

Tesina de grado



**COMPORTAMIENTO DE GRAMÍNEAS
NATIVAS DEL MONTE DE ACUERDO A
DIVERSAS CONDICIONES DE
SALINIDAD Y DE TIPOS DE SUELO:**

Estudios en *Pappophorum caespitosum*, *Trichloris crinita*,
Arístida mendocina y *Panicum urvilleanum*



Presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias de la
Universidad Nacional de Cuyo por Próspero Javier Ezequiel

Directora: Sartor Carmen

Codirectora: Greco Silvina



Mendoza

2020

Índice

Resumen-----	2
1. Introducción general-----	3
1.1. Fundamentación-----	3
1.2. Hipótesis y predicciones-----	8
1.3. Objetivo General-----	8
1.4. Objetivos particulares-----	8
2. Diseño del ensayo-----	8
2.1. Especies estudiadas-----	8
2.2. Diseño del ensayo-----	12
3. Resultados-----	16
3.1. <i>Aristida mendocina</i> -----	17
3.2. <i>Panicum urvilleanum</i> -----	19
3.3. <i>Pappophorum caespitosum</i> -----	23
3.4. <i>Trichloris crinita</i> variedad 10-----	27
3.5. <i>Trichloris crinita</i> variedad 13-----	32
4. Discusión-----	36
5. Conclusión-----	39
Bibliografía consultada-----	41
Anexo-----	46

RESUMEN

En la provincia de Mendoza factores como el pastoreo no controlado, la deforestación y otras actividades antrópicas como la agricultura, la minería y la extracción de petróleo, han conducido a la degradación de la vegetación y la pérdida de biodiversidad, con procesos hídricos y eólicos erosivos, y la reactivación de sistemas de médanos. Dado que nos encontramos en una zona árida, para llevar adelante tareas de restauración de la vegetación resulta primordial la búsqueda de especies vegetales adaptadas a condiciones de aridez. Entre ellas, las gramíneas perennes son componentes importantes del estrato herbáceo de la vegetación nativa adaptadas a las condiciones del Monte.

Entendiendo lo mencionado, la presente tesis tuvo como objetivo seleccionar especies de gramíneas perennes con uso potencial para restauración, de acuerdo a su comportamiento en diferentes condiciones edáficas y de salinidad presentes en nuestra provincia. Para esto se evaluó el porcentaje de emergencia y crecimiento de las gramíneas perennes nativas *Trichloris crinita* (variedad 10 y 13), *Pappophorum caespitosum*, *Panicum urvilleanum* y *Aristida mendocina* en suelos de diferentes texturas encontrados en ambientes degradados en Mendoza (arcillosa, ripiosa y arenosa) y bajo condiciones de riegos con solución salina a distintas concentraciones.

Los tratamientos de textura de suelo fueron: arenoso, minero (riposo) y suelo arcilloso. Los ensayos de salinidad fueron en macetas llenas con suelo arcilloso y regando con soluciones de NaCl a diferentes concentraciones.

El ensayo fue dispuesto en la parcela de la cátedra de Fisiología Vegetal. Las macetas fueron llenadas con los distintos tipos de textura de suelo y en cada una de ellas se sembraron con semillas de cada una de las especies. Se registró el número de plantas emergidas pasados dos semanas desde la siembra.

Paralelamente se hicieron sucesivos pesajes de macetas, con el fin de hacer un seguimiento de la evapotranspiración de las macetas en el tiempo. Dichos pesajes fueron usados para calcular el volumen de riego. El ensayo comenzó a inicios de la estación de lluvias (diciembre).

Las variables de respuesta fueron: proporción de emergencia de plántulas, altura de las plantas, el diámetro de la corona