



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Trabajo final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

Título:

**Influencia del mulch y la aplicación de glifosato sobre la
implantación de Grama Rhodes y Agropiro Alargado en un
suelo de Bengolea (Córdoba)**

**Por: Lameiro Santiago
DNI: 36.300.781**

Director: Cisneros, José Manuel

**Río Cuarto – Córdoba
Junio de 2017**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

INFLUENCIA DEL MULCH Y LA APLICACIÓN DE GLIFOSATO SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE GRAMA RHODES Y AGROPIRO ALARGADO EN UN SUELO DE BENGOLEA (CÓRDOBA)

**ALUMNO: SANTIAGO LAMEIRO
DNI 36.300.781**

DIRECTOR: Dr. Cisneros José Manuel

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud hacia mi familia, por haberme acompañado durante toda mi carrera, tanto en los buenos y en los malos momentos, y por haberme apoyado en la mayoría de mis decisiones.

A mi novia por haber compartido conmigo todo su amor y apoyo.

A las personas que forman parte de INTA, en especial a Montesano Alberto por haberme facilitado la adquisición de material para mi tesis, y a Pons Diego quien fue director de mi beca INTA-AUDEAS-CONADEV y me ofreció su apoyo para poder terminar mi trabajo final de grado.

A todos mis compañeros de facultad, en especial a quienes ofrecieron su tiempo y esfuerzo para mejorar nuestro lugar de estudio, y con quienes formamos parte del Centro de Estudiantes de Ingeniería Agronómica.

Y por último a todos los profesores de nuestra facultad por la formación recibida y en especial al Prof. Pepe Cisneros, quien aparte de ser director de mi tesis y codirector de mi beca, fue quien me brindó todo su apoyo para así poder concluir con mi carrera.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	4
SUMARY.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
ANTECEDENTES.....	8
OBJETIVOS.....	14
HIPÓTESIS.....	14
MATERIALES Y METODOS.....	15
A- Área de estudio.....	15
B- Caracterización de suelo:.....	17
C- Caracterización de napa freática.....	18
D- Diseño experimental y tratamientos.....	18
E- Determinaciones:.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
A- PRESENTACION DE RESULTADOS.....	21
1 CARACTERIZACION DEL SITIO.....	21
1.1 CLIMA:.....	21
1.2 FUNCIONAMIENTO HIDROLÓGICO DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	22
1.3 OSCILACION DEL NIVEL FREÁTICO DURANTE EL CICLO EXPERIMENTAL.....	23
1.4 VEGETACIÓN:.....	25
2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS.....	26
2.1 SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DEL SUELO.....	26
2.2 SOBRE LA CONCENTRACIÓN SALINA DEL SUELO.....	28
2.3 CORRELACIÓN ENTRE COBERTURA Y SALINIDAD.....	33
2.4 SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS.....	35
2.4.1 GRAMA RHODES “Chloris gayana”.....	35
2.4.2 AGROPIRO ALARGADO “Thinopyrum ponticum”.....	36
B- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	38
CONCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44
ANEXO.....	51

INDICE DE FIGURAS

1	Ubicación del campo y acceso por ruta provincial 1, Fuente: Google Earth).	16
2	Parcela testigo posterior a la siembra de Grama rhodes	16
3	Esquema de parcelas en bloques.....	18
4	Precipitaciones en el ciclo del ensayo comparado con la media	21
5	Imagen satelital con vías de drenaje resaltadas y ubicación del establecimiento Santa Susana	22
6	Ubicación del área de estudio.....	23
7	Imágenes correspondientes a un periodo de anegamiento. Freatímetro (izquierda) y parcela con aplicación de mulch y herbicida bajo agua (derecha).	23
8	Profundidad de la napa freática y precipitación acumulada mensual	24
9	Primer plano de una planta de Distichlis sp. en periodo invernal	25
10	Porcentaje de cobertura en función de las fechas de muestreo	26
11	Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica de los primeros 5 cm de suelo, para 4 fechas de muestreo. Los rectángulos representan los períodos de napa en superficie.	28
12	Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica para 4 profundidades en la primera fecha de muestreo (11 de Diciembre del 2014)	29
13	Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica para 4 profundidades en la primera fecha de muestreo (7 de Mayo del 2015)	30
14	Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica para 4 profundidades en la primera fecha de muestreo (7 de Septiembre del 2015).....	31
15	Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica para 4 profundidades en la primera fecha de muestreo (7 de Septiembre del 2015).....	32
16	Regresión lineal entre el porcentaje de cobertura superficial y la CE de 0-5 cm de suelo ...	33
17	Regresión lineal entre la cobertura superficial y la CE de 0-5 cm de suelo, en cada una de las fechas en que se midió la cobertura	34
18	Siembra de Grama rhodes. a- Corte de la cobertura superficial por la cuchilla turbo; b- lengüeta contactadora (blanca) en el interior del surco, posterior al paso de las cuchillas abresurco y deposito de la semilla; c- posición final de la semilla en parcela s/mulch; d- posición final de la semilla en parcela c/mulch.....	35
19	Plántulas de Agropiro por debajo del nivel del agua (a y b) Plantas de Agropiro establecidas (c y d).....	37

INDICE DE TABLAS

1	Análisis de la varianza y test de medias DGC para el porcentaje de cobertura del 7 de Mayo de 2015.....	51
2	Análisis de la varianza y test de medias DGC para el porcentaje de cobertura del 7 de Septiembre de 2015.....	51
3	Análisis de la varianza y test de medias DGC para el porcentaje de cobertura del 10 de Octubre de 2015.	52
4	Efecto de la aplicación de mulch y herbicida en el porcentaje de cobertura según 3 fechas de muestreo.	27
5	Análisis de la varianza y test de medias DGC para el CE de saturación en función de la aplicación de mulch y glifosato (fecha de muestreo 10 de Diciembre de 2014).....	53
6	Análisis de la varianza y test de medias DGC para el CE de saturación en función de la aplicación de mulch y glifosato (fecha de muestreo 7 de Mayo de 2015).	54
7	Análisis de la varianza y test de medias DGC para el CE de saturación en función de la aplicación de mulch y glifosato (fecha de muestreo 7 de Septiembre de 2015)	55
8	Análisis de la varianza y test de medias DGC para el CE de saturación en función de la aplicación de mulch y glifosato (fecha de muestreo 24 de Octubre de 2015).....	56
9	Regresión lineal entre el porcentaje de cobertura superficial y la CE de 0-5 cm de suelo para las tres fechas en las que se midió la cobertura.	57
10	Regresión lineal entre el porcentaje de cobertura superficial y la CE de 0-5 cm de suelo, discreteado por cada una de las fechas en que se midió la cobertura	58
11	Establecimiento de plantas de Agropiro (pl/m^2) en función de los tratamientos.....	36
12	Análisis de la varianza del establecimiento de plantas de <i>Thinopyrum ponticum</i>	59

RESUMEN

La provincia de Córdoba cuenta con una extensa superficie afectada por anegamientos debidos al escurrimiento superficial y al ascenso de la capa freática, siendo ésta última la principal fuente de sales en estos suelos. Las tecnologías de manejo de suelos salinos aconsejan disminuir la evaporación (para evitar la concentración de las sales en superficie) y aumentar la percolación (para favorecer el lixiviado de sales solubles). Uno de los fenómenos de mayor incidencia en los suelos salinizados lo constituye la disminución de la germinación y la emergencia no uniforme de las plántulas, aspecto que repercute en el establecimiento de los cultivos bajo estas condiciones. Grama rhodes (*Chloris gayana*) y Agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) se presentan como dos opciones forrajeras que tendrían la capacidad de tolerar cierto grado de halo-hidromorfismo. Por su parte la vegetación natural tiene un rol muy importante sobre la estabilidad del sistema ya que participa activamente en la dinámica del movimiento de agua y sales en el suelo y en el proceso de salinización superficial. Una técnica recomendada para estos ambientes es el mulching, el cual consiste en la aplicación de residuos de vegetación viva o muerta sobre el suelo, generando una cobertura del mismo durante la mayor parte del año, y especialmente en aquellas épocas de alta evapotranspiración y/o precipitación, lo que permite el lavado de sales para favorecer la germinación. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de herbicidas totales y de mulch en pre-siembra sobre el porcentaje de cobertura, la salinidad del perfil y el establecimiento de *C. gayana* y *T. ponticum*. La experiencia se realizó en la zona rural de la localidad de Bengolea sobre un área perteneciente al complejo indeterminado Los Tamariscos, de suelos hidromórficos salino-alcalinos, cuya vegetación natural predominante fue *Distichlis* spp. (Pelo de chanco). Se pudo comprobar que el mulch disminuye la concentración salina en superficie haciéndose menos evidente esta diferencia en profundidad, y que además genera un aumento en el porcentaje de cobertura superficial, pero en condiciones de anegamiento, este efecto disminuye con el tiempo debido a su degradación. La aplicación del herbicida Glifosato sobre la vegetación natural permitió un aumento del establecimiento de las plantas de Agropiro, a pesar de haber generado un aumento de la salinidad del suelo. La combinación de esta práctica con la aplicación de mulch tuvo un efecto aun más marcado con diferencias significativas. En estos ambientes tan extremos, en donde pueden ocurrir fenómenos de estrés hídrico, estrés salino y estrés por anegamientos en un mismo ciclo de crecimiento, la especie que mejor se podría adaptar es Agropiro, quedando Grama Rhodes para situaciones con menor dinámica e intensidad de la afectación hidrohalomórfica.

SUMMARY

Cordoba province has an extensive area affected by flooding due to surface runoff and the rise of water table, the latter being the main salts source in these soils. Management technologies of saline soils advise to reduce the evaporation (to avoid the salt concentration in soil surface) and to increase the percolation (to leaching soluble salts). One of the main management problems in saline soils is poor germination and non-uniform emergence of seedlings, an aspect that affects the establishment of pastures under these conditions. Rhodes grass (*Chloris gayana*) and Tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum*) are presented as two fodder options that would have the capacity to tolerate some degree of halo-hydromorphism. On the other hand, the natural vegetation has a very important role on the stability of these ecosystems since it actively participates in the dynamic of movement of water and salts in the soil and in the process of superficial salinization. A recommended technique for these environments is mulching, which consists of the application of residues of living or dead vegetation on the soil, generating a cover of the same during most of the year, and especially in periods of high evapotranspiration and / or precipitation, allowing the leaching of salts to promote germination. The objective of the present work was to evaluate the effect of the total herbicides application and mulch in pre-sowing on the percentage of coverage, the profile salinity and the establishment of *C. gayana* and *T. ponticum*. The experiment was carried out in the rural area of Bengolea town over an area of soil indeterminate complex Los Tamariscos, with saline-alkaline hydromorphic soils, whose predominant natural vegetation was *Distichlis* spp. It was verified that the mulch decreases the saline concentration on the surface, being less evident this difference in depth, and also generates an increase in the percentage of surface cover, but under waterlogging conditions, this effect decreases with time due to its degradation. The herbicide Glyphosate application over the natural vegetation allowed an increase of the plants establishment of *T. ponticum*, in spite of having generated an increase of the soil salinity. The combination of this practice with the mulch application had an even more marked effect with significant differences. In these extreme environments, where water stress, saline stress and stress by waterlogging can occur in the same growth cycle, the species that could best be adapted is *T. ponticum*, leaving Rhodes Grass for situations with less dynamics and intensity of soil hydro-halomorphic conditions.

INTRODUCCIÓN

Los suelos afectados por sales ocupan importantes regiones áridas y semiáridas del mundo. Elevadas concentraciones de sales producen efectos adversos en la mayoría de las plantas y microorganismos (Hashem et al., 1998). Estos suelos cubren aproximadamente un 10% de la superficie terrestre y se encuentran ampliamente distribuidos en Argentina (Peinneman, 2003). Argentina es el tercer país con mayor superficie afectada con problemas de sales y sodio del mundo, luego de Rusia y Australia (Lavado y Taboada, 2009). En la Pampa Deprimida, el oeste bonaerense, noreste pampeano, sureste de Córdoba, este santafesino o los bajos submeridionales, se encuentran extensas áreas afectadas por sales y otros impedimentos (Lavado y Taboada, 2009).

Córdoba cuenta con una superficie de 1.663.500 has afectadas por anegamientos debido al ascenso de la capa freática y escurrimiento superficial de las cuales 783.000 has corresponden a áreas de afectación normal (riesgo mínimo) y 880.500 has, corresponde a áreas de máxima afectación (riesgo máximo, Cisneros et. al. 2007). Los departamentos General Roca, Roque Saenz Peña y Juárez Celman suman 1.223.000 hectáreas (Weir, 2000), mientras que más de siete millones de hectáreas de la provincia de Buenos Aires, el 25% de su territorio, están ocupadas por estos tipos de suelos (Linari y Tommasone, 1999).

Los suelos afectados por problemas de salinidad/alcalinidad y deficiente drenaje, en general, en la región, se encuentran en los sectores del paisaje de relieve deprimido y reciben aportes de agua subterránea y sales bajo la forma de ascenso capilar de la napa freática (Montico, 2007). Estos aportes dependen de la profundidad de la freática, de su salinidad, de las propiedades hidrofísicas del suelo y de la presencia de vegetación, dentro de un balance determinado entre precipitación y evapotranspiración (Cisneros et al, 1998). Los suelos con un porcentaje de sodio intercambiable de más del 15 % y un pH superior a 8.5 presentan, como es sabido, dificultades para el crecimiento de la mayoría de las plantas, tanto por su toxicidad como por el deterioro de las propiedades físicas del perfil (Linari y Tommasone, 1999), de las cuales podemos citar la dispersión de las arcillas y la materia orgánica, que se desplazan en profundidad durante la estación húmeda y se depositan constituyendo un horizonte densificado (Pérez, 2011).

Las limitaciones de estos ambientes han definido que se adecue su uso actual a ganadería extensiva. A pesar de esto la región se ha visto sometida a procesos de pastoreo de baja eficiencia provocando deterioro de la condición física del suelo y aumento de las áreas salinizadas por eliminación de la cobertura vegetal (Cisneros et al, 1998). Además de esto, durante la última década la región registró un notable aumento de la carga animal por hectárea ganadera (Vázquez et al., 2008). El stock vacuno se incrementó hasta fines de 2006 en más de un millón de cabezas y la ganadería cedió a la agricultura un 10 % de su superficie (Maresca, 2010). Los ambientes altos, tradicionalmente utilizados para la confección de reservas y/o

implantación de verdeos/pasturas (Carrillo y Schiersmann, 1994), fueron reemplazados por cultivos de verano, principalmente soja (Maresca, 2010), concentrándose la hacienda en los ambientes bajos.

Desde el punto de vista forrajero, estos bajos salinos muestran un crecimiento del pastizal marcadamente primavero-estival. En cuanto a la calidad forrajera de estos ambientes es de regular a baja (Rossi et al, 2009), los valores de producción son variables según el ambiente, la composición florística y el año (Aragón, 2012) y no superan los 2500 kgMS/ha-año (Duhalde, 2011). En estos ambientes, es necesario que las especies componentes de las pasturas cultivadas posean capacidad de implantación, elevada persistencia y adecuada oferta de nutrientes para el ganado (Bazzigalupi et al, 2008).

Algunas investigaciones reportan que estos suelos, clasificados como de aptitud marginal para la agricultura y utilizados tradicionalmente como campos de pastoreo natural o con un restringido número de especies resistentes, pueden mejorar sensiblemente su productividad. Un manejo que contempla nuevos sistemas y tecnologías como siembra directa, fertilización balanceada y herbicidas, demuestra que pueden incorporarse especies de alto valor forrajero con rendimientos alentadores (Linari y Tommasone, 1999). Además de la incorporación de estas especies, Weir (2000) enumera a los pastoreos rotativos como otra de las técnicas que pueden ser utilizadas en la mejora de las condiciones de estos ambientes.

Además de contemplar solamente las especies cultivadas que se podrían adaptar a estos ambientes deberíamos analizar la importancia de la vegetación natural, que aparte de ser el recurso natural sobre el que se basa la productividad de las tierras, tiene un rol muy importante sobre la estabilidad del mismo sistema ya que participa activamente en la dinámica del movimiento de agua y sales en el suelo y en el proceso de salinización superficial. Estas especies nativas se encuentran conformando complejos bien definidos denominadas comunidades vegetales, las cuales poseen combinaciones características de especies que se repiten a lo largo de toda la región, localizándose a su vez cada una de ellas, en sitios bien definidos del ambiente. Dentro de estas comunidades podemos nombrar algunas especies como *Stipa trichotoma*, *S. tenuissima*, *S. papposa*, *Cynodon dactylon*, *Hordeum stenostachys*, *Distichlis scoparia*, *D. spicata*, *Atriplex undulata*, *Cyclolepis genistoides*, *Heterostachys ritteriana*, *Salicornia ambigua*, *Spartina densiflora*, *Paspalum vaginatum*, *Cyperus corymbosus*, *Paspalum quadrifarium* y *Echinochloa helodes* (Cantero et. al. 1996).

Este trabajo pretende indagar sobre las alternativas de implantación de especies tolerantes a la salinidad, en un ambiente salino-anegable representativo del sistema de drenajes-araña del este de la provincia de Córdoba.

ANTECEDENTES

En suelos salinos–alcalinos es importante conocer la dinámica de sales en el perfil para luego relacionarlo con los procesos de germinación y establecimiento de la plántula y planta adulta y establecer pautas tecnológicas para mejorar la eficiencia de implantación (Pellejero, 2011).

Salinización de los Suelos.

