en plántulas de agropiro criollo (Elymus scabrifolius) y agropiro alargado (Thinopyron ponticum). Pastos y Forrajes, Matanzas,. 40, n. 1, p. 29-36. Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-39420170001000004&lng=es&nrm=iso>. accedido en 31 julio 2017.

Lavado, R. S. 2008. Visión sintética de la distribución y magnitud de los suelos afectados por salinidad en la Argentina. En: E. Taleisnik, Karina Grungberg y G. Santa, eds. *La salinización de suelos en Argentina: Su impacto en la producción agropecuaria*. Córdoba, Argentina: Editorial de la Universidad Católica de Córdoba. p. 11-15.
Ochoa, M.A. 2011. Producción de forrajes en suelos salinos. Agenda INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. http://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-forraje-en-suelos-salinos (20/06/2017)
Peña Zubiate, C. A., & D'Hiriart, A. (2000). Carta de Suelos de la República Argentina–Hoja Villa Mercedes Provincia de San Luis. INTA–Gobierno de la Provincia de San Luis.
Privitello M.J.L., Harrison R.U., Romero M.B. 1999. Respuesta productiva a cortes estacionales de *Elytrigia elongata* (Agropiro alargado). XIX Reunión de la Asociación Argentina de Ecología.
Rosa, E. B.; Bianco C. A.; Mercado, S. E. y Scappini E. G. 2010. Poáceas de San Luis. Identificación y descripción de las especies. Coedición Universidad Nacional de Río Cuarto y Universidad Nacional de San Luis. ISBN 978-950-665-476-4. 12,50,68,70 p.
Rosa, E. B.; Bianco, C.A.; Mercado, S. E.; Scappini, E. G. 2005. Poáceas de San Luis, distribución e importancia económica.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

EFECTO NODRIZA DE *Prosopis sericantha* Gillies ex Hook. & Arn. EN UN SUELO SALINO DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS

Rodríguez Rivera M.[1-2], V. Villarreal[2] y E. Ocampo[1].

[1] Integrantes PTOICPRO 14-1316. Facultad de Ingeniería y Cs Agropecuarias. U.N.S.L. - mfrodri@gmail.com
[2] Integrantes PROICO 2-3414. Facultad de Qca; BioQca y Farmacia. U.N.S.L.
Cátedra Pastizales Naturales. Campus Universitario Ruta N°55 Extremo Norte (Villa Mercedes. S.L.)

RESUMEN: relevamientos previos indican que *Prosopis sericantha* forma "manchones" y, junto a *Sarcocornia neii,* son las especies dominantes en la margen oriental de la laguna de las Salinas del Bededero, San Luis, donde los valores de salinidad en suelo alcanzan los 17 dS m^{-1}. El objetivo de este trabajo fue estudiar el probable efecto nodriza de *P. sericantha* en la margen oriental de la laguna de las Salinas del Bededero. Se realizaron transectas en la denominada aureola interna de la laguna con 34 estaciones separadas cada 20 m. En cada estación se ubicó el individuo más cercano de *P. sericantha*. Se midió la longitud del diámetro mayor de cada manchón (asumiendo que presenta forma cuasi-circular) y la altura del mismo. Bajo su cobertura se identificaron y registraron las especies presentes y el número de individuos. Se calculó la frecuencia absoluta por especie. Los manchones formados por *P. sericantha* presentaron un diámetro promedio de 3,28 m (máximo: 6,40 m; mínimo: 0,90 m) y altura promedio: 1,35 m; (máximo: 2,10 m; mínimo: 0,30 m). El total de los manchones estuvo rodeado por suelo desnudo. Bajo la cobertura de *P. sericantha*, se identificaron 12 especies correspondientes a 6 taxones diferentes: Poáceas, Fabáceae, Quenopodiáceae, Asteráceae, Boragináceae y Solanáceae. Las especies con mayor frecuencia absoluta fueron: *S. neii* (24), *Trichloris crinita* (22), *Atriplex crenatifolia* (11), *Baccharis spartioides* (10) y *Cyclolepis genistioides* (10). Los individuos de *P. sericantha* registrados bajo la cobertura de los manchones se encontraban en estado de plántulas. El resto de las especies registradas fueron: *Pappophorum pappiferum*; *Aristida mendocina*; *Jarava ichú; P. strombulífera*; *Lycium infaustus* y *Ehretia cortesya*. Los resultados indicarían que existe un efecto nodriza proporcionado por *P. sericantha* en la zona de estudio ya que facilitaría el establecimiento de plántulas de la misma especie y de otras bajo su cobertura.