La salinización, de un suelo ocurre por el aporte desde una fuente de sales. La principal fuente de sales en los suelos de la región sur de Córdoba es la existencia de una napa freática somera y salina. La freática, se va cargando de sales desde la zonas topográficamente altas para llegar a las zonas bajas con una proximidad suficientemente cercana a la superficie como para salinizar el suelo (Principi, 1998).

Todas las aguas subterráneas poseen -en mayor o menor medida- sales disueltas (Cantero et al., 1998). Los principales cationes encontrados en las capas freáticas de la región son Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} y K^+ , con un neto predominio del primero sobre el resto. En cuanto a la fracción aniónica dominan Cl^- y SO_4^- sobre CO_3^- y CO_3H^- (Cisneros et al. 2006).

Las sales disueltas se mueven junto al agua del suelo por flujo masal. El movimiento más importante y que lleva las sales desde la napa a la superficie se denomina ascenso capilar, éste está regulado por la evapotranspiración (demanda atmosférica) y la profundidad crítica. La disminución del contenido salino de los suelos ocurre por el proceso inverso a la salinización: el agua que percola en el perfil, lixivia las sales nuevamente a la capa freática -excepto el sodio de cambio. Por consiguiente, las tecnologías de manejo de suelos salinos aconsejan: disminuir la evaporación (para evitar las concentración de las sales en superficie) y aumentar la percolación (para favorecer el lixiviado de sales solubles) (Cisneros et al., 1998).

Germinación en condiciones salinas

La mayor parte de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación y emergencia que durante los estadios de crecimiento y desarrollo posteriores (Ayers, 1950; Martín et al, 2008). La germinación puede ser limitada por el bajo potencial osmótico, lo que reduce la capacidad de la semilla de absorber agua y/o por concentraciones tóxicas de iones específicos, sin embargo, algunos autores han señalado la no existencia de correlación entre estas variables en condiciones de salinidad, dado que durante la absorción de agua tienen lugar mayormente procesos físico-químicos, tales como la imbibición que es tolerante a la salinidad

(Chávez et al, 2002) y, posteriormente, se puede producir la muerte por toxicidad iónica afectándose el índice de germinación (González et al, 1999).

Las semillas de diferentes especies tienen diferentes niveles de hidratación, debajo de los cuales los procesos fisiológicos de germinación son deprimidos o suprimidos (Ochoa, 1994). Tanto la ocurrencia o no de la germinación como la velocidad a la que ésta se produce están determinadas principalmente por los gradientes de potenciales hídricos entre la semilla y el medio (Welbaum y Bradford, 1988).

Entre las estrategias de las plantas para tolerar la salinidad se encuentran: la exclusión celular de iones tóxicos como el Na^+ y Cl^- , almacenamiento en las vacuolas, restricción de la absorción desde la raíz y excreción glandular, entre otras (Pessaraki, 2001). En un estudio realizado por Kateijar y Dubey (1992) se atribuyen los daños en la germinación en arroz a desajustes metabólicos y a la inhibición de enzimas responsables de la removilización de reservas para llevar a cabo este proceso (citados por García y González, 1997).

Manejo de suelos salinos

La salinización de los suelos de la región sur de Córdoba se explica por la existencia de una napa freática somera y salina que se conecta a la superficie por capilaridad. El ascenso de esta napa se debe a recargas locales por efecto de las precipitaciones y escurrimiento de otras áreas, mientras que el descenso de la misma es debido a la evapotranspiración. (Cisneros et al., 1998). Debe tenerse en cuenta la profundidad crítica de la misma. Este concepto, se refiere a aquella profundidad a la cual el ascenso capilar de las sales disueltas en ella, llega hasta la superficie con una intensidad tal que provoca su salinización. Como es sabido, la altura de esta zona capilar es inversamente proporcional a la granulometría de la zona afectada del perfil. En suelos de textura media (franco-arenosos), esta zona puede alcanzar alturas de alrededor de un metro. Por ello, en suelos donde la capa freática se mueve libremente, pues no poseen horizontes Bt fuertemente arcillosos, la probabilidad de que las sales alcancen los horizontes superficiales donde están las raíces depende de la profundidad crítica de la capa freática.

Una de las claves para el manejo de estos suelos consiste en lograr una cubierta vegetal natural, contribuyendo de esta manera a disminuir la temperatura superficial, la acción del viento y el ascenso capilar de sales. El establecimiento de las pasturas en estos suelos se constituye en una fase crítica donde, la velocidad de germinación puede determinar capacidades diferenciales para competir durante el establecimiento, alcanzar una rápida cobertura y permitir un aprovechamiento anticipado de la pastura (Pérez, 2011).

Jobbágy et al., (2008) pudo comprobar que los cultivos provocan la descarga y descenso del nivel freático por el consumo del agua y el mantenimiento de la vegetación genera una mejora en las velocidades de infiltración y promueve el lavado de sales superficiales. En concordancia

con lo dicho anteriormente, Cisneros et al. (1999) postuló la existencia de dos posibles modelos funcionales dinámicos en los suelos salinos y sódicos:

- a) El modelo dinámico de suelo vegetado en el cual se pudo observar una tendencia significativa hacia una reducción de la salinidad superficial debido a los efectos de la cubierta vegetal, y en el cual las corrientes descendentes verticales (infiltración, percolación) y los flujos subterráneos predominaron, en un circuito de retroalimentación positiva que conduce a la lixiviación de las sales.
- b) El modelo dinámico de suelo desnudo en el cual las principales características son la acumulación en la superficie de la sal y el Na⁺, con un predominio de las corrientes ascendentes verticales (ascensión capilar, evaporación) y los flujos horizontales de superficie (escorrentía).

Habitualmente la recuperación de suelos salinos y/o sódicos por la adición de productos químicos se descarta, en razón de su costo. Por esto es de interés práctico conocer dentro de qué límites de salinidad pueden desarrollarse especies forrajeras (Priano y Pilatti, 1989). La gran heterogeneidad espacial que presentan estos ambientes crea condiciones integrales muy diferentes entre las diversas zonas en cuanto a su aptitud para producir forraje. Esto dificulta la extrapolación de los resultados de trabajos de investigación de un lugar a otro, a la vez que destaca la necesidad de profundizar en la investigación del comportamiento de las pasturas. La información respecto a los resultados obtenidos es a menudo incompleta (Martín et al, 2008).

Especies utilizadas en Suelos Salinos

En general, las forrajeras perennes tienen un lento crecimiento inicial y pocas reservas en la semilla, lo que hace que el establecimiento de la plántula sea un período crítico bastante largo (García Espil, 1990). Uno de los fenómenos de mayor incidencia en los suelos salinizados lo constituye la disminución de la germinación y la emergencia no uniforme de las plántulas, así como la baja densidad de población que en ellos se logra, aspecto que repercute en el establecimiento de los cultivos bajo estas condiciones (Ramírez et al, 1999).

Dentro de este grupo se encuentra Agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) la cual es una forrajera ampliamente distribuida en la región semiárida de Argentina, con resistencia al estrés hídrico bien conocida. Es una gramínea perenne, de ciclo otoño- invierno- primaveral, de crecimiento alto en forma de matas, rústico, resistente a la sequía, de buen valor nutritivo antes del encañe. Su máxima producción de forraje la da en primavera y otoño (Ruiz y Terenti, 2012).

Investigaciones acerca de su resistencia y su respuesta fisiológica al estrés hídrico son limitadas (García et al, 2002). El Agropiro alargado se considera tolerante, siendo capaz de germinar y crecer en conductividades eléctricas entre 6.9 y 8.0 dS/m (Maas y Hoffman, 1977),

pudiendo llegar a observarse a los 20 dS/m porcentajes de germinación del 20% aproximadamente (Miñan, 2013). Esta especie ha sido utilizada como recuperadora de playas salinas y bajos degradados por sales (INTA, 1991).

Otra de las especies que se encuentra dentro de este grupo es Grama Rhodes (*Chloris gayana*), la cual es una especie C4 conocida por su habilidad para soportar condiciones de sequía, salinidad del suelo y heladas ligeras (Varela, 2011). Es una especie estolonífera, lo cual le confiere persistencia y agresividad, además de poseer un sistema radical robusto (Terán, 2012). Tiene una gran capacidad adaptativa a condiciones de suelos pobres y con ciertos tenores de salinidad, produciendo obviamente mucho mejor en suelos de mayor calidad. Es una de las que mayor tolerancia a salinidad presenta (Martín, 2010). Sus condiciones la hacen un material excelente para la confección de heno y, para el pastoreo, permitiendo realizar de 3 a 4 cortes con una frecuencia de 28 a 35 días entre ellos (Terán, 2010). Su ciclo vegetativo se extiende aproximadamente desde Noviembre hasta Abril (Martín, 2010).

En lo que respecta a la germinación de esta especie megatérmica en condiciones salinas Miñan (2013) pudo observar que el porcentaje de germinación en los ensayos con 2, 4, 6 y 10 dS/m no fueron distintos con respecto al ensayo que no presentó salinidad, pero sí pudo observarse una reducción del mismo cuando la conductividad del suelo fue de 20 dS/m, llegando a un valor de germinación del 14%.

Bertram (2009) reporta que esta especie vegeta en condiciones de pH de 9.54 – 9.44 con una conductividad eléctrica (CE) de 7,96 dS/m y 12,05 dS/m respectivamente y un PSI de 53 – 64%, obteniendo en estas condiciones producciones de 1400 g MS/ m² en el ciclo de crecimiento.

Taleisnik et al. (2004) encontró que el efecto más visible de alta salinidad en el crecimiento de esta gramínea era una pronta reducción en la expansión del área foliar, que más tarde disminuyó la acumulación de materia seca. Este resultado se esperaba, ya que la expansión del área foliar es uno de los aspectos más sensibles a la sal del crecimiento vegetal (Greenway y Munns, 1980) y los efectos similares se han reportado en muchas plantas, incluyendo halófitas (véase, por ejemplo, Shennan et al. 1987).

Aplicación de mulch en suelos salinos

El mulch es una técnica que consiste en la aplicación de residuos de vegetación viva o muerta sobre el suelo, que produzcan una cobertura total del mismo durante la mayor parte del año, y especialmente en aquellas épocas de alta evapotranspiración y/o precipitación. En suelos con mal drenaje y sujetos a salinización por freática tiene por objetivo disminuir la evaporación directa y proteger la superficie del suelo de la energía de la lluvia o del viento, además de

reducir el ascenso capilar de sales y mejorar la infiltración en la superficie del suelo (Cantero et. al. 1998).

El uso del agua por la cobertura vegetal está influenciado por el grado de cobertura sobre el suelo, el tiempo durante el cual la cubierta está presente, las condiciones climáticas, y varios factores más tales como las propiedades de reflexión de la luz del material vegetal y la rugosidad de la cubierta. Medidas dirigidas al incremento del uso del agua deberían tener como objetivo mantener una densa cobertura de material vegetal durante un periodo tan largo como sea posible, pero especialmente cuando la demanda evaporativa es alta. Se ha hecho hincapié en que la lluvia debería ser utilizada donde caiga con el fin de maximizar la producción, minimizar los problemas de erosión y evitar filtraciones y áreas pantanosas y secas en los potreros (Watson 1961).

McMillen (2013) evaluó distintos tipos de mulch para determinar cuál sería mejor en la conservación de la humedad del suelo, evaluando además distintos espesores (5, 10 y 15 cm.) Pudo observar que una capa de mantillo de al menos 5 cm reduce la evaporación superficial en un 40% en comparación con las pérdidas de agua en el suelo desnudo a los 3 días de comenzada la experiencia, y que todos los tipos de mulch fueron igualmente efectivos. Si bien no se halló diferencias entre los tipos de mulch, el espesor de los mismos tuvo un efecto significativo sobre la pérdida de agua. La duplicación del espesor de mulching de 5 cm hasta 10 cm mantuvo la humedad del suelo un 10% superior a lo largo de la mayor parte del experimento.

En otro estudio se comprobó que la aplicación de distintos tipos de mulch (aserrín y paja) aminoró la velocidad de secado en comparación con el suelo desnudo. El mantillo de aserrín, aplicado en bajas tasas (10t/ha) sobre la superficie y el mantillo incorporado, independientemente de la tasa de aplicación, retrasaron la velocidad de secado en los primeros 10 días después de la humectación, pero el contenido de humedad no fue significativamente diferente al del suelo desnudo a partir de entonces. Se comprobó además que el aserrín aplicado a la superficie a la tasa más alta (20 t / ha) fue el más eficaz en la reducción de la evaporación. Ambas coberturas aplicados a la superficie, y en particular la paja, mejoró la cubierta vegetal, pero sólo a las tasas de aplicación más altas. Esto se debió a que el tratamiento puede reducir periódicamente la salinidad de la superficie lo suficiente como para mejorar las posibilidades de establecimiento exitoso (Grigg, et. al. 2006).

Smith and Stoneman (1970) encontraron que una cobertura de arena, la cual fue de unos 5 cm de espesor (500 m³/ha) y colocado en el suelo sin cultivar, fue altamente efectivo en el lavado de la sal de los primeros 30 cm de suelo durante el invierno, y en la prevención de su retorno durante la primavera y el verano. Además de las coberturas con arena se ha informado que las orgánicas, tales como las de estiércol animal o de cultivos frescos, también son altamente

eficaces en lograr la lixiviación de sal y la disminución de la salinización (Teakle, 1929; Fanning y Carter, 1963)

Otra alternativa para esta técnica es la utilización de los subproductos desechados de las fábricas, como orujo de aceituna, donde se pudo comprobar que su utilización como mulch fresco o compostado produjo una reducción de la evaporación del suelo mayor del 33 % y mantuvo el suelo con una humedad gravimétrica cercana a capacidad de campo (Aguirre et. al. 2008).

Desafortunadamente, las coberturas tienden a un enfoque muy costoso para la recuperación de tierras salinas, aunque para pequeñas áreas problemáticas cerca de una fuente de abono adecuado estas podrían ser practicables (Malcolm, 1983).

A los fines de orientar la formulación de las hipótesis se plantean las siguientes preguntas ¿Cuál es la salinidad de la cama de siembra que limita la germinación de la Grama rhodes y el Agropiro alargado? ¿Hay que ayudar al lavado de sales para favorecer la germinación? ¿El pastizal de “pelo de chanco” (*Distichlis spicata*), es un impedimento para la germinación de las semillas y posterior establecimiento de las plántulas? ¿La cobertura con mulch previo a la siembra, disminuirá el contenido salino en superficie? ¿La cobertura con mulch empeorará la implantación el establecimiento de Grama rhodes y Agropiro alargado por constituir una barrera física? ¿La aplicación de un herbicida de cobertura total mejorará la eficiencia de implantación por disminución de la competencia? ¿La aplicación de un herbicida de cobertura total empeorará las condiciones de salinidad de la cama de siembra? Parte de las respuestas buscadas a estas preguntas constituyen las hipótesis de nuestro trabajo y que nos proponemos contrastar empíricamente con una experiencia a campo.

OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de la aplicación de mulch en la concentración de sales en la cama de siembra y la germinación de Grama rhodes y Agropiro alargado.
- Evaluar el efecto de herbicidas totales en pre-siembra sobre la cobertura de Pelo de Chanco, la salinización superficial y la germinación de Grama rhodes y Agropiro alargado.
- Evaluar el establecimiento de Grama Rhodes y Agropiro alargado en función del efecto combinado de mulch y uso de herbicidas.

HIPÓTESIS

- El uso de mulch disminuye la concentración salina en superficie, permitiendo de este modo una mejor implantación de las pasturas.
- La aplicación de herbicida no selectivo en pre-siembra lleva a una disminución de la competencia por parte de las especies presentes, mejorando como consecuencia la implantación de pasturas.

MATERIALES Y METODOS

A- Área de estudio

La experiencia se realizó en el establecimiento “Santa Susana”, perteneciente a Fabián y Elvio Lameiro. El mismo se encuentra ubicado en la zona rural de la localidad de Bengolea, a 15km de la misma, al norte del departamento Juarez Celman, provincia de Córdoba (Figura 1).

El relieve de la región se caracteriza por ser plano con gradientes del 0,5%, siendo esta pequeña pendiente en dirección oeste-este. El material originario se constituye de potentes depósitos de origen eólico, de textura franco-limosa y franca

La región se caracteriza por tener una temperatura media anual 16.9° C. siendo la temperatura media del mes más cálido 24.9°C correspondiendo al mes de Enero, mientras que la temperatura media del mes más frío es de 9.6°C siendo éste el mes de Julio. La precipitación media anual es de 779 mm, observándose para esta zona valores de precipitación anual máximos de 1281 mm y mínimos de 349 mm. La máxima ocurrencia de precipitaciones se da desde el mes de Octubre hasta el mes de Abril.

La superficie donde se realizó el estudio pertenece al complejo indeterminado Los Tamariscos, de suelos hidromórficos salino-alcálicos con una capacidad de uso VIIws y un IP de 5. Son suelos con considerable exceso de humedad debido a la acumulación de aguas de escorrentía proveniente de áreas circunvecinas más elevadas, con anegamientos o capas de agua que permanece cerca o sobre la superficie la mayor parte del tiempo. (Carta de suelos de la República Argentina- Hoja Gral. Cabrera, 1991).

El uso actual de estos potreros es netamente ganadería de cría, debido a la baja calidad forrajera que brinda la vegetación natural. Dentro de esta zona se procedió a la clausura de un sector relativamente uniforme en donde solamente hubiera *Distichlis* spp. (Pelo de chanco) como vegetación natural (Figura 2).



Figura 1: Ubicación del campo (polígono blanco) y acceso por ruta provincial 1 (línea naranja, Fuente: Google Earth).



Figura 2: Parcela testigo posterior a la siembra de Grama rhodes

B- Caracterización de suelo:

El establecimiento se encuentra en el sector Sur-Oeste de la Pampa Loéssica Plana en la cual los materiales originarios de los suelos de la zona están representados por potentes depósitos de origen eólico (loéssico) (Cabido et al. 2003), de textura franco-limosa y franca, en el sector norte y este, y franco arenoso en la mitad sur. Los suelos predominantes son Haplustoles énticos y típicos en los sectores bien drenados y Natracualfes típicos en los bajos salino-sódicos. La limitante que presentan los suelos de esta región en orden decreciente son climáticos, profundidad del perfil por presencia de napas y erosión eólica (Carta de suelos de la República Argentina- Hoja Gral. Cabrera 1991).

Dentro del establecimiento se pueden destacar distintas unidades homogéneas de tierra, a las cuales se las puede correlacionar con las unidades cartográficas que se detallan en la Carta de suelos de la República Argentina- Hoja Gral. (1991). Cabrera. Entonces podemos decir que dentro de planicie alta se distinguen 2 unidades cartográficas, una de ellas es la Consolidación General Cabrera y la otra es Asociación de series Gral. Cabrera, en fase ligeramente anegable 50 % y Gral. Deheza 50 %. La planicie intermedia pertenece al complejo de series La Victoria 40%; Carnerillo 40%; y suelos menores con alcalinidad subsuperficial 20%.

El ensayo estuvo ubicado en el sector de bajo salino, el cual pertenece al complejo indeterminado Los Tamariscos, de suelos hidromórficos salino-alcalinos con una capacidad de uso VIIws y un IP de 5. Son suelos con considerable exceso de humedad debido a la acumulación de aguas de escorrentía proveniente de áreas circunvecinas más elevadas, con anegamientos o capas de agua que permanece cerca o sobre la superficie la mayor parte del tiempo. También esta subclase incluye suelos fuertemente afectados por salinidad y/o alcalinidad (Carta de suelos de la República Argentina- Hoja Gral. Cabrera 1991).

Se realizó una evaluación del perfil en este sector del predio y a continuación se detallan los horizontes con que cuenta y algunas características.

- A (0-10cm): oscuro, duro en seco, firme en húmedo, ligeramente adhesivo en mojado; franco arenoso, estructura laminar y materia orgánica sin descomponer. La conductividad eléctrica del extracto saturado medida al inicial el ensayo fue de 19,8 dS/m.
- E (10-17cm): de color claro, ligeramente duro en seco, friable en húmedo y ligeramente adhesivo, textura franco arenosa.
- Btn (17-55cm): de color más oscuro que el horizonte superior con iluviación de arcilla sódica, franco arcilloso, adhesivo, plástico, muy duro en seco.

C- Caracterización de napa freática

La napa freática de la zona tiene una conductividad eléctrica que fluctúa entre 9 y 11,5 dS/m y un pH de que fluctuó entre 7,7 y 8,3.

D- Diseño experimental y tratamientos

El diseño que se utilizó fue en parcelas divididas con 3 bloques completos, donde el factor principal es la especie con dos niveles (Agropiro alargado y Grama rhodes), la subparcela es el mulch con 2 niveles (con mulch y sin mulch), y la sub-subparcela es el herbicida con 2 niveles (con glifosato y sin glifosato). Las parcelas tendrán una superficie aproximada de 150 m² (15m*10m), y su configuración se muestra en el siguiente esquema (Figura 3).

<table border="1"> <tr> <td>Con mulch Con glifosato</td> <td>Con mulch Sin glifosato</td> <td rowspan="2">1</td> <td>Sin mulch Con glifosato</td> <td>Sin mulch Sin glifosato</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Agropiro</td> <td colspan="2">Grama rhodes</td> </tr> <tr> <td>Sin mulch Con glifosato</td> <td>Sin mulch Sin glifosato</td> <td></td> <td>Con mulch Con glifosato</td> <td>Con mulch Sin glifosato</td> </tr> </table>	Con mulch Con glifosato	Con mulch Sin glifosato	1	Sin mulch Con glifosato	Sin mulch Sin glifosato	Agropiro		Grama rhodes		Sin mulch Con glifosato	Sin mulch Sin glifosato		Con mulch Con glifosato	Con mulch Sin glifosato				
Con mulch Con glifosato	Con mulch Sin glifosato	1		Sin mulch Con glifosato	Sin mulch Sin glifosato													
Agropiro			Grama rhodes															
Sin mulch Con glifosato	Sin mulch Sin glifosato		Con mulch Con glifosato	Con mulch Sin glifosato														
<table border="1"> <tr> <td>Sin mulch Sin glifosato</td> <td>Sin mulch Con glifosato</td> <td rowspan="2">2</td> <td>Con mulch Sin glifosato</td> <td>Con mulch Con glifosato</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Grama rhodes</td> <td colspan="2">Agropiro</td> </tr> <tr> <td>Con mulch Sin glifosato</td> <td>Con mulch Con glifosato</td> <td></td> <td>Sin mulch Sin glifosato</td> <td>Sin mulch Con glifosato</td> </tr> </table>	Sin mulch Sin glifosato	Sin mulch Con glifosato	2	Con mulch Sin glifosato	Con mulch Con glifosato	Grama rhodes		Agropiro		Con mulch Sin glifosato	Con mulch Con glifosato		Sin mulch Sin glifosato	Sin mulch Con glifosato				
Sin mulch Sin glifosato	Sin mulch Con glifosato	2		Con mulch Sin glifosato	Con mulch Con glifosato													
Grama rhodes			Agropiro															
Con mulch Sin glifosato	Con mulch Con glifosato		Sin mulch Sin glifosato	Sin mulch Con glifosato														
<table border="1"> <tr> <td>Sin mulch Con glifosato</td> <td>Con mulch Sin glifosato</td> <td rowspan="2">3</td> <td>Con mulch Con glifosato</td> <td>Sin mulch Sin glifosato</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Agropiro</td> <td colspan="2">Grama rhodes</td> </tr> <tr> <td>Sin mulch Sin glifosato</td> <td>Con mulch Con glifosato</td> <td></td> <td>Con mulch Sin glifosato</td> <td>Sin mulch Con glifosato</td> </tr> </table>	Sin mulch Con glifosato	Con mulch Sin glifosato	3	Con mulch Con glifosato	Sin mulch Sin glifosato	Agropiro		Grama rhodes		Sin mulch Sin glifosato	Con mulch Con glifosato		Con mulch Sin glifosato	Sin mulch Con glifosato				
Sin mulch Con glifosato	Con mulch Sin glifosato	3		Con mulch Con glifosato	Sin mulch Sin glifosato													
Agropiro			Grama rhodes															
Sin mulch Sin glifosato	Con mulch Con glifosato		Con mulch Sin glifosato	Sin mulch Con glifosato														

Figura 3: Esquema de parcelas en bloques.

- Mulch: se aplicó una cobertura muerta en pre siembra de Grama rhodes en todas las parcelas del ensayo, tratando de alcanzar un espesor aproximado de 5 cm y una cobertura del terreno de por lo menos 90% (16 tn/ha aprox.). La misma se obtuvo de rollos de heno realizados en un lote aledaño al ensayo.
- Glifosato: se realizó una aplicación de este herbicida en una dosis de 5 l/ha previo a la siembra de cada cultivo.
- La parcela que no recibió tratamiento alguno cumplió la función de testigo y representante de la condición actual del suelo.
- Fechas y densidades de siembra: Grama rhodes se implantó el día 25 de Noviembre de 2014 con una densidad de 25 kg/ha (3 veces superior a lo recomendado). Agropiro alargado se sembró el día 21 de Abril de 2015 con una densidad de 25 kg/ha. Las semillas fueron adquiridas a la firma Oscar Peman y Asociados y su PG fue estimado a partir del trabajo de Miñan (2013) los cuales fluctuaron entre 68 y 78 % para Agropiro y Grama respectivamente.

Para analizar las diferencias entre las medias de los niveles de los factores y de las medias de las interacciones producidas entre los niveles se aplicó la prueba de comparaciones múltiples DGC (Di Rienzo. et. al. 2002).

A demás se correlacionó los datos de cobertura superficial con conductividad eléctrica, los de cobertura superficial con la cantidad de plántulas emergidas, y los de conductividad y plántulas emergidas. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa Infostat (Di Rienzo. et. al. 2008).

E- Determinaciones:

- COBERTURA SUPERFICIAL

Para llevar a cabo la estimación de la cobertura de suelo utilizó el Método de puntos de intersección (Matteucci y Colma, 1982), el cual consistente en una cuerda con 50 nudos cada 15 cm. En cada proyección de nudo sobre la superficie se contabiliza si está cubierto o no, a dicho valor se lo multiplica por 2 obteniéndose un % de cobertura superficial. Se realizó una primera medición dentro del área de estudio pero fuera de las parcelas, el cual se tomó como valor inicial para todos los tratamientos, y luego se realizaron 3 mediciones mas en cada parcela.

-SALINIDAD DEL SUELO:

Al momento de la siembra se extrajeron muestras de suelo a 4 profundidades distintas (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm y 20-40 cm), las cuales se analizaron para determinar la conductividad

eléctrica que presentaba el suelo en ese momento y hacer una determinación del perfil de sales (Richards, 1973). Posteriormente se continuó con el muestreo de suelo a las mismas profundidades, de manera tal de obtener la dinámica de sales a lo largo del período de crecimiento de las especies implantadas.

El método de análisis consistió en la extracción y secado previo de las muestras de suelo y la posterior preparación de una solución en relación 1:1 (suelo:agua destilada), luego se dejó reposar la solución unos veinte minutos para el posterior medida de la CE a través de un conductímetro. El valor obtenido de CE de la dilución se transformó a salinidad del extracto de saturación dividiendo por 0,33 que es un coeficiente propuesto por Richards (1973) para texturas francas arenosas finas a francas. No se utilizó la aproximación propuesta por Doran y Jones (1996) debido a que los valores obtenidos por esta metodología no eran consistentes con las mediciones de salinidad del nivel freático.

-PROFUNDIDAD Y SALINIDAD DE LA CAPA FREÁTICA

Al iniciar el estudio se instaló un freatómetro (Jobbágy y Mercau, 2010) del cual se recolectaron muestras de agua para determinar la conductividad eléctrica y se midió la profundidad del nivel freático en cada una de las fechas en que se visitó el ensayo.

-NUMERO DE PLANTAS ESTABLECIDAS:

Se determinó el número de plantas obtenidas al finalizar el ensayo (9 meses aprox.), utilizando la metodología del aro (0,25m²) y realizando un conteo de las plantas que se encontraban dentro. Las determinaciones se realizaron durante el primer año del ciclo de crecimiento de las pasturas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A- PRESENTACION DE RESULTADOS

1 CARACTERIZACION DEL SITIO

1.1 CLIMA:

A partir de comparar los datos de precipitaciones promedio para la región comprendida por la Carta de suelos de General Cabrera (1991) con las medidas durante el período en que duró el ensayo (Noviembre del 2014 a Octubre de 2015) se observó que la precipitación total anual (744 mm) fue levemente menor que la media (781 mm) para la zona.

Se determinó además que en el mes de Noviembre (siembra de Grama rhodes) las precipitaciones fueron levemente menores a la media para dicho mes (Figura 4), sumado a esto que posterior a la labor de siembra no llovió durante 19 días lo que generó un secado de la capa superficial.

Se observó también que en el mes de Abril (siembra de Agropiro) las precipitaciones estuvieron por encima de la media en 63 mm lo que sumado a la baja demanda atmosférica en este momento del año provocaron ascensos de la napa freática.

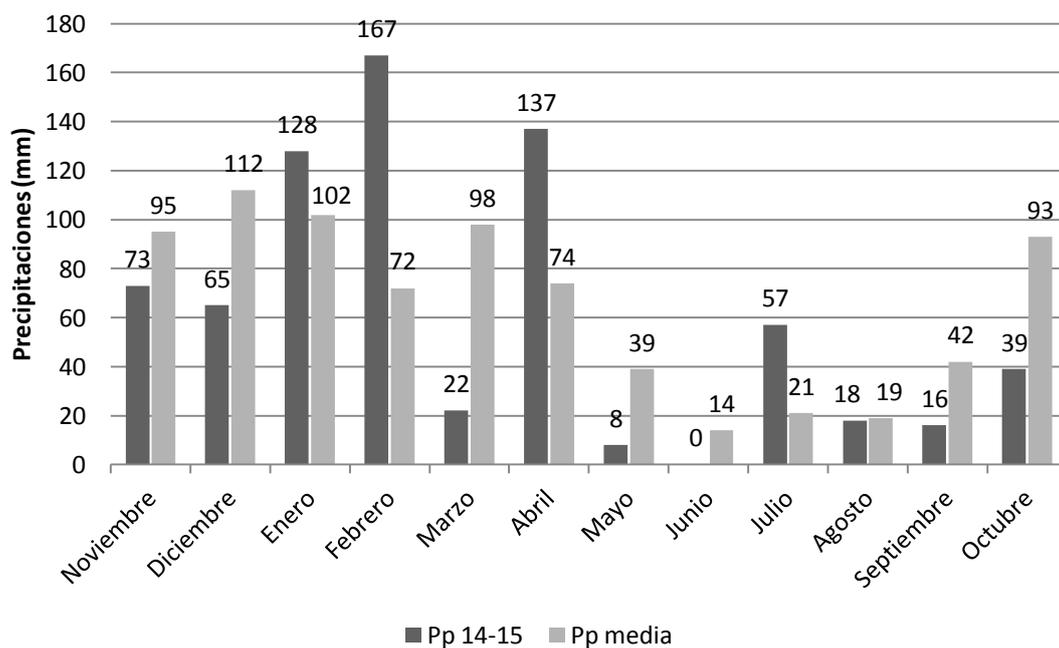


Figura 4: Precipitaciones en el ciclo del ensayo comparado con la media

Podemos decir entonces que el total de precipitaciones dentro del periodo en estudio se encontró entre los valores normales, pero se observó una gran variabilidad cuando se lo evaluó mes a mes.

1.2 FUNCIONAMIENTO HIDROLÓGICO DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El establecimiento Santa Susana (área de estudio) se encuentra en una zona cuya única vía de escurrimiento natural de régimen permanente o casi permanente es el Arroyo Carnerillo, el cual circula en dirección oeste – este, con áreas de influencia donde aparecen suelos salinos o salinos-sódicos y suelos en capas no genéticas que van de texturas limosas a arenosas (figura 5). En esta zona se pueden observar además una red de drenajes, en su mayoría de origen artificial, que conecta una serie de bajos naturales y drenan sus aguas hacia el A° Carnerillo, evitando así la formación de lagunas en estos sectores. Esta red de vías de drenaje tiene como desventaja la pérdida de la capacidad de regulación hidrológica (retardo y disminución del pico de escorrentía) de estos bajos naturales.

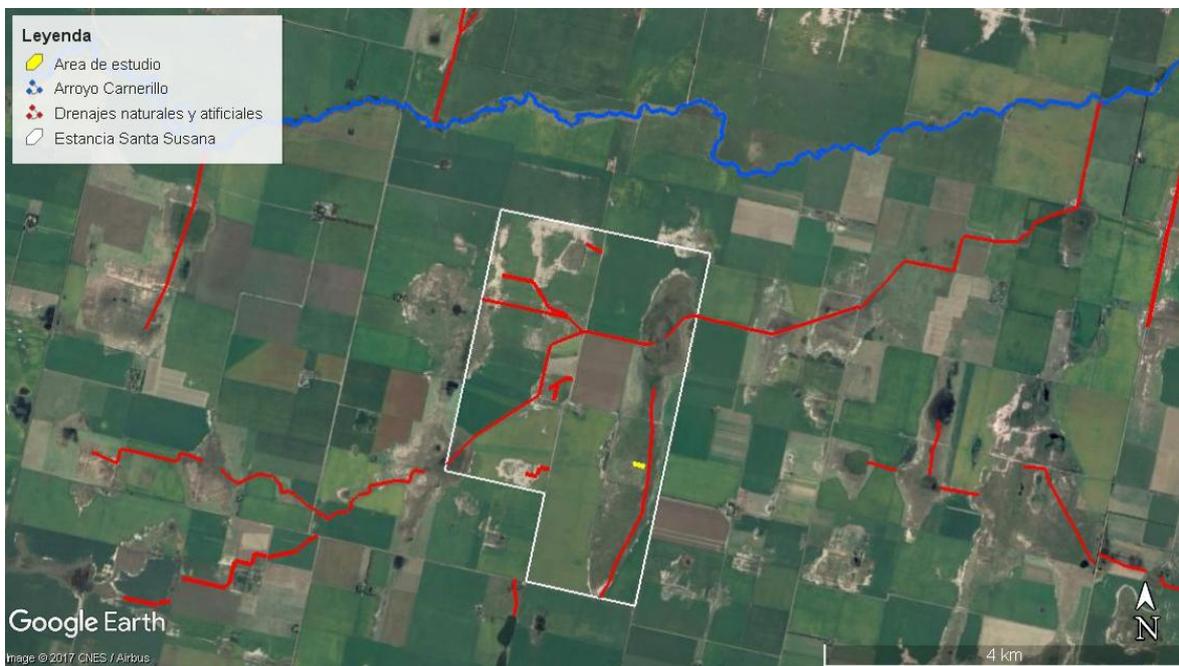


Figura 5: Imagen satelital con vías de drenaje resaltadas y ubicación del establecimiento Santa Susana

1.3 OSCILACION DEL NIVEL FREÁTICO DURANTE EL CICLO EXPERIMENTAL

El ensayo estuvo ubicado en promedio a 100 m de un canal de desagüe que cruza por el sector identificado como bajo salino del establecimiento, el cual recibe los excesos hídricos de las lomas bien drenadas que se encuentran rodeando al mismo (figura 6).