PALABRAS CLAVE: salinidad, cobertura, establecimiento, plántulas.

V Reunión de la Red Argentina de Salinidad
Salinidad: un desafío para el semiárido.
Análisis de un problema que asume nuevas formas de expansión.
4 al 6 de octubre de 2017
Villa Mercedes (San Luis)

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA-PRODUCTIVA DE UN BAJO SALINO IMPLANTADO CON *Thinopyrum ponticum*

Gabutti E.G.[1], M.J.L. Privitello[1], O.M. Ruiz[2], O.S. Vetore[1], S.T. Rosa[1], E.F. Bacha[1].

[1] Integrantes PROICO 14-0816- FICA-UNSL - egabutti1955@hotmail.com
[2] Integrante PROICO 2-2914- FQByF-UNSL

RESUMEN:
Los suelos de depresiones salinas presentan variaciones espaciales y temporales que permiten la instalación de organismos vegetales especialmente adaptados o que se ven favorecidos en la competencia. En 3 sitios, ubicados en un área deprimida en el campo experimental de la FICA-UNSL con distintas pendientes, cobertura vegetal e historias de uso, (sector bajo: 1. con agropiro sometido a pastoreo continuo y sector medio: 2. agropiro con resiembra natural de *Eragrostis curvula* -pasto llorón- sometido a pastoreo continuo y 3. mezcla de especies forrajeras: *Panicum coloratum* –klein grass- y *Chloris gayana* –grama rhodes- con exclusión al pastoreo), se describió la vegetación desde el punto de vista florístico y productivo. Agropiro se adapta a las condiciones de un área deprimida ligeramente salina, compartiendo el ambiente con *Cynodon dactylon* –gramón- y pasto llorón que lo supera en zonas con menor salinidad. En clausura, forrajeras de ciclo estival toleran ligera salinidad. Para las condiciones ambientales y de uso de este estudio klein grass supera en rendimiento a grama rhodes.

PALABRAS CLAVE: depresión salina, densidad y cobertura vegetal.

INTRODUCCION:
El sector norte (área deprimida) del campo experimental de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la UNSL se encuentra ubicado en el extremo sur de la depresión "Bajo La Salada", con un suelo Haplustol Típico y áreas con suelo Ustortente Típico (Barbosa *et al.,* 2014) y la vegetación original correspondería a un monte halófilo o matorral halófilo respectivamente (Pacheco *et al.,* 2010). Estos suelos presentan variaciones espaciales, al existir zonas con mayor acumulación de sales, y temporales, al secarse el suelo y concentrarse las sales en los periodos secos o diluirse en los meses lluviosos (Álvarez Rogel *et al.*, 2000). Los ambientes salinos permiten que se instalen organismos vegetales especialmente adaptados o que se ven favorecidos competitivamente (Álvarez Rogel, 1999).
A fin de recuperar y remediar el sector salino con fines experimentales-productivos, en el año 1996 se implantó *Thinopyrum ponticum* (agropiro alargado). Esta especie es una poácea perenne de ciclo otoño-inverno-primaveral, tolerante a la salinidad en un rango de conductividad eléctrica que oscila entre 4 a 16 dS m^{-1}. A los cuatro años de implantada acumuló durante la estación primaveral correspondiente 7088 kg MS ha^{-1} (Harrison et al., 2001), siendo el cultivo destinado a la cosecha de semillas. Posteriormente (2006), fue sometido a un largo período de pastoreo continuo con ganado equino, con una carga de 1,3 EV/ha.
Luego de un período de descanso primavero-estivo-otoñal, se planteó como objetivo general describir la vegetación de tres sitios del área deprimida con distintas pendientes, cobertura

vegetal e historias de uso, (**sector bajo**: 1. agropiro sometido a pastoreo continuo y **sector medio**: 2. agropiro con resiembra natural de *Eragrostis curvula* -pasto llorón- sometido a pastoreo continuo y 3. mezcla de especies forrajeras: *Panicum coloratum* –klein grass- y *Chloris gayana* –grama rhodes- con exclusión al pastoreo). Como objetivos específicos se propuso:

Comparar cobertura y producción de especies forrajeras.
Comparar cobertura de malezas en los tres sitios.
Comparar cobertura de mantillo y suelo desnudo en los tres sitios.