Figura 6: Ubicación del área de estudio

A pesar de estar cerca de la vía de drenaje artificial, esta no tuvo la capacidad de mantener el nivel freático bajo, ya que el mismo alcanzó la superficie en varias oportunidades.

Para tener mediciones rápidas de la profundidad de napa durante las visitas a campo se instaló un freatómetro el cual se visualiza en la figura 7 (izquierda). En la misma figura 7 (derecha) podemos apreciar una parcela del ensayo cubierta totalmente por agua.



Figura 7: Imágenes correspondientes a un periodo de anegamiento. Freatómetro (izquierda) y parcela con aplicación de mulch y herbicida bajo agua (derecha).

El primer dato de profundidad de napa fue tomado en los días posteriores a haber realizado la siembra de *Chloris gayana*. Debido a que no hubo germinación de las semillas de esta especie, las mediciones no se continuaron sino hasta que se realizó la siembra de *Thinopyrum ponticum*.

La falta de germinación podría deberse a las condiciones extremas del sitio en cuanto a sequia y alta conductividad eléctrica del suelo, factores que luego serán discutidos. En este momento (fines de Abril del 2015) el nivel freático se encontraba en superficie (Figura 8), lo que pudo traer como consecuencia que la eficiencia de siembra de la pastura se haya visto disminuida. A pesar de la presencia de napa freática en superficie se debió realizar la siembra de esta pastura ya que ese momento se disponía de toda la maquinaria necesaria.

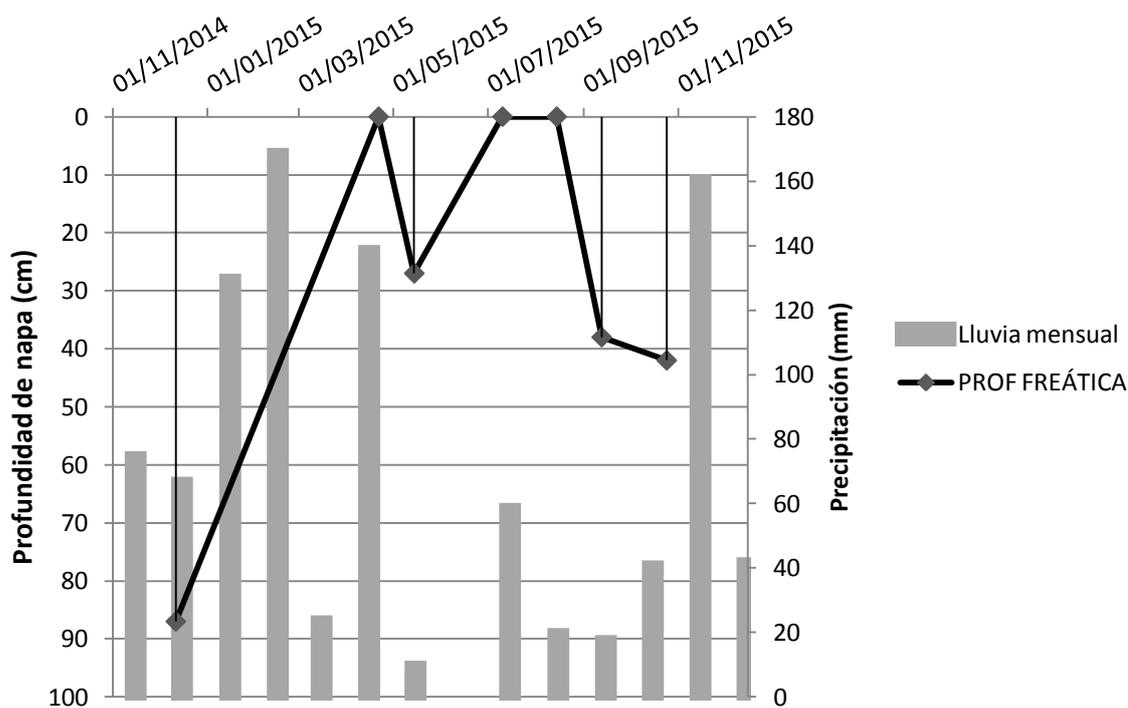


Figura 8: Profundidad de la napa freática y precipitación acumulada mensual

1.4 VEGETACIÓN:

Dentro del sector donde estuvo emplazado el ensayo, y debido a sus características de alta salinidad y sodicidad, se encontró una amplia predominancia las comunidades de Matorrales Halófilos y Estepa de Jume, a las cuales corresponden las especies *Atriplex undulata* (cachiyuyo), *Distichlis scoparia*, *Distichlis spicata* (Figura 9) y *Salicornia ambigua* para el primer caso, y *Salicornia ambigua*, *Heterostachys Ritteriana* (jume) y otros tipos de jume para el segundo. Otras fuentes bibliográficas asignan a estos suelos bajos, con condiciones de hidro y halomorfismo a comunidad de juncales, cuyo principal integrante es el junco negro (*Juncus acutus*) que también se pudieron observar dentro del bajo salino.

Cantero et al. (1996) menciona también a especies que se difundieron en estos sectores como la gramilla (*Cynodon sp.*), *Hordeum stenostachys*, *Cyperus corymbosus* y *Echinochloa helodes*, pero esta comunidad se encontró en las zonas más altas y con menos influencia de salinidad y sodicidad.



Figura 9: Primer plano de una planta de Distichlis sp. en periodo invernal

2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS

2.1 SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DEL SUELO

Los tratamientos modificaron la cobertura superficial del suelo. Se encontró que el uso de mulch y de herbicida para el control de la vegetación natural modificaron el porcentaje de cobertura superficial (Figura 10).

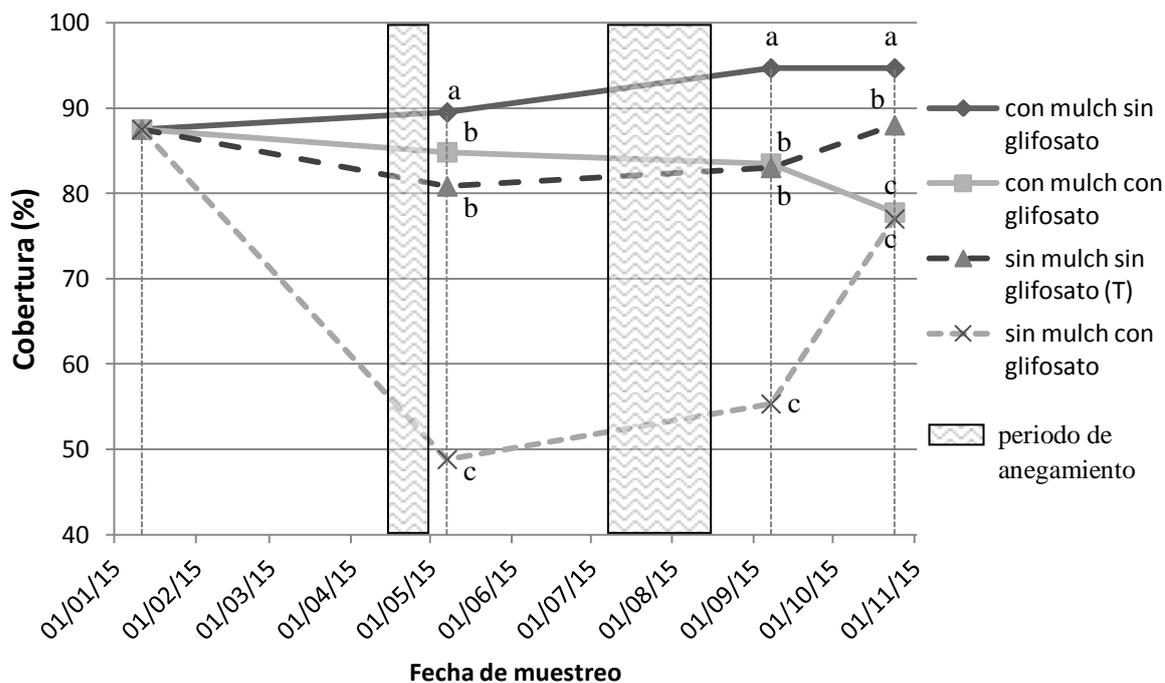


Figura 10: Porcentaje de cobertura en función de las fechas de muestreo. Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) DGC.

Como dato de inicial del ensayo se utilizó un valor obtenido mediante la medición de la cobertura dentro del área de estudio en un sector aledaño al ensayo, la cual se realizó el día 11 de Enero de 2015. A continuación se describen detalladamente como cambió la cobertura en el tiempo en función de los tratamientos aplicados:

- Con mulch y sin herbicida: fue el tratamiento que siempre tuvo un valor de cobertura superior a los demás debido a que contaba con la cobertura que brinda el pelo de chanco mas el aporte del mulch. Se observo que en el tiempo que duró el ensayo tuvo un leve aumento de la cobertura en primavera el cual se puede explicar solamente por el crecimiento de la vegetación natural, siendo este nulo en el invierno y aumentando a medida que nos acercamos al período primaveral.
- Con mulch y con herbicida: en este se puede ver una caída de la cobertura con el tiempo culminando con igual cobertura que el tratamiento sin mulch y con glifosato, lo que hace pensar

que dicha caída se debió a la degradación del material orgánico aportado por el mulch, el cual se pudo ver acelerado por el ascenso de la napa hasta la superficie, provocando el mojado y la posterior pudrición del mismo al comenzar el período de mayores temperaturas.

- Sin mulch y sin herbicida: es el tratamiento testigo del ensayo y representa lo que ocurre en la realidad. Se puede ver que comenzó ubicándose en tercer lugar (en orden descendente), pero sin tener diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento de mulch y glifosato, o sea que la cobertura que aportó la vegetación natural muerta más el mulch en los niveles aplicados, sería similar a la cobertura aportada por la vegetación natural viva.

- Sin mulch y con herbicida: este tratamiento comenzó con una cobertura de 48,81 %, lo que nos dice que el glifosato no eliminó totalmente la cobertura generada por el pelo de chanco. Esto se debe a 2 razones, la primera es que el herbicida no controla en un 100% a dicha especie, y la segunda es que la vegetación muerta también aporta una determinada cobertura de suelo ya que no se descompone tan rápido al no estar en contacto directo con la superficie.

Según los resultados obtenidos en los análisis estadísticos (Tablas anexo 1, 2 y 3) vemos que los test de medias presentaron un alto grado de correlación con respecto a los tratamientos aplicados, el caso de ajuste más bajo fue de 67 %, por ende puede decirse que la aplicación de mulch y de herbicida fueron los mayores causantes de las diferencias observadas en la cobertura de las parcelas evaluadas. En el análisis de la varianza del último muestreo no se encontró diferencias estadísticamente significativas para la combinación de factores pero si hubo diferencias estadísticamente significativas en el factor herbicida. En la tabla 4 se muestra los resultados del test de medias DGC para el porcentaje de cobertura, los que se corresponden con la figura 10.

Tabla 4: Efecto de la aplicación de mulch y herbicida en el porcentaje de cobertura según 3 fechas de muestreo. Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) DGC.

Fecha	Cobertura por tratamiento (%)				R ² ajustado
	con mulch sin glifosato	con mulch con glifosato	sin mulch sin glifosato	sin mulch con glifosato	
2° (07/05/15)	89 (a)	84 (b)	80 (b)	48 (c)	0,91
3° (07/09/15)	94 (a)	83 (b)	83 (b)	55 (c)	0,86
4° (24/10/15)	94 (a)	77 (c)	88 (b)	77 (c)	0,67

2.2 SOBRE LA CONCENTRACIÓN SALINA DEL SUELO

Los tratamientos tuvieron un efecto variable sobre la salinidad del suelo en función de la fecha de muestreo. Se encontró que todos los tratamientos siguieron un patrón similar de fluctuación de la salinidad de los primeros 5 cm de suelo en el tiempo, con un descenso en las fechas invernales, que pueden haberse debido al aporte de agua dulce por parte de la lluvia, la que además generó un ascenso del nivel freático y un anegamiento del área de estudio en 2 oportunidades (Figura 11).

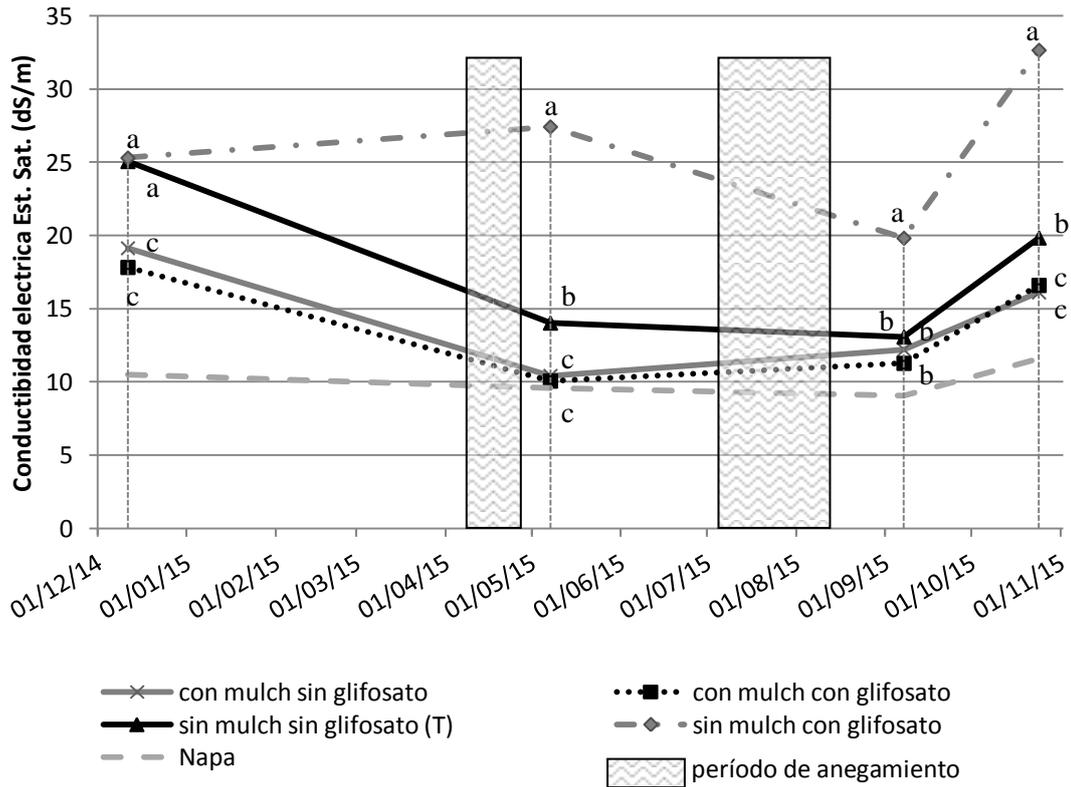


Figura 11: Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica de los primeros 5 cm de suelo, para 4 fechas de muestreo. Los rectángulos representan los períodos de napa en superficie. Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) DGC.

En todas las fechas el tratamiento con mayor salinidad fue el que no contó con la aplicación de mulch y si contó con la aplicación de glifosato. Además este difiere en su patrón con el resto de los tratamientos, ya que en el muestreo del 07 de Mayo del 2015 tuvo una diferencia con el tratamiento testigo, con el que comenzó teniendo valores de salinidad similares. Esto nos estaría indicando que el efecto de matar la vegetación natural sobre la salinidad no se puede apreciar en poco tiempo, sino que debe transcurrir un determinado tiempo para que se observen diferencias.

En la primer fecha de muestreo se determinó que los tratamientos que contaron con la aplicación de mulch tuvieron una disminución de la salinidad (12,1 dS/m promedio) con

respecto a los que no contaron con la misma (15,2 dS/m promedio). Además esta diferencia se va incrementando mucho más a medida que nos acercamos a la superficie, obteniendo un valor promedio de conductividad eléctrica de los tratamientos con mulch de 18,4 dS/m (en los primeros 5cm de suelo) y de 25,1 dS/m para los tratamientos sin mulch (Figura 12).

Por otro lado vemos que el tratamiento con herbicida y sin mulch no tuvo diferencias estadísticamente significativas con respecto del testigo, por este motivo se puede decir que la aplicación de herbicida no tuvo influencia alguna sobre la salinidad del suelo en esta fecha de estudio.