MATERIALES Y MÉTODOS:

En el área se diferencian dos sectores desde el punto de vista topográfico (sector bajo y sector medio) y por la cobertura vegetal e historia de uso se consideraron 3 sitios:

Sitio 1. Ubicado en el sector bajo, implantado con agropiro y sobreuso ganadero prolongado, alejado de la aguada y comedero, sin pastoreo desde agosto de 2016. La conductividad eléctrica superficial es de 1,24 dS m^{-1} y el contenido de MO es de 2,22%.

Sitio 2. Ubicado en el sector medio, también con agropiro y sobreuso ganadero prolongado, cerca de la aguada y comedero, con resiembra natural de *Eragrostis curvula,* poácea de ciclo primavero-estival, sin pastoreo desde agosto de 2016. La conductividad eléctrica superficial es de 0,66 dS m^{-1} y el contenido de MO es de 2,43%.

Sitio 3. Ubicado en el sector medio con siembra de mezcla de especies forrajeras (*Panicum coloratum* y *Chloris gayana*) en 2013, ambas poaceas, de ciclo primavero-estival y clausurado al pastoreo. La conductividad eléctrica superficial es de 0,56 dS m^{-1} y el contenido de MO es de 2,68%.

En mayo de 2017, luego de un período de descanso de 9 meses, en el período primavera-verano-otoño, se localizaron 20 muestras de 0,5 m^2 en cada uno de los sitios. Se identificaron las especies, evaluó cobertura, contó el número de plantas y cosechó el material de las poáceas. Además se evaluó suelo desnudo y cobertura de mantillo. Las variables analizadas fueron: porcentaje de cobertura de cada una de las especies forrajeras, de malezas*,* suelo desnudo y mantillo; número de plantas m^{-2} de cada especie forrajera y kg MS ha^{-1} de cada especie de poácea

Se realizó análisis de la varianza no paramétrica (Kruskal Wallis) y análisis de correlación mediante el Coeficiente de Spearman ($p < 0,10$)

RESULTADOS Y DISCUSION:

Las poáceas registradas fueron las especies forrajeras implantadas y *Cynodon dactylon* –gramón-, especie rizomatosa naturalizada. Estas especies presentaron distintos valores de cobertura, pero al considerar la cobertura total de las especies forrajeras no tuvieron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) (Tabla 1). Gramón convive con las especies forrajeras en los tres sitios, pero considerando su cobertura, el sitio 3 presentó diferencias significativas de medianas ($p < 0,05$) respecto al 1 y 2 que se mostraron uniformes ($p > 0,05$). En el sitio 3 la cobertura fue muy baja, mientras que las dos especies forrajeras manifestaron alta cobertura, superándolo ampliamente y generando un sombreado que terminó afectando la supervivencia de gramón, tal como lo expresa Guglielmini y Satorre (2002) (Figura 1).

Las latifoliadas, representadas por especies en estado vegetativo de ciclo otoño-invierno-primaveral y en estado seco de ciclo primavero-estival presentaron diferencia ($p < 0,10$) entre los sitios 1 y 2. La menor cobertura se presentó en el sitio 1, probablemente porque son especies no adaptadas a condiciones de mayor salinidad. En el sitio 3 superaron a gramón generando, junto a las poáceas, condiciones desfavorables de luminosidad para especies como gramón y grama rhodes (gráfico 1).

El % de suelo desnudo fue similar en los tres sitios, no existió diferencia significativa mientras que la cobertura de mantillo presentó diferencia en los tres sitios ($p < 0,10$). Fue mayor en el sitio 3, como resultado de la falta de pastoreo, lo que permitió la acumulación del material senescente.