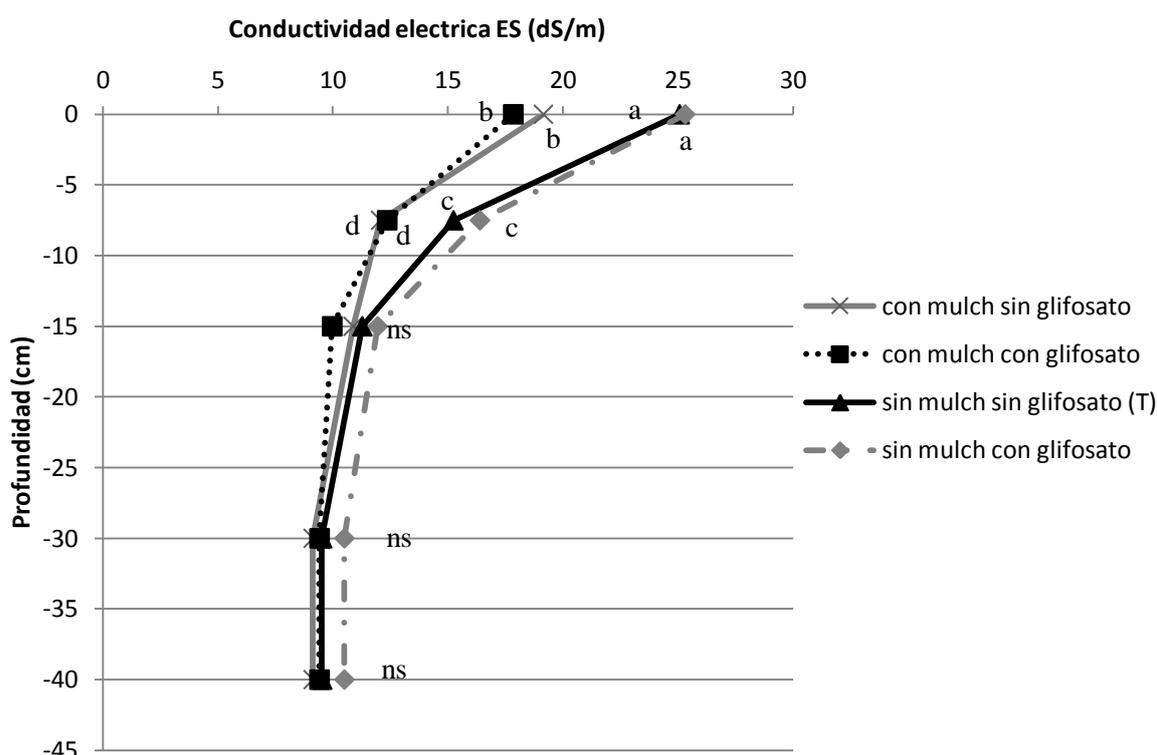


Figura 12: Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica para 4 profundidades en la primera fecha de muestreo (11 de Diciembre del 2014). Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) DGC, ns: diferencias no significativas.

En la segunda fecha de muestreo se encontró que la aplicación de herbicida tuvo efecto sobre la salinidad pero solamente en superficie, siendo el tratamiento sin mulch y con herbicida el que tuvo la mayor salinidad alcanzando los 27,4 dS/m, siguiéndole el testigo con 14,0 dS/m, y por último los tratamientos en los que se realizó aplicación de mulch, con valores de salinidad de 10,0 dS/m y 10,4 dS/m, con y sin aplicación de herbicida respectivamente, sin hallarse diferencias estadísticamente significativas entre estos últimos (Figura 13).

A partir de la segunda profundidad de muestreo vemos que los datos se dividen en dos grupos estadísticamente distintos, apreciándose claramente que la aplicación de mulch es la que genera esta respuesta.

En esta fecha de muestreo el nivel freático se encontraba a los 27 cm de profundidad, y la misma contaba con una salinidad de 9,5 dS/m.

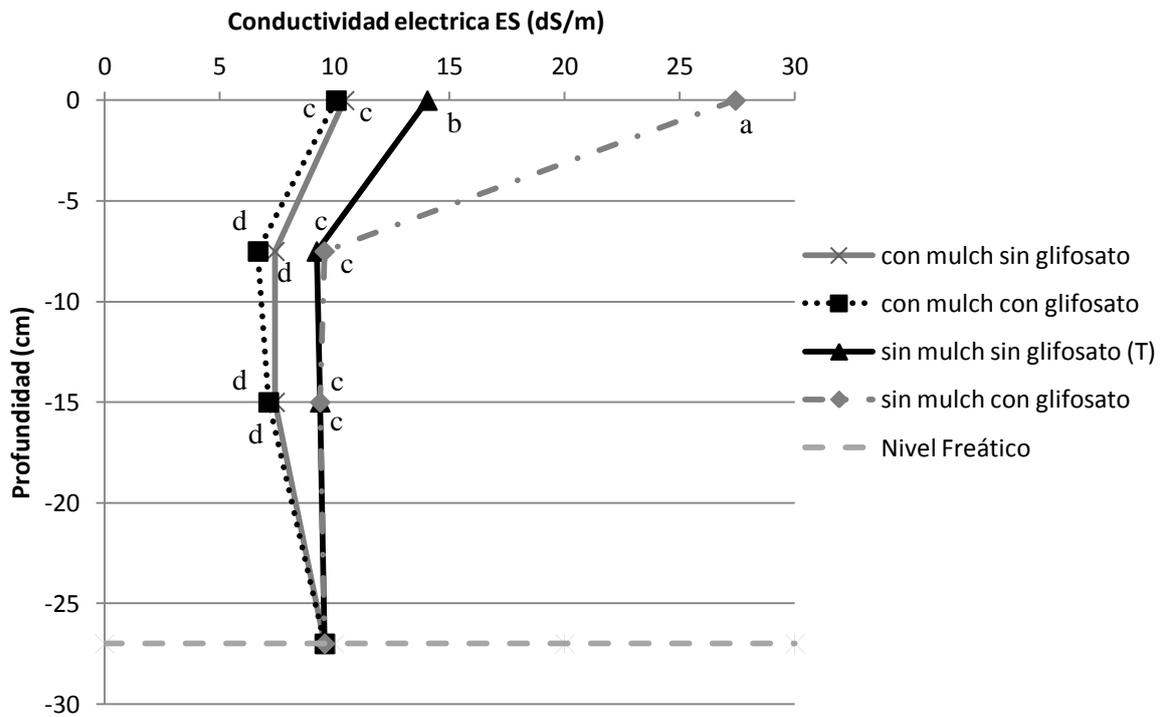


Figura 13: Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica para 4 profundidades en la segunda fecha de muestreo (7 de Mayo del 2015). Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) DGC.

En la tercer fecha de muestreo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en superficie, siendo el tratamiento sin mulch y con glifosato el que tuvo el mayor valor, el cual fue de 19,8 dS/m, siguiéndole el tratamiento testigo con un valor de 13,0 dS/m, el tratamiento con mulch y sin herbicida con un valor de 12,2 dS/m, y por último se ubicó el tratamiento con mulch y con glifosato con un valor de 11,2 dS/m, sin presencia de diferencias estadísticamente significativas entre estos 3 últimos (figura 14).

En profundidad no se observaron diferencias estadísticas entre los valores de salinidad de los distintos tratamientos.

En este caso la napa estuvo ubicada a los 38 cm de profundidad con una salinidad de 9,1 dS/m.

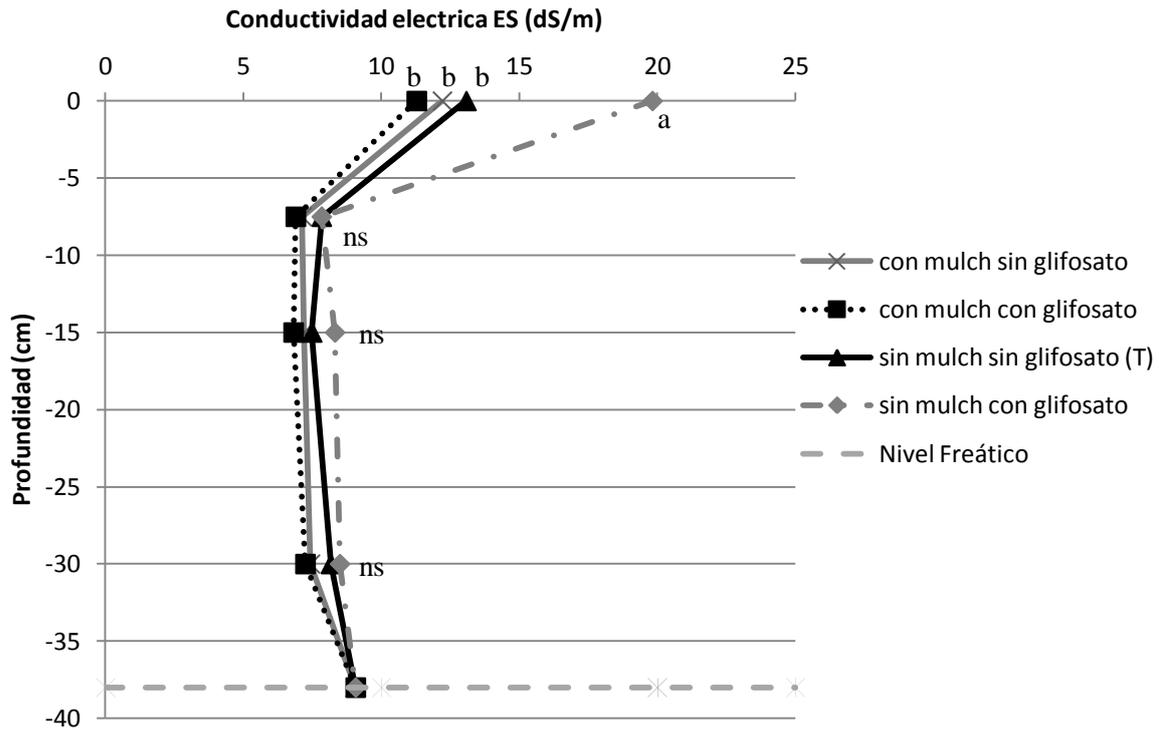


Figura 14: Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica para 4 profundidades en la tercera fecha de muestreo (7 de Septiembre del 2015). Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) DGC, ns: diferencias no significativas.

En la cuarta y última fecha de muestreo se encontró que al igual que en la fecha anterior que no hubo diferencias estadísticamente significativas en profundidad, pero si la hubo en superficie (figura 15). El tratamiento con mayor valor de salinidad fue el que no contó con mulch y si contó con la aplicación de herbicida, el cual tuvo un valor de salinidad de 32,6 dS/m (a), le siguió el tratamiento testigo con un valor de 19,8 dS/m (b) y por último los dos tratamientos en los que se aplicó mulch, con valores de 16,6 dS/m (c) el que tuvo aplicación de herbicida y 16,1 dS/m (c) el que no conto con la aplicación del mismo.

Para esta fecha el nivel de la napa freática era de 42 cm de profundidad y contaba con un valor de salinidad de 11,59 dS/m.

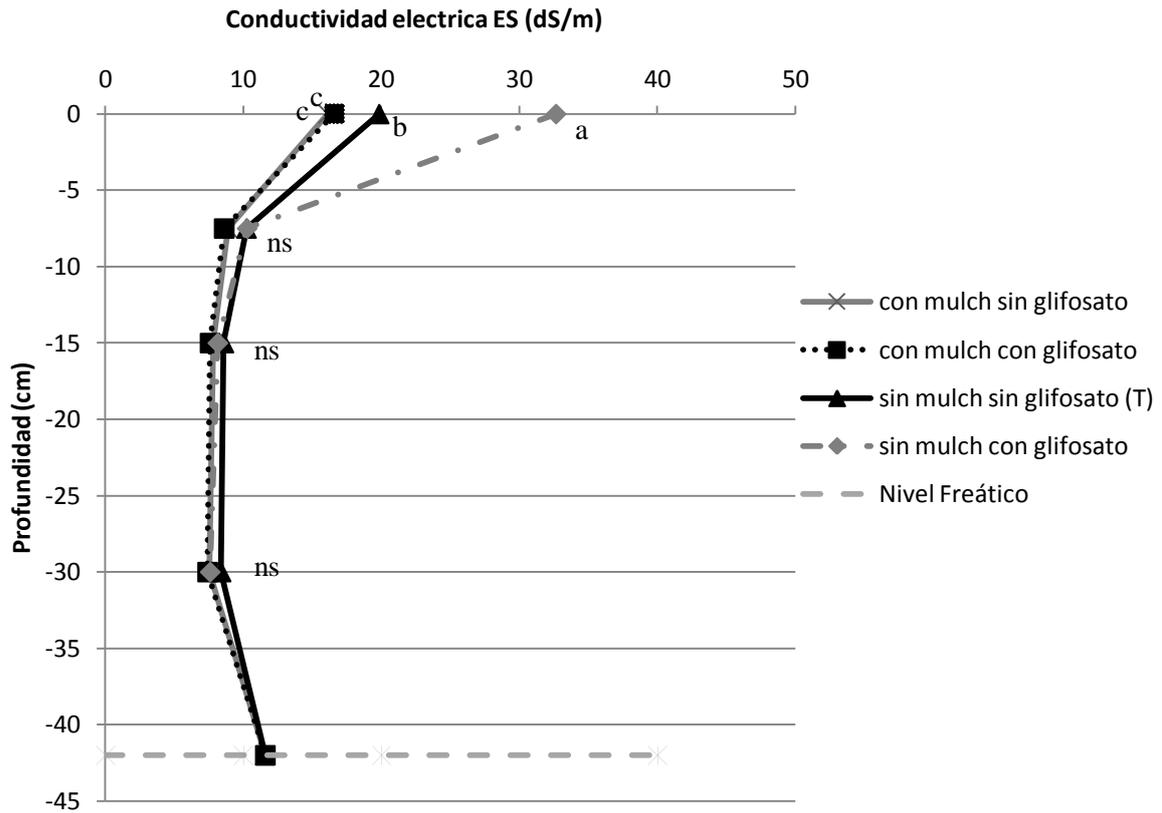


Figura 15: Relación entre tratamiento y conductividad eléctrica para 4 profundidades en la cuarta fecha de muestreo (24 de Octubre del 2015). Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) DGC, ns: diferencias no significativas.

En los cuatro análisis de interacciones realizados para cada una de las fechas de muestreo entre mulch, herbicida y profundidad el modelo experimental presentó alta significancia estadística para salinidad (conductividad eléctrica del extracto saturado) ($p < 0,0001$; $\alpha: 0,05$) por ende se pudo determinar que hubo respuesta diferenciada en la salinidad a los distintos tratamientos en todas las fechas (ver tablas anexo 5, 6, 7 y 8).

Los test de medias presentaron un alto grado de correlación con respecto a la aplicación de mulch, de herbicida y a la profundidad, el ajuste estuvo por encima del 85% en todas las fechas y los coeficientes de variación obtenidos fueron menores a 15,84, por ende puede decirse que los tratamientos aplicados fueron los mayores causantes de las diferencias observadas en la salinidad.

2.3 CORRELACIÓN ENTRE COBERTURA Y SALINIDAD

Se encontró una correlación inversa entre la cobertura y la salinidad de los primeros 5 cm de suelo, es decir que a medida que aumenta la cobertura disminuye la salinidad superficial (Figura 16). Dicha evaluación se hizo para las 3 fechas de muestreo en que se midió cobertura superficial dentro del ensayo (Tabla anexo 9), y se encontró un valor de ajuste del 33 %, o sea que dichas variaciones en la salinidad son explicadas por la cobertura en ese porcentaje.

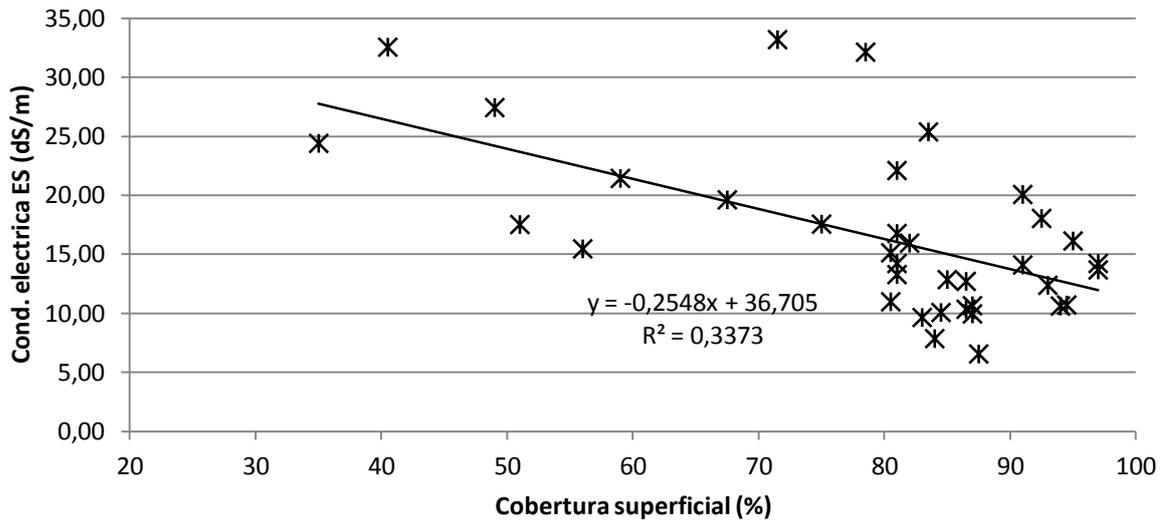


Figura 16: Regresión lineal entre el porcentaje de cobertura superficial y la CE de 0-5 cm de suelo

En una etapa posterior se analizaron nuevamente los valores pero separando dicho análisis por fecha de muestreo (Tabla anexo 10). En este caso se encontraron valores de ajuste mayores en las fechas de muestro 2 y 3 (83% y 59% respectivamente) con respecto a la fecha de muestreo 4 (25%) (Figura 17).

Los porcentajes de cobertura de la última fecha de fueron mayores que en las otras dos debido principalmente a la recuperación de la vegetación natural, pero los valores de salinidad también se mantuvieron altos a pesar de dicho aumento en la cobertura, generando una nube de puntos mucho más concentrados, que trajo aparejado una correlación menor entre variables. Este resultado nos permite afirmar que a valores de cobertura superficial bajos el ajuste de su correlación con la salinidad es alto, y a medida que dicha cobertura aumenta el valor de ajuste cae notablemente.