El análisis de correlación entre cobertura de gramón con cobertura de latifoliadas y cantidad relativa de suelo desnudo como el de producción de MS de gramón respecto a la producción forrajera (MSF), no indicaron correlaciones significativas entre variables (Spearman p > 0,10).

Tabla 1. Medianas y medias de cobertura de las especies, mantillo y suelo desnudo (%)

	Sitio 1 (%)		Sitio 2 (%)		Sitio 3 (%)	
	Mediana	Media	Mediana	Media	Mediana	Media
T. ponticum	--	43,5	--	8,8	--	--
E. curvula	--	--	--	33,8	--	--
C. gayana	--	--	--	--	--	11,9
P. coloratum	--	--	--	--	--	48,1
Cobertura total forrajeras	37,5 a	43,5	37,6 a	42,6	61,5 a	59,9
C. dactylon	62,5 a	45,6	62,5 a	50,0	0,0 b	2,0
Latifoliadas	0,3 b	11,8	15,0 a	34,0	15,0 ab	25,6
Suelo desnudo	0,1 a	4,4	0,3 a	1,7	0,0 a	0,5
Mantillo	0,3 c	3,9	15,0 b	14,5	62,5 a	50,2

En fila, para cada sitio, letras iguales indican homogeneidad de datos

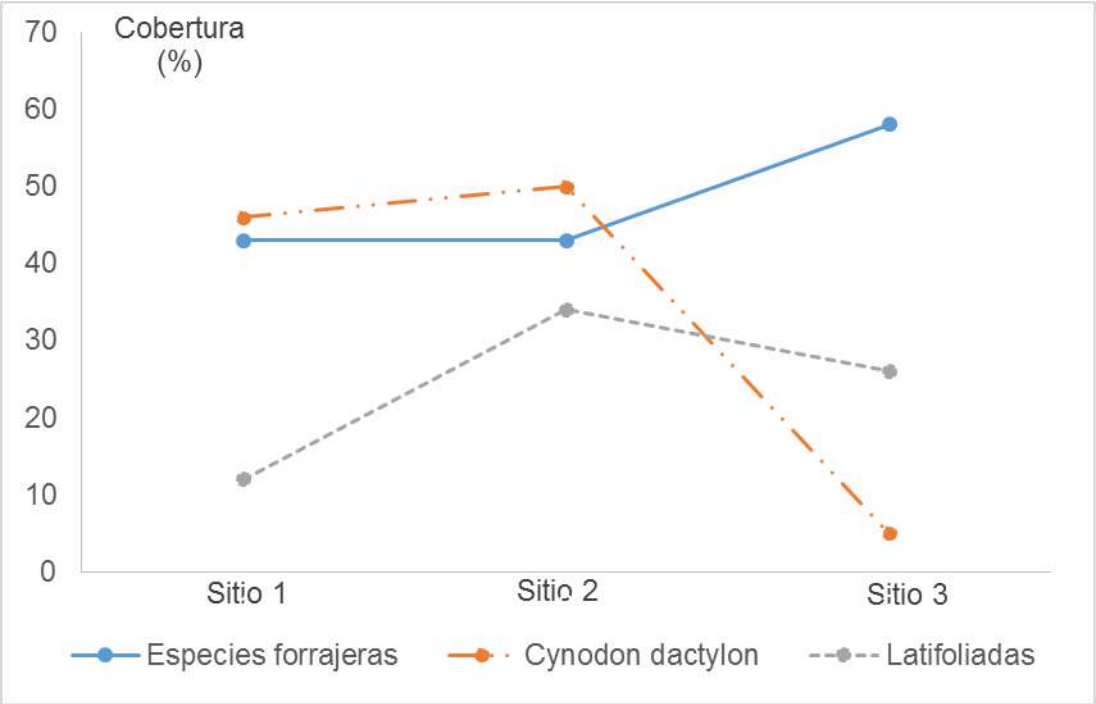


Figura 1. Cobertura de grupos de especies (forrajeras, latifoliadas) y *Cynodon dactylon*

Cuando se compararon los tres sitios surgió que la producción total de MS acumulada (MST) (forrajeras y gramón) y producción total de las especies forrajeras (MSF) presentaron diferencias significativas entre los sitios (p < 0,10) (tabla 2). La producción acumulada (MST) fue mayor en el sitio 1 donde agropiro aportó un 44 % y el gramón el 56 % restante. En el sitio 2 la producción fue menor, pero la contribución de las especies fue equitativa, las forrajeras proveyeron el 50 % y gramón el otro 50 % de la MST. En el área clausurada, el gramón proporcionó el 0,5 % de la producción total y las especies implantadas el resto, con valor inferior de MST respecto al sitio 1 e intermedio entre sitios al considerar la MSF. El descanso primavero-estival favoreció el crecimiento y desarrollo de las especies megatérmicas o de agropiro donde las condiciones ambientales le fueron más propicias.

El número total de plantas forrajeras presentó diferencia significativa a favor del sitio 1 ($p < 0,05$). En el sitio 1, donde la salinidad fue mayor, hubo una alta densidad de plantas de agropiro que en el sitio 2 fue superada por pasto llorón. Este último aparentemente resultaría más competitivo por espacio y luz ante agropiro, por ser especie tipo C4 y verse beneficiado ante la menor salinidad edáfica. En el sitio 3 klein grass superó a grama rhodes, debido a que esta última es más sensible al frio y a que klein grass, de porte erecto, resultaría favorecido en la competencia (tabla 3).

Tabla 2. Medianas y medias de producción de poaceas

	Sitio 1 kgMS/ha		Sitio 2 kgMS/ha		Sitio 3 kgMS/ha	
	Mediana	Media	Mediana	Media	Mediana	Media
Total forrajeras (MSF)	2740 a	2597	840 b	1144	1480 ab	1860
C. dactylon	900 a	3253	880 a	1162	0 b	9
Total (MST)	3540 a	5849	2080 ab	2307	1480 b	1869

En fila, para cada sitio, letras iguales indican homogeneidad de datos

Tabla 3. Medianas y medias del número de plantas de poaceas forrajeras

	Sitio 1 Pl/m^2		Sitio 2 Pl/m^2		Sitio 3 Pl/m^2	
	Mediana	Media	Mediana	Media	Mediana	Media
T. ponticum	--	29	--	5	--	--
E. curvula	--	--	--	2	--	--
C. gayana	--	--	--	--	--	1
P. coloratum	--	--	--	--	--	7
Total	30 a	29	4 b	7	8 b	8

En fila, para cada sitio, letras iguales indican homogeneidad de datos

CONCLUSIONES:

Para las condiciones ambientales y de uso de esta área deprimida, tanto agropiro alargado como pasto llorón y kleingrass generan cobertura y stand de plantas como para ayudar a la remediación del proceso de salinización del suelo. En sitios más salinos, agropiro alargado resulta una forrajera con alta tolerancia a suelos con esta característica, aún después de sobrepastoreo, pero coexistiendo con gramón. En sitios con escasa salinidad e importante presencia de especies latifoliadas y gramón, pasto llorón ofrece competencia al agropiro superándolo en cobertura aún con menor número de plantas, Sin defoliación y bajo condiciones térmicas, hídricas y edáficas favorables al crecimiento, Kleingrass adopta un porte más apto para la intercepción de luz, explicando las ventajas en cobertura y de stand de plantas respecto a grama rhodes y malezas. En condiciones de sobrepastoreo, gramón ofrece competencia por espacio al agropiro y pasto llorón, pero en condiciones de sombreo, por ausencia de pastoreo, su presencia es ínfima.

BIBLIOGRAFIA:

Álvarez Rogel J. 1999. Relaciones suelo-vegetación en saladares del SE de España. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones Universidad de Murcia. Publicación en CD. España.

Álvarez Rogel J, F Alcaraz Ariza & R Ortiz Silla. 2000. Edaphic gradients and plant zonation in mediterranean salt-marshes of SE Spain. Wetlands 20:357-372.

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).