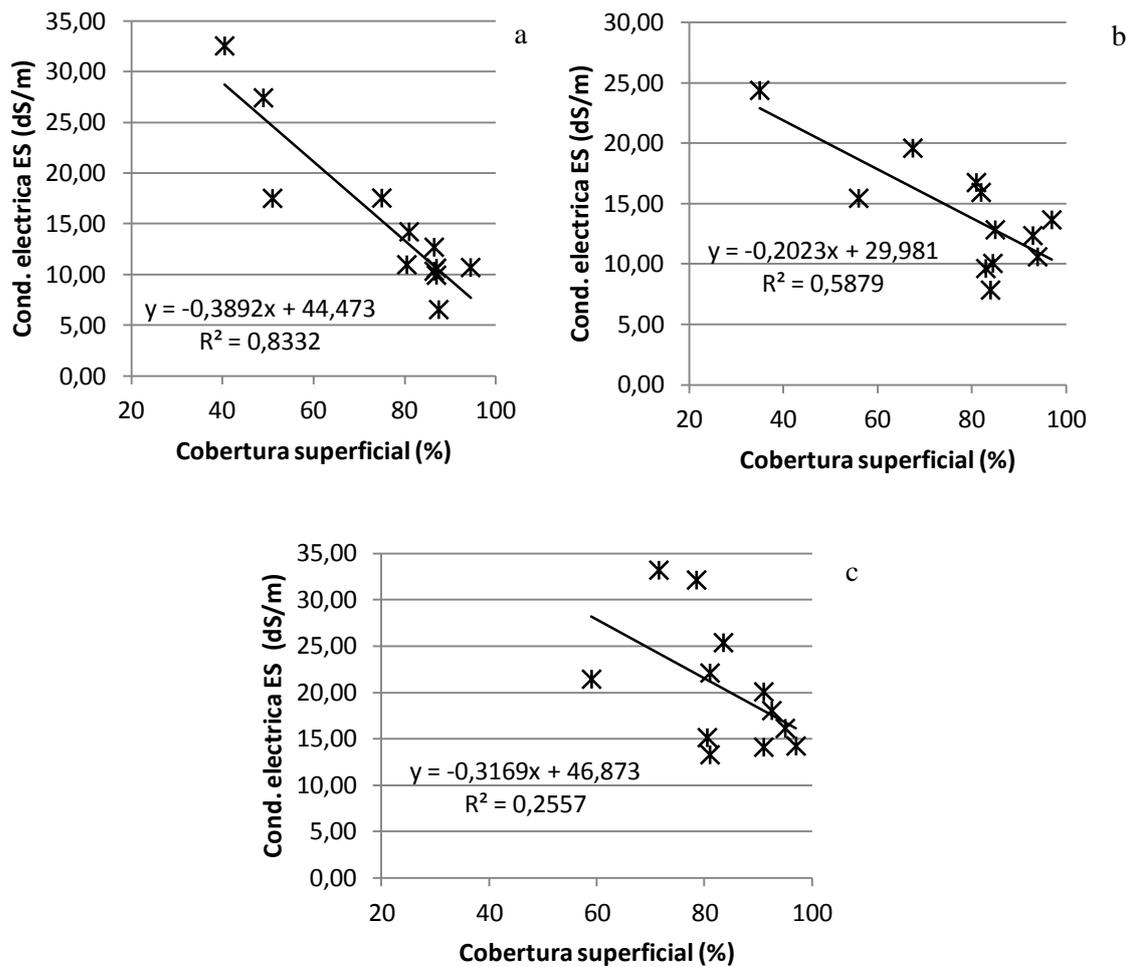


Figura 17: Regresión lineal entre la cobertura superficial y la CE de 0-5 cm de suelo; a- 2° fecha de muestreo (7 de Mayo del 2015); b- 3° fecha muestreo (7 de Septiembre del 2015); c- 4° fecha de muestreo (24 de Octubre del 2015).

2.4 SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS

2.4.1 GRAMA RHODES “Chloris gayana”

Se comprobó que las condiciones de excesiva salinidad y déficit hídrico causan en conjunto un retraso en la germinación de *C. gayana* cv. Finecut, trayendo como consecuencia una pérdida total de la emergencia de plántulas.

El 25 de Noviembre de 2014 se llevó a cabo la siembra de *Chloris gayana* cv. Finecut. La pastura fue implantada con maquinaria de siembra directa, a la cual se le anuló las ruedas tapa surco y se le dejaron las lengüetas apisonadoras o contactadoras como el único elemento que permitió que la semilla quede en contacto con el suelo y tapada con una fina capa de tierra (Figura 18). Estas prácticas se llevaron a cabo debido a que la semilla es pequeña y muy liviana, y necesita de una siembra superficial como condición para el efectivo establecimiento (Martín et al., 2016). Si bien estas prácticas permiten una mejor emergencia de la plántula, deja a la semilla muy expuesta a las condiciones ambientales, haciendo que, en un año con precipitaciones por debajo de lo normal, se seque muy rápido el suelo que la rodea y se genere un déficit hídrico.



Figura 18: Siembra de Grama rhodes. a- Corte de la cobertura superficial por la cuchilla turbo; b- lengüeta contactadora (blanca) en el interior del surco, posterior al paso de las cuchillas abresurco y depósito de la semilla; c- posición final de la semilla en parcela s/mulch; d- posición final de la semilla en parcela c/mulch.

2.4.2 AGROPIRO ALARGADO “Thinopyrum ponticum”

A pesar de que el estudio se desarrollo en un ambiente muy poco favorable para la siembra de cualquier pastura, se determinó que los tratamientos aplicados tuvieron efecto sobre el establecimiento de T. ponticum (Tabla 11).

Tabla 11: Establecimiento promedio de plantas de Agropiro (pl/m^2) en función de los tratamientos. Letras distintas representan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) DGC

Tratamiento	Plantas/m ²		Promedio
	con glifosato	sin glifosato	
con mulch	14,67 a	4,03 b	9,33 a
sin mulch	4,44 b	4,01 b	4,22 a
Promedio	9,55 a	4,00 b	

El tratamiento con mulch y con herbicida tuvo un mayor logro en el establecimiento de plantas. Los demás tratamientos, incluyendo el testigo, no tuvieron diferencias estadísticamente significativas. A su vez si analizamos por separado cada factor del tratamiento, podemos ver que solo hubo diferencias estadísticas entre los niveles de aplicación de herbicida, es decir donde fue controlada la vegetación natural (Tabla anexo 12).

La siembra de Agropiro se realizó el 21 de Abril del 2015 en un escenario crítico para la misma, ya que en esa fecha se contaba con una profundidad de la freática de 0 cm, es decir que la misma estaba en superficie. De todas maneras la implantación tuvo que realizarse en ese momento ya que en se contaba con la disponibilidad de maquinarias aptas para la dicha práctica. Durante el transcurso del ensayo, como se informó anteriormente, el nivel freático tuvo fluctuaciones, volviendo a alcanzar la superficie y en algunas depresiones del terreno llego a alcanzar unos 5 cm por encima de la misma (Figura 19 a y b) trayendo como consecuencia una disminución en el logro final de la pastura con plantas demasiado espaciadas entre sí (Figura 19 c y d).



Figura 19 : Plántulas de Agropyro por debajo del nivel del agua (a y b)

Plantas de Agropyro establecidas (c y d)

B- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el periodo en estudio se encontró que la suma total de precipitaciones estuvo por debajo de la media anual.

Con el cambio climático, esos eventos que suele llamarse extremos – porque provocan sequías fuertes, inundaciones, olas de calor, etc.- se dan en forma más frecuente y acentuada. Así, a la habitual variabilidad se suma una intensificación de estos eventos extremos (Magrín G., 2011). Así al comparar las precipitaciones mensuales durante el período de estudio con las medias zonales se observaron 8 meses que registraron lluvias menores que la media y los 4 restantes que por más que estuvieron muy por encima al promedio mensual no alcanzaron para equiparar la media anual.

La napa freática jugó un rol muy importante como limitante, debido a que en varias oportunidades durante el otoño-invierno del 2015 produjo anegamientos del área de estudio, siendo el momento crítico en Abril, el cual coincide con la fecha de siembra de Agropiro. Este valor mensual se observó también en varios sectores del departamento General roca (Canale et al. 2015).

En trabajos realizados anteriormente en el establecimiento se pudo ver que la profundidad a la que se encuentra la napa en un mismo momento es muy variable dependiendo del punto donde se mida, pudiéndose encontrar en una misma fecha profundidades de 2 metros en las partes más altas y sin problemas de anegamiento, y profundidades de 52 y 64 cm en las áreas más bajas con fluctuaciones a lo largo del año, llegando a alcanzar la superficie y generando anegamientos, además de producir la salinización y alcalinización del perfil debido a la concentración de sales con la que cuenta. Es por eso que en estos ambientes mal drenados la napa llega a constituir una importante limitante estructural, restringiendo de este modo el uso de estas tierras con fines agrícolas.

En el presente trabajo quedó demostrado que la napa freática no solo causa problemas en la agricultura, sino que afecta enormemente la productividad primaria de los sectores más deprimidos, debido a que existen pocas especies capaces de desarrollarse en sectores de tan elevada salinidad y sodicidad, y que además soporten la anoxia de sus raíces en los periodos en los que el nivel freático llega a la superficie.

La aplicación de mulch orgánico (heno) provoca un aumento en el porcentaje de cobertura, el cual se puede mantener en el tiempo en función del ambiente en el que lo apliquemos. En el actual estudio se comprobó que en bajos salino-sódicos, con excesivas lluvias en períodos de baja demanda atmosférica, y con ascensos de la napa freática en varias oportunidades se generan un aumento en la velocidad de descomposición del material vegetal aplicado en superficie ya que el mismo permanece húmedo y en contacto con la superficie durante mucho

tiempo, generando por consiguiente una disminución de la cobertura que este aportaba. En otros ambientes, sin las condiciones de napa freática en superficie puede que los beneficios del mulch tengan una duración mayor.

Las parcelas que contaron con un mayor porcentaje de cobertura (mulch y vegetación) fueron las que tuvieron la menor salinidad. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cisneros et al. (1999) quienes explicaron las diferencias entre un suelo con cobertura/clausurado y uno desnudo/pastoreado. En dicho estudio se demuestra que la presencia de cobertura superficial modifica los flujos y direcciones del agua sobre y dentro del perfil de suelo. En el caso de un suelo cubierto y con vegetación se ven favorecidos los procesos de detención y retención superficial, la infiltración y transpiración, al mismo tiempo que disminuya la evaporación directa. Este cambio en los flujos del agua en el perfil genera una disminución de acumulación de sales en superficie por generarse un flujo de agua hacia el interior del perfil el cual lixivias sales y disminuyendo así la CE en superficie. Este estudio apoya también el efecto de aumento de la salinidad que causa la aplicación de herbicida sobre la vegetación de estos sectores.

McMillen (2013) apoya esta teoría ya que pudo comprobar que distintos tipos de mulch aplicados en espesores de 5 cm generan una disminución de la evaporación directa en un 40 % con respecto a un suelo desnudo. Zamolinski (2000) también encontró que la aplicación de mulch en conjunto con labores que mejoren la infiltración disminuyen la conductividad eléctrica en los primeros 15 cm de suelo, anulándose este efecto a mayores profundidades.

Si en estos sectores lográramos que toda el agua de lluvia infiltrara y además lográramos una cubierta que evite la evaporación no solo disminuiríamos las sales del perfil sino que además se generaría una dilución del agua de napa, con una disminución de la conductividad eléctrica de la misma (Cisneros 1994). En estos sectores deprimidos existe la posibilidad de que si el nivel freático se encuentra cercano a la superficie y la cantidad de agua infiltrada es importante, se genere un anegamiento. Estos fenómenos se vieron reflejados en el ensayo, ya que en el periodo invernal confluyeron las bajas demandas atmosféricas, una alta cantidad de lluvias y una napa freática alta. Si bien se pudo ver una disminución general de los valores de salinidad superficial, en varias oportunidades se produjo anegamientos.

Cualquiera de las prácticas nombradas anteriormente que se aplique en suelos salinos-sódicos y que modifique los tenores de salinidad de estos suelos seguramente van a causar algún cambio sobre cualquier especie que se quiera implantar. Grigg et al. (2006) realizó aplicaciones de mulch de aserrín y de paja, de manera superficial e incorporados, para favorecer la revegetación de aéreas en las cuales habían sido depositados los despojos salino-sódicos provenientes de minas aledañas. Los resultados de su ensayo de campo mostraron que las enmiendas de cobertura aplicadas en la superficie eran capaces de reducir la salinidad en la superficie de 5 cm, al menos durante períodos suficientes para promover el establecimiento de la vegetación,

momento en el cual las plantas corren el mayor riesgo de sufrir estrés osmótico (Bewley y Black, 1978).

Desafortunadamente, las coberturas tienden a un enfoque muy costoso para la recuperación de tierras salinas, aunque para pequeñas áreas problemáticas cerca de una fuente de abono adecuado estas podrían ser practicables (Malcolm, 1983)

En el actual estudio se trató de determinar si las prácticas de aplicación de mulch de heno y de aplicación de herbicidas para controlar la vegetación natural tienen algún efecto en la implantación de *C. gayana* y de *T. ponticum*.

Cuando se menciona que *Grama rhodes* es una especie capaz de crecer en suelos salinos o con algún grado de halo-hidromorfismo, es necesario acompañar esta aseveración con información cuantitativa del nivel de sales que la especie puede tolerar, los límites donde resulta inviable el crecimiento de la misma, así como con la disminución en el potencial productivo esperable dado a partir del incremento de la salinidad en las diferentes etapas de crecimiento (Bertram, 2016). Si bien *grama Rhodes* es una especie recomendada para tierras deprimidas, su emergencia se ve afectada al desmejorar las condiciones edáficas por alcalinidad y estrés hídrico cuando se compara con mejores ambientes (Martin et al. 2012). En este marco podemos decir también que existe una sensibilidad diferencial a la salinidad, entre y dentro de la misma especie, entre cultivares y estadios fenológicos (Priano y Pilatti, 1989; Taleisnik et al., 1997; Shannon, 1997).

Hay investigadores que han determinado distinta resistencia a la salinidad de las forrajeras durante las etapas iniciales. Dentro de estos se encuentran Priano y Pilatti (1989), Shannon (1997) y Bennett et al (2009) quienes observaron que la germinación de *C. gayana* resultó ser más perjudicada por la salinidad que la de *Melilotus albus* y *Thinopyrum ponticum*. Así mismo han demostrado que con conductividades superiores a los 4 dS/m en extracto de saturación la germinación de *Grama Rhodes* puede verse sensiblemente comprometida, aunque algunos materiales de *Grama rhodes* presentan mayor tolerancia a sales (Taleisnik et al., 1997)

Conjuntamente se puede citar a Miñan (2013) quién bajo condiciones controladas midió el porcentaje de germinación en función de la concentración salina, entre otras cosas, y encontró que en los tratamientos que se regaron con una solución salina de 20 dS/m tuvieron un porcentaje de semillas germinadas de un 14 % aproximadamente.

A partir de los valores de conductividad eléctrica superficial medida en la primera fecha, los cuales van desde 15 dS/m a 30 dS/m, podemos decir que estamos en presencia de un ambiente demasiado salino para esta especie. A esto le debemos agregar que si bien al momento de la siembra había suficiente humedad edáfica, durante 19 días posteriores a la fecha de implantación no se registraron precipitaciones, trayendo como consecuencia un posible déficit hídrico que habría generado un descenso del potencial agua del suelo.

Sobre déficit hídrico en la germinación de Grama rhodes Bertram (2016) encontró diferencias en la emergencia entre tratamientos de secano (SC) y de capacidad de campo (CC). Estas diferencias presentaron una relación directa con la conductividad eléctrica, hallando que por cada unidad de incremento en la salinidad las diferencias entre los dos regímenes hídricos aumentaron aproximadamente en 3,25 unidades, lo cual muestra que la disponibilidad hídrica suministrada a partir de los tratamientos de CC y SC no explica la totalidad de estas diferencias, si no que evidencia un efecto adicional el cual pudo estar asociado a un efecto osmótico y/o tóxico de las sales sobre las plántulas. Así con bajos tenores salinos (0,25 dS/m) las diferencias se deben exclusivamente a los tratamientos de disponibilidad hídrica (aproximadamente un 6% entre SC y CC), mientras que con incrementos de la salinidad 4,5 dS/m, alcanza diferencias superiores al 20%, de las cuales aproximadamente un 70% se debe a efectos osmóticos y/o tóxicos, pudiendo estos últimos incrementarse junto con la conductividad eléctrica (Shannon, 1997).

Estos trabajos nos permiten afirmar que bajo las condiciones de excesiva salinidad y déficit hídrico causan en conjunto un retraso en la germinación *C. cayana*, debido a que esta especie cuenta con mecanismos de dormancia o posmaduración que la inhiben y la posponen hasta condiciones de disponibilidad de agua (Mérula y Díaz, 2012).

Se puede especular que si la semilla hubiera sido tapada con una capa de suelo, se habría mantenido la humedad a su alrededor favoreciendo la imbibición y posterior germinación de la misma, pero el estrés que se generó en todo el sector que no se evidenció diferencias entre tratamiento ya que en ninguna parcela se observaron plantas establecidas.

En cuanto a la otra especie involucrada en este estudio *T. ponticum*, se observa que la mayor implantación se dio en las parcelas que contaron con la aplicación de mulch y con la aplicación de glifosato. Con respecto a la eliminación de la vegetación natural mediante el uso de herbicidas, Porrato Pastorino (2015) encontró un aumento en el número de plántulas establecidas de Agropiro del 46 % cuando controló la vegetación natural (*D. spicata* y *Salicornia* sp.) en comparación con las parcelas no aplicadas. Se puede decir entonces que esta especie reacciona mejor ante una disminución de la competencia con otras especies. Resultados similares han sido obtenidos por Zamolinski (2000).

En este estudio se pudo observar también que si bien existió una variabilidad muy grande dentro de los datos obtenidos en el ensayo, lo que trajo aparejado que no se encuentre separación estadística entre los niveles del factor mulch, vemos que el promedio de plantas establecidas en las parcelas tratadas con mulch (9,33 pl/m²) fueron aproximadamente el doble de las establecidas en las parcelas no tratadas (4,22 pl/m²). Es decir que si bien no se puede comprobar estadísticamente que la aplicación de mulch mejora el establecimiento de Agropiro vemos que el resultado es mejor cuando si se lo aplica.

Algunos autores nombran a esta especie es apta para la recuperación de playas salinas y bajos degradados por sales (INTA, 1991) y que se adapta bien a suelos de pH elevados, creciendo y produciendo aún con pH 9. Es una de las especies que en ensayos realizados sobre suelos alcalinos mejor germinó, creció y cubrió mayor superficie (Carrillo, 2003). Existen también estudios que hablan de su resistencia a salinidad (Bertram 2009, Greenway y Munns, 1980, Miñan 2013, Maas y Hoffman, 1977, Shennan et al. 1987, Taleisnik 2004), pero en el caso de nuestro estudio un factor limitante fue el ascenso freático, el cual provocó el anegamiento del sector en varias oportunidades. Si bien este factor no fue motivo de nuestro estudio se comprobó que Agropiro es capaz de soportar estas condiciones ya que al finalizar el periodo de estudio aun quedaban plantas vivas. Por su capacidad de resistir estas condiciones extremas Carrillo (2003) la nombra como una de las pocas forrajeras cultivadas que puede competir con el “pelo de chanco” o “pasto salado” (*Distichlis sp.*) al cual mantiene bajo control siempre y cuando le haga sombra en el período estival, que es donde esta planta tiene su activo crecimiento.

CONCLUSIONES

1. Los resultados muestran que el mulch disminuye la concentración salina en superficie, haciéndose menos evidente esta diferencia en profundidad, y si bien se observó un aumento del porcentaje de plantas establecidas en las parcelas tratadas con el mismo, no podríamos concluir que hubo diferencias estadísticamente significativas con las que no contaron con dicho tratamiento. La aplicación de mulch genera un aumento en el porcentaje de cobertura superficial pero, en condiciones de anegamiento, este efecto disminuye con el tiempo debido a su degradación.
2. La aplicación del herbicida Glifosato sobre la vegetación natural tuvo un efecto de incremento significativo sobre el establecimiento de las plantas de Agropiro. La combinación de esta práctica con la aplicación de mulch tuvo un efecto aun más marcado con diferencias significativas.
3. La eliminación de la vegetación natural aumentó la salinidad del suelo a partir de la segunda fecha de muestreo.
4. En cuanto a la implantación de Grama rhodes no se pudieron evaluar los efectos de los tratamientos debido a que las condiciones ambientales durante el periodo de implantación no permitieron la germinación de las semillas de esta especie.
5. En estos ambientes tan extremos, en donde pueden ocurrir fenómenos de estrés hídrico, estrés salino y estrés por anegamientos en un mismo ciclo de crecimiento, la especie que mejor se podría adaptar es Agropiro, quedando Grama Rhodes para situaciones con menor dinámica e intensidad de la afectación hidrohalomórfica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUIRRE, M. E., S. L. CASTRO, M. A. COMMEGNA y R. M. SANTAMARIA 2008. *Evaporación de agua del suelo con orujo de aceituna en mulch e incorporado*, XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Potrero de los Funes, San Luis, Argentina. p:
- ARAGÓN, M. 2012. *Análisis de los resultados de la producción forrajera en campos naturales en el área de Verónica, Cuenca del Salado, Buenos Aires, medidos a través de la biomasa para su aprovechamiento en rodeos de cría* [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/analisis-resultados-produccion-forrajera-veronica.pdf>
- AYERS, A.D. 1950. *Seed germination as affected of Soil Moisture and salinity*. Agronomy Journal 44. 82-84.
- BAZZIGALUPI, O., S. PISTORALE y A. 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.
- BENNET, S. J.; E. G. BARRETT-LENNARD y T. D. COLMER. 2009. *Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: a review*. Agriculture, Ecosystems & Environment 129 (4): 349-360.
- BERTRAM, N. 2009. *Estudio sobre Grama rhodes en ambientes con limitantes edafoclimáticas*. Simposio sobre recuperación de bajos salinos mediante implantación de especies megatérmica, Rufino, 12 Agosto. (paper).
- BERTRAM, N. 2016. *Implantación de Grama rhodes* En: Toll Vera, Jorge Raúl (Ed.). *Gramma Rhodes: centenario de su liberación en Argentina, 1916 - 2016: publicación conmemorativa / Jorge Raúl Toll Vera*. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Argentina. 1^{ra} edición para el alumno, p:
- BEWLEY, J.D. and N. BLACK. 1978. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. Vol. 2. Springer-Verlag, Berlin.
- CABIDO D.; M. CABIDO; S. M. GARRÉ; J. A. GORGAS; R. MIATELLO; A. RAVELLO; S. RAMBALDI; J. L. TASSILE. 2003. *Regiones naturales de la provincia de Córdoba*. Dirección de Ambiente - AGENCIA CÓRDOBA D.A.C. y T. 104 p.
- CANALE A.; A. SALAFIA; P. BLANCO; M. VENTURA; M. DOMINGUEZ. *Informe Regional Agropecuario, Departamento Presidente Roque Sáenz Peña, N° 192*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AER Laboulaye, Córdoba, Argentina.

- CANTERO G. A.; M. P. CANTÚ.; J. M. CISNEROS; J. J. CANTERO; M. BLASARÍN; A. DEGIOANNI; J. GONZÁLES; V. BECERRA; H. GIL; J. DE PRADA; S. DEGIOVANNI; C. CHOLAKY; M. VILLEGAS; A. CABRERA; C. ERIC. 1998. *-Las Tierras y Aguas del Sur de Córdoba. Propuestas para un manejo sustentable*. Editorial UNRC. Río Cuarto. (1): 83.
- CANTERO J. J.; CANTERO A.; CISNERO J. M. 1996. *La vegetación de los paisajes hidrohalomórficos del centro de Argentina*. Editorial UNRC. Río Cuarto. 298 p.
- CARRILLO, J. 2003. *Manejo de pasturas*. INTA Balcarce 457 p
- CARRILLO, J. y SCHIERSMANN, G. (1994). *Manejo del Rodeo de cría*. Materiales didácticos nº8. CERBAS. EEA Balcarce. 97 p.
- Carta de suelos de la República Argentina [texto impreso]: hoja 3363 - 14 General Cabrera. - Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTA): [S.l.]: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables, [s.d.]. - 94 p.: il., mapas; 28 cm
- CHÁVEZ, L.; L. GONZÁLEZ y M. RAMÍREZ, R. 2002. *Efecto de la salinidad sobre la absorción de agua por las semillas de Vigna unguiculata (L) y su relación con la tolerancia varietal alimentaria*. Vol. 339, p. 99-102.
- CISNEROS J. M., J. PAPPALARDO, J y WEIR E. 1998. *Manual de Técnicas de Manejo de campos afectados por Inundaciones*. Comisión Técnica Interinstitucional. INTA – UNRC – SAGYP Córdoba – FAA. 65 págs.
- CISNEROS J. M., J. J. CANTERO; A. CANTERO. 1999. *Vegetation, soil hydrophysical properties, and grazing relationships in saline-sodic soils of Central Argentina*. Canadian Journal of Soil Science 79: 399-409.
- CISNEROS, J. M.; A. DEGIOANNI; J. J. CANTERO; A. CANTERO. 2006. *Characterization of saline-sodic soils in Argentine Pampas*. Departamento de Ecología Agraria, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Volumen 1: 58-59.
- CISNEROS, J., A. DEGIOANNI, O. BARBEITO, S. AMBROSINO Y R. UGARTE. 2007. *Cartografía de riesgo hídrico de la provincia de Córdoba*. XX Congreso Nacional del Agua. Tucumán, en actas.
- DAVIES, A. 1974. *Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass*. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 82: 165-172.
- DI RIENZO, J.A.; GUZMÁN A.W.; CASANOVES F. 2002. *A Multiple Comparisons Method based on the Distribution of the Root Node Distance of a Binary Tree*. Journal of Agricultural, Biological, and Environment Statistics, 7(2): 1-14.

- DI RIENZO J.A., F. CASANOVES, M.G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA, C.W. ROBLEDO. 2008. *InfoStat, versión 2008*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DORAN, J. W. AND A. JONES. 1996. *Methods for assessing soil quality*. SSSA Special Publ. 49. Soil Science Society of America Inc. Madison, WI.
- DUHALDE J., A. PEREA, J. MASSIGOGE, M. JENSEN, D. INTASCHI. 2011. Implantación y producción de forrajeras megatérmicas en el sur bonaerense. INTA- EEA Barrow. 1-4.
- FANING, C. D. y D. L. CARTER. 1963. *The effectiveness of a cotton bur mulch and a ridge-furrow system in reclaiming saline soils by rainfall*. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27: 703-706.
- GARCÍA A. y M. C. GONZÁLES. 1997. *Detección de posibles marcadores morfológicos para la selección temprana de genotipos de arroz tolerantes a la salinidad*. Cultivos Tropicales 18 (3): 87-90.
- GARCIA EPIL, A. 1990. Pasturas; *implantación y cuidados culturales*. Cuadernos de actualización técnica. 49, AACREA 73 p.
- GARCÍA M. G., C. A. BUSSO, P. POLCI, N. L. GARCÍA GIROU, V. ECHENIQUE. 2002. *Water relations and leaf growth rate of three Agropyron genotypes under water stress*. Departamento de Agronomía y CERZOS (CONICET), Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. ISSN 0327 - 9545, 26(3): 309-317.
- GONZÁLEZ, L. M. y R. RAMÍREZ. 1999. *La absorción de agua por las semillas de arroz a altas concentraciones salinas, como posible indicador de la tolerancia varietal*. Cultivos Tropicales, vol. 20, no. 1, p. 31-34.
- GREENWAY, H. and MUNNS, R. 1980. *Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes*. Annual Review of Plant Physiology, 31: 149-90.
- GRIGG, A.H., G.J. SHERIDAN, A.B. PEARCE, and D.R. MULLIGAN. 2006. *The effect of organic mulches on crusting, infiltration and salinity in the revegetation of a saline-sodic coal mine spoil from central Queensland, Australia*. Soil Research 44(2) 97–105
- HASHEM, F.M., SWELIM, D.M., KUYKENDALL, L.D., MOHAMED, A.Y., ABDEL-WAHAB, S.M. and HEGAZI, N.Y. 1998. *Identification and characterization of salt-and thermo-tolerant Leucaena-nodulating Rhizobium strains*. Biol. Fertil. Soils, 27:335-341
- INTA. 1991. *Recuperación de la Productividad de un Pastizal Degradado con Agropiro Alargado (Agropyron elongatum)*. Información técnica n° 8. Río Cuarto, Argentina.
- JOBBÁGY, E. G. y J. L. MERCAU. 2010. *Protocolo de construcción de freáticos: ¿Qué medir, dónde, cuándo y cómo?* Grupo de Estudios Ambientales Universidad Nacional de San Luis y CONICET. En: http://gea.unsl.edu.ar/napas/archivos/Protocolo_Freatimetros.pdf

- JOBBÁGY, E. G., M. D. NOSETTO, S. DE FORTALEZA, G. A. SZNAIDER. 2008. *Control de la Recarga, Descarga, y Salinidad de la Napa Freática por Cultivos en el Sur de Córdoba*. XXI Congreso argentino de la ciencia del suelo. Potrero de los Funes, San Luis, Argentina. 13 al 16 de Mayo de 2008.
- KATIYAR, S. AND DUBEY, R.S. 1992. Influence of NaCl salinity on behaviours of nitrate reductase and nitrite reductase in rice seedlings differing in salt tolerance. *J. Agro. Crop Sci.*, 163: 236-247.
- LAVADO, R. S. y M. A. TABOADA. 2009. *Los procesos de salinización globales y específicos de la pampa húmeda*. Resúmenes Primer Congreso de la Red Argentina de Salinidad. pp. 11.
- LINARI, J. Y TOMMASONE F. 1999. *Siembra directa en suelos alcalinos*. Campos del Mañana, Resultados1998. Monsanto Argentina.
- MAAS, E.V. y G.H. HOFFMAN. 1977. *Crop salt tolerance current assessment*. Journal of Irrigation and Drainage Division 103:115-134.
- MAGRÍN G. 2011. *Variabilidad Climática: El mejor paliativo es la información*. INTA Informa #111.
- MALCOLM, C. V. 1983. *A review of the salt land problema in South-Western Australia*. W. A. Depto. Agric. Tech. Boletín técnico, N° 52.
- MARESCA, S. 2010. *Presente y futuro en la Cuenca*. Revista Ida y Vuelta Rural. Ediciones INTA 27: 14-15.
- MARTÍN G. 2010. *Pasturas cultivadas para el NOA: grama rhodes*. Producir XXI, Bs. As., 18(219):48-52.
- MARTIN, B., G. MAGRA, M. MIGLIORATI, M. TORRESI y O. SOSA. 2012. *Emergencia de Chloris gayana Kunth en tierras deprimidas y diversos niveles de humedad*. Revista Argentina de Producción Animal Vol. 32 Supl. 1: 358.
- MARTÍN, B., O. SOSA, G. ZERPA, M. A. ACEBAL, G. MAGRA. 2008. *Características de una Pastura en Implantación en Sectores con Diferencias Microaltimétricas en un Área Deprimida*. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER. Revista Científica Agropecuaria 12 (1): 25-33
- MARTÍN, B.; O. A. SOSA, (ex aequo); TORRESI, M.; GALLEANO, A. S. y MAGRA, G. 2016. *Germinación y emergencia de Grama rhodes, características y condiciones edáficas*. En: Toll Vera, Jorge Raúl (Ed.). *Grana Rhodes: centenario de su liberación en Argentina, 1916 - 2016*: publicación conmemorativa / Jorge Raúl Toll Vera. Facultad de Agronomía y Zootecnia,

Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Argentina. 1^{ra} edición para el alumno, p: 85-106.

- MATTEUCCI, D. S. y A. COLMA. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.

- MC MILLEN, M. 2013. *The effect of mulch type and thickness on the soil surface evaporation rate*. Horticulture and Crop Science Department. California Polytechnic State University. San Luis Obispo.

- MÉRULA, R. y S. DÍAZ. 2012. Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras. Disponible en: <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/inhibir-dormancia-semillas-plantas-forrajeras/inhibir-dormancia-semillas-plantas-forrajeras.pdf> Fecha de consulta: 10-06-2015

- MIÑAN, J. P. 2013. *Efecto de la salinidad en la germinación de cuatro especies forrajeras*. Tesis para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo, Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. Pp: 22-26.

- MONTICO, S. 2007. *Principios para el manejo de situaciones con suelos salinos y alcalinos*. Cátedra de Manejo de Tierras, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR. Agromensajes n° 19. Consultado el 10 de junio de 2011, Disponible en: <http://rephip.unr.edu.ar/handle/2133/537>

- OCHOA, M. A. 1994. *Producción de forrajes en suelos salinos*. INTA Rama Caída. Consultado el 11 de junio de 2011. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/ramacaida/info/documentos/bovinos/prodforr.htm>.

- PEINEMANN, N.; G. GUGGENBERGERB1; W. ZECH. 2003. *Soil organic matter and its lignin component in surface horizons of salt-affected soils of the Argentinian Pampa*. a. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (Bs. As.), Argentina; b. Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany. *Catena* 60: 113-128.

- PELLEJERO M.; DEGIOANNI, A. J. y CISNEROS, J. M. 2011. Eficiencia de implantación de grama rhodes (*Chloris gayana* Kunth) sobre suelos salinos con pelo de chancho (*Distichlis spicata*). II Reunión de la Red Argentina de Salinidad. San Miguel de Tucumán, 24 al 26 de Agosto de 2011. En Actas, pág. 53

- PEREZ, H. E. 2011. *Implantación y manejo de especies tropicales en ambientes salinos*. Seminario Nacional de Ganados y Carnes. EEA-INTA Manfredi. 41 p.

- PESSARAKLI, M. 2001. *Handbook of Plant and Crop Physiology*. University of Arizona. Marcel Dekker Inc. ISBN 0-8247-0546-7. 615-634.