Guglielmini, A.C.; Satorre, E.H. 2002. Shading effects on spatial growth and biomass partitioning of Cynodon dactylon. Weed Research 42:123-134.
Harrison, R.U., R Albarracin, C Rivoiro, HD Seibane, E Rojas y MJL Privitello. 2001. Forraje acumulado en otoño, invierno y primavera en una pastura de agropiro alargado sobre un suelo salino de la provincia de San Luis (Argentina). Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 21. Sup.1.
Pacheco Insausti MC, OA Barbosa, JL Mores & J Álvarez Rogel. 2010. Physiognomy of the central sector of the “Bajo la Salada" (San Luis, Argentina). Biocell 35 (1):A24.

V REUNION DE LA RED ARGENTINA DE SALINIDAD

Programa

Miércoles 4 de octubre de 2017

8:00 - 9:30	**Inscripción y Acreditación de participantes** ***Salón Auditorio Teatro Viejo Mercado***
9:30 – 9:45	**Acto Cultural: Presentación del Instituto Folklórico Razas de mi Pueblo** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
10:00 - 10:30	**Acto Inaugural** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
10:30 - 11:00	**Coffe Break** ***Salón multiusos Casa de la cultura***
11:00 - 12:00	**Conferencia** **SALINIDAD, SALINIZACIÓN y CAMBIO CLIMÁTICO: UN RETO PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS AGROECOSISTEMAS Y LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES.** **Dr. José Álvarez-Rogel** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***

Almuerzo (libre)

14:30 - 15:30	**Sesión de posters** ***Salón multiusos Casa de la cultura***
15:30 - 16:00	**Descanso: Café y mate** ***Salón multiusos Casa de la cultura***
16:00-17:00	**Conferencia** **MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN FORRAJERAS SILVESTRES.** **Dr. Juan M. Zabala** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
17:00-18:30	**Mesa redonda** **Forrajeras para ambientes salinos. Nuevas especies y herramientas.** **Dra Karina Ribichich; Dr. Juan M. Zabala, Dr. Carlos Passera.** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
18:30-19:00	**Presentación de libros**

Jueves 5 de octubre de 2017

9:00 – 10:00	**Conferencia** **TOLERANCIA A LA SALINIDAD Y ALCALINIDAD EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS SUBTROPICALES PERENNES.** **Dra Edith Taleisnik** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
10:00 – 10:30	**Descanso: Café y mate** ***Salón multiusos Casa de la cultura***
10:30 - 12:00	**Mesa redonda** **Transferencia del conocimiento en mecanismos de tolerancia a la mejora de germoplasma para condiciones de salinidad.** **Dra Edith Taleisnik, Dr. Oscar Ruiz, Dra Virginia Luna** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***

Almuerzo (libre)

14:30 - 15:30	**Sesión de posters** ***Salón multiusos Casa de la cultura***
15:30 - 16:00	**Descanso: Café y mate** ***Salón multiusos Casa de la cultura***
16:00 - 17:00	**Conferencia** **EL CAMBIO CLIMÁTICO: HISTORIA NATURAL, TRANSFONDO POLÍTICO Y POSIBLES CONSECUENCIAS.** **Dr. Eduardo Sierra** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
17:00 -18:30	**MESA REDONDA CAMBIO CLIMÁTICO, EXCESOS HÍDRICOS Y DEGRADACIÓN** **Ing. Nicolás Bertram, Dr. José Cisneros, Dr. Eduardo Sierra** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
18:30 – 19:30	**Asamblea de la RAS (Red Argentina de la Salinidad).** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
21:00	**Cena de Camadería** ***Battiano***

Viernes 6 de octubre de 2017

9:30 – 10:30	**Conferencia** **RIO NUEVO: HISTORIA, CAUSAS Y SIGNIFICADO PARA EL RESTO DE LA LLANURA CHACO-PAMPEANA.** **Dr. Esteban Jobbagy** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
10:00 - 10:30	**Descanso: Café y mate** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***
10:30 - 11:30	**MESA REDONDA QUÉ HACER CON EL RIO NUEVO?** **Dr. Esteban Jobbagy, Ing. Agr. Emiliano Colazo, Ing. Agr. Ángel Cignetti.** ***Auditorio Teatro Viejo Mercado***

Almuerzo (libre)

14:00 - 18:00	**Gira** ***Cuenca del Rio Nuevo***