- PORRATO PASTORINO, P. G. 2015. *Evaluación de coeficiente de logro de *Thinopyrum ponticum* (Agropiro alargado) en bajo salino-sódico del noroeste de la provincia de Buenos Aires*. Trabajo final de graduación para optar por el título de: Ingeniero en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.
- PRIANO, L. J. y M. A. PILATTI. 1989. *Tolerancia A La Salinidad De Forrajeras Cultivadas*. Cátedra de edafología, facultad de agronomía y veterinaria, universidad nacional del litoral, Santa Fe. Argentina. Ciencia del Suelo, Volumen 7, N° 1-2. 113-116.
- PRINCIPI, C. 1998. *Recuperación de suelos inundados*. En: http://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/01-recuperacion_de_suelos_inundados.pdf
- RAMÍREZ R., L. M. GONZÁLEZ y J. ROTONDO. 1999. *Afectaciones por salinidad en plántulas de *Centrosema pubescens* y *Stylosanthes guianensis**. Pastos y Forrajes Vol. 22, No. 2, 115-121.
- RICHARDS, L. 1973. *Diagnostico y rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos*. Editorial Limusa. México, 172 págs.
- ROSSI C. A., R. PÉREZ y J. OTONDO. 2009. *Mejoramiento de la Condición Forrajera en Bajos Alcalino Sódicos con Especies Subtropicales en la Cuenca del Salado*. Universidad Nacional de Lomas de Zamora y EEA INTA Cuenca del Salado, Pcia. de Buenos Aires. Argentina. pp. 1-8.
- RUIZ M. y O. TARENTI. 2012. *Germinación de cuatro pastos bajo condiciones de estrés salino*. Revista Internacional de Botánica Experimental. Fundación Romulo Raggio. ISSN 0031 9457, 81: 169-176.
- SHANNON, M. C. 1997. *Adaptation of plants to salinity*. *Advances in Agronomy* 60: 75-120.
- SHENNAN, C.; S. GRATTAN; D. MAY; R. BURAU; B. HANSON. 1987. *Potential for the long-term cyclic use of saline drainage water for the production of vegetable crop*. Technical Progress Report, U.C. Salinity/Drainage Task Force, Division of Agriculture and Natural Resource, University of California, Davis, p.142- 146.
- SMITH, S.T. y SONEMAN. 1970. *Salt movement in bare saline soil*. W. A. Dept. Agric. Tech. Boletín, numero 4.
- TALEISNIK, E., L. GARCIA SEFFINO, A. CÓRDOBA, K. GRUNBERG, C. ARIAS and M. de LUCA. 2004. *High salinity effects on the components of relative growth rate in *Rhodes grass**. Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal (IFFIVE), INTA, Camino a 60 Cuadras Km 51/2,
- TALEISNIK, E.; G. PEYRANO y C. ARIAS. 1997. *Response of *Chloris gayana* cultivars to salinity.1. Germination and early vegetative growth*. *Tropical Grasslands* 31: 232-240

- TEAKLE, L. J. H. 1929. The tolerance of plants for alkali in soil. *J. Agric. W. Aust.* 5: 402-408.
- TERÁN, S. S. 2010. *Pasturas para ganado vacuno. Informe de economía y producción.* Cámara de Diputados de la Provincia de Salta. INTA, UNRC. CONVENIO UNRC
- TERÁN, S. S. 2012. *Pasturas para Ganado Vacuno. Economía y Producción.* Provincia de Salta. Consultado el 1 de Julio de 2012. Disponible en: <http://www.economiadesalta.gov.ar/pasturas.htm>.
- VARELA, G. 2011. *La Grama Rhodes como recuperadora de suelos salino sódicos.* Cuenca Rural. Consultado el 13 de junio de 2011. Disponible en: <http://www.agroads.com.ar/noticias/story.php?title=la-grama-rhodes-como-recuperadora-de-suelos-salino-sodicicos>
- VÁZQUEZ, P., ROJAS M. del C. y BUEGES J. C. 2008. *Caracterización y tendencias de la ganadería bovina en la Cuenca del Salado.* Revista Veterinaria Argentina. Vol. 25: 572 -584.
- WATSON, J. E. 1961. *Manage your rainfall for maximum production.* *J. Agric. W. Aust.* 4th edición. 2: 609-612.
- WEIR, E. 2000. *Mapas de suelos: inventario de la superficie ocupada por suelos halomórficos.* En: Manual de técnicas de manejo de campos afectados por inundaciones, pp. 7-8.
- WELBAUM, G.E. y K.J. BRADFORD. 1988. *Water Relations of Seed Development and Germination in Muskmelon (Cucumis melo L.).* I. Water relations of seed and fruit development. *Plant Physiology* 86: 406-411
- ZAMOLINSKI A. F. 2000. *Experiencia En Recuperación De Suelos Salinizados.* Publicación Técnica N° 31. Área De Investigación, EEA General Villegas, INTA. .ISSN- 0326-5803.

ANEXO

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
cobertura	47	0,92	0,91	6,96	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12848,23	7	1835,46	64,88	<0,0001
Bloque	87,00	2	43,50	0,10	0,9092
Mulch	5845,89	1	5845,89	13,41	0,0671
Bloque*Mulch	871,71	2	435,85	15,41	<0,0001
Herbicida	3940,33	1	3940,33	139,29	<0,0001
Mulch*Herbicida	2190,67	1	2190,67	77,44	<0,0001
Error	1103,26	39	28,29		
Total	13951,49	46			
Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=4,5739					
<i>Error: 28,2887 gl: 39</i>					
Mulch	Herbicida	Medias n	E.E.		
con	sin	89,50 12	1,54	A	
con	con	84,83 12	1,54		B
sin	sin	80,83 12	1,54		B
sin	con	48,81 11	1,61		C
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					
Tabla 1: Análisis de la varianza y test de medias DGC para el porcentaje de cobertura del 7 de Mayo de 2015					

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Cobertura	47	0,86	0,84	8,06	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9990,21	7	1427,17	34,54	<0,0001
Bloque	256,29	2	128,14	0,43	0,6976
Mulch	4645,93	1	4645,93	15,72	0,0581
Bloque*Mulch	591,21	2	295,61	7,15	0,0023
Herbicida	4415,63	1	4415,63	106,85	<0,0001
Mulch*Herbicida	797,63	1	797,63	19,30	0,0001
Error	1611,66	39	41,32		
Total	11601,87	46			
Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=5,5282					
<i>Error: 41,3246 gl: 39</i>					
Mulch	Herbicida	Medias n	E.E.		
con	sin	94,67 12	1,86	A	
con	con	83,50 12	1,86		B
sin	sin	83,00 12	1,86		B
sin	con	55,33 11	1,95		C
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					
Tabla 2: Análisis de la varianza y test de medias DGC para el porcentaje de cobertura del 7 de Septiembre de 2015					

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cobertura	46	0,72	0,67	6,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2993,19	7	427,60	14,14	<0,0001
Bloque	129,68	2	64,84	0,33	0,7512
Mulch	142,50	1	142,50	0,73	0,4835
Bloque*Mulch	391,57	2	195,79	6,48	0,0038
Herbicida	2303,48	1	2303,48	76,19	<0,0001
Mulch*Herbicida	87,36	1	87,36	2,89	0,0973
Error	1148,81	38	30,23		
Total	4142,00	45			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=3,2677

Error: 30,2319 gl: 38

Herbicida	Medias n	E.E.
-----------	----------	------

sin	91,67 24	1,12 A
con	77,39 22	1,19 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=4,9618

Error: 30,2319 gl: 38

Mulch	Herbicida	Medias n	E.E.
-------	-----------	----------	------

con	sin	94,83 12	1,59 A
sin	sin	88,50 12	1,59 B
con	con	77,77 10	1,77 C
sin	con	77,00 12	1,59 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 3: Análisis de la varianza y test de medias DGC para el porcentaje de cobertura del 10 de Octubre de 2015.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CE Sat.	47	0,98	0,95	8,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<u>(Error)</u>					
Modelo.	1192,29	23	51,84	40,06	<0,0001
Bloque	1,86	2	0,93	0,08	0,9264
Mulch	81,56	1	81,56	6,96	0,1187
Bloque*Mulch	23,45	2	11,73	9,06	0,0013
Herbicida	1,01	1	1,01	0,05	0,8340
Mulch*Herbicida	0,18	1	0,18	0,01	0,9299
Mulch>Herbicida*Bloque	80,98	4	20,25	15,64	<0,0001
Profundidad	939,87	3	313,29	242,09	<0,0001
Mulch*Profundidad	58,51	3	19,50	15,07	<0,0001
Herbicida*Profundidad	4,51	3	1,50	1,16	0,3456
Mulch*Herbicida*Profundidad	0,35	3	0,12	0,09	0,9652
Error	29,76	23	1,29		
Total	1222,06	46			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=2,0544

Error: 1,2941 gl: 23

Mulch	Herbicida	Profundidad	Medias n	E.E.
sin	con	0-5	25,30 2	0,80 A
sin	sin	0-5	25,06 3	0,66 A
con	sin	0-5	19,14 3	0,66 B
con	con	0-5	17,83 3	0,66 B
sin	con	5-10	16,38 3	0,66 C
sin	sin	5-10	15,23 3	0,66 C
con	con	5-10	12,35 3	0,66 D
con	sin	5-10	12,06 3	0,66 D
sin	con	10-20	11,94 3	0,66 D
sin	sin	10-20	11,27 3	0,66 D
con	sin	10-20	10,87 3	0,66 D
sin	con	20-40	10,49 3	0,66 D
con	con	10-20	9,96 3	0,66 D
sin	sin	20-40	9,52 3	0,66 D
con	con	20-40	9,41 3	0,66 D
con	sin	20-40	9,13 3	0,66 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 5: Análisis de la varianza y test de medias DGC para el CE de saturación en función de la aplicación de mulch y glifosato (fecha de muestreo 10 de Diciembre de 2014).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CE Sat.	46	0,96	0,92	11,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	569,51	23	24,76	22,80	<0,0001
Bloque	88,89	2	44,45	1,31	0,4332
Mulch	87,48	1	87,48	2,57	0,2498
Bloque*Mulch	67,95	2	33,98	31,29	<0,0001
Herbicida	0,28	1	0,28	0,02	0,8859
Mulch*Herbicida	1,97	1	1,97	0,16	0,7079
Mulch>Herbicida*Bloque	48,73	4	12,18	11,22	<0,0001
Profundidad	168,00	3	56,00	51,56	<0,0001
Mulch*Profundidad	37,24	3	12,41	11,43	0,0001
Herbicida*Profundidad	22,17	3	7,39	6,81	0,0020
Mulch*Herbicida*Profundidad.	46,78	3	15,59	14,36	<0,0001
Error	23,89	22	1,09		
Total	593,40	45			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,8820

Error: 1,0860 gl: 22

Mulch	Herbicida	Profundidad	Medias	n	E.E.	
sin	con	0-5	27,42	1	1,04	A
sin	sin	0-5	14,03	3	0,60	B
con	sin	0-5	10,43	3	0,60	C
con	con	0-5	10,07	3	0,60	C
sin	con	5-10	9,56	3	0,60	C
sin	sin	5-10	9,22	3	0,60	C
con	sin	5-10	7,40	3	0,60	D
con	con	5-10	6,67	3	0,60	D
sin	sin	10-20	9,37	3	0,60	C
sin	con	10-20	9,37	3	0,60	C
con	con	10-20	7,13	3	0,60	D
con	sin	10-20	7,41	3	0,60	D
sin	con	20-40	10,00	3	0,60	C
sin	sin	20-40	9,44	3	0,60	C
con	con	20-40	7,97	3	0,60	D
con	sin	20-40	7,55	3	0,60	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 6: Análisis de la varianza y test de medias DGC para el CE de saturación en función de la aplicación de mulch y glifosato (fecha de muestreo 7 de Mayo de 2015).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CE Sat.	48	0,93	0,85	15,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	615,56	23	26,76	12,88	<0,0001
Bloque	25,82	2	12,91	0,62	0,6163
Mulch	40,39	1	40,39	1,95	0,2976
Bloque*Mulch	41,48	2	20,74	9,98	0,0007
Herbicida	7,47	1	7,47	1,67	0,2657
Mulch*Herbicida	17,92	1	17,92	4,01	0,1157
Mulch>Herbicida*Bloque	17,87	4	4,47	2,15	0,1056
Profundidad	386,13	3	128,71	61,95	<0,0001
Mulch*Profundidad	32,97	3	10,99	5,29	0,0061
Herbicida*Profundidad	17,97	3	5,99	2,88	0,0568
Mulch*Herbicida*Profundidad.	27,55	3	9,18	4,42	0,0131
Error	49,87	24	2,08		
Total	665,43	47			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=2,6032

Error: 2,0778 gl: 24

Mulch	Herbicida	Profundidad	Medias	n	E.E.	
sin	con	0-5	19,82	3	0,83	A
sin	sin	0-5	13,08	3	0,83	B
con	sin	0-5	12,21	3	0,83	B
con	con	0-5	11,28	3	0,83	B
sin	con	5-10	7,84	3	0,83	C
sin	sin	5-10	7,69	3	0,83	C
con	sin	5-10	7,13	3	0,83	C
con	con	5-10	6,90	3	0,83	C
sin	con	10-20	8,32	3	0,83	C
sin	sin	10-20	7,49	3	0,83	C
con	sin	10-20	7,20	3	0,83	C
con	con	10-20	6,82	3	0,83	C
sin	con	20-40	8,50	3	0,83	C
sin	sin	20-40	8,17	3	0,83	C
con	con	20-40	7,25	3	0,83	C
con	sin	20-40	7,43	3	0,83	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 7: Análisis de la varianza y test de medias DGC para el CE de saturación en función de la aplicación de mulch y glifosato (fecha de muestreo 7 de Septiembre de 2015)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CE Sat.	47	0,97	0,94	13,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1716,26	23	74,62	33,93	<0,0001
Bloque	78,96	2	39,48	0,75	0,5706
Mulch	57,80	1	57,80	1,10	0,4041
Bloque*Mulch	104,94	2	52,47	23,86	<0,0001
Herbicida	2,28	1	2,28	0,20	0,6750
Mulch*Herbicida	2,91	1	2,91	0,26	0,6370
Mulch>Herbicida*Bloque	44,79	4	11,20	5,09	0,0044
Profundidad	1163,82	3	387,94	176,41	<0,0001
Mulch*Profundidad	115,27	3	38,42	17,47	<0,0001
Herbicida*Profundidad	73,60	3	24,53	11,16	0,0001
Mulch*Herbicida*Profundidad.	71,89	3	23,96	10,90	0,0001
Error	50,58	23	2,20		
Total	1766,84	46			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=2,6781

Error: 2,1991 gl: 23

Mulch	Herbicida	Profundidad	Medias	n	E.E.	
sin	con	0-5	32,65	2	1,05	A
sin	sin	0-5	19,84	3	0,86	B
con	con	0-5	16,60	3	0,86	C
con	sin	0-5	16,12	3	0,86	C
sin	con	5-10	10,27	3	0,86	D
sin	sin	5-10	10,23	3	0,86	D
con	sin	5-10	8,88	3	0,86	D
con	con	5-10	8,61	3	0,86	D
sin	sin	10-20	8,59	3	0,86	D
sin	con	10-20	8,15	3	0,86	D
con	sin	10-20	7,83	3	0,86	D
con	con	10-20	7,59	3	0,86	D
sin	con	20-40	7,60	3	0,86	D
sin	sin	20-40	8,39	3	0,86	D
con	sin	20-40	7,56	3	0,86	D
con	con	20-40	7,41	3	0,86	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 8: Análisis de la varianza y test de medias DGC para el CE de saturación en función de la aplicación de mulch y glifosato (fecha de muestreo 24 de Octubre de 2015)

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CE Sat.	36	0,34	0,32	36,36	231,74	236,49

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	36,70	4,94	26,6	46,74	7,43	<0,0001		
Cobertura	-0,25	0,06	-0,38	-0,13	-4,16	0,0002	17,84	1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	567,33	1	567,33	17,31	0,0002
Cobertura	567,33	1	567,33	17,31	0,0002
Error	1114,60	34	32,78		
Total	1681,93	35			

Tabla 9: Regresión lineal entre el porcentaje de cobertura superficial y la CE de 0-5 cm de suelo para las tres fechas en las que se midió la cobertura.

Análisis de regresión lineal

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
2,00	CE Sat.	12	0,83	0,82	19,43	66,53	67,99

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	44,47	4,27	34,97	53,98	10,43	<0,0001		
Cobertura	-0,39	0,06	-0,51	-0,27	-7,07	<0,0001	46,51	1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	544,49	1	544,49	49,96	<0,0001
Cobertura	544,49	1	544,49	49,96	<0,0001
Error	108,99	10	10,90		
Total	653,48	11			

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
3,00	CE Sat.	12	0,59	0,55	14,27	65,41	66,87

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	29,97	4,30	20,39	39,56	6,97	<0,0001		
Cobertura	-0,20	0,05	-0,32	-0,08	-3,77	0,0036	14,05	1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	141,48	1	141,48	14,25	0,0036
Cobertura	141,48	1	141,48	14,25	0,0036
Error	99,28	10	9,93		
Total	240,76	11			

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
4,00	CE Sat.	12	0,26	0,18	65,57	81,51	82,96

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	46,87	14,38	14,82	78,91	3,26	0,0086		
Cobertura	-0,32	0,17	-0,70	0,06	-1,85	0,0936	4,21	1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	130,38	1	130,38	3,43	0,0936
Cobertura	130,38	1	130,38	3,43	0,0936
Error	379,70	10	37,97		
Total	510,08	11			

Tabla 10: Regresión lineal entre el porcentaje de cobertura superficial y la CE de 0-5 cm de suelo, discretizado por cada una de las fechas en que se midió la cobertura

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pl. estab./m ²	36	0,36	0,20	118,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1032,44	7	147,49	2,28	0,0568
Bloque	131,56	2	65,78	0,86	0,5375
Mulch	235,11	1	235,11	3,08	0,2216
Bloque*Mulch	152,89	2	76,44	1,18	0,3213
Herbicida	277,78	1	277,78	4,30	0,0475
Mulch*Herbicida	235,11	1	235,11	3,64	0,0668
Error	1809,78	28	64,63		
Total	2842,22	35			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=5,9228

Error: 76,4444 gl: 2

Mulch	Medias	n	E.E.	
con	9,33	18	2,06	A
sin	4,22	18	2,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=5,4461

Error: 64,6349 gl: 28

Herbicida	Medias	n	E.E.	
con	9,56	18	1,89	A
sin	4,00	18	1,89	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=8,1119

Error: 64,6349 gl: 28

Mulch	Herbicida	Medias	n	E.E.	
con	con	14,67	9	2,68	A
sin	con	4,44	9	2,68	B
sin	sin	4,00	9	2,68	B
con	sin	4,00	9	2,68	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 12: Análisis de la varianza del establecimiento de plantas de *Thinopyrum ponticum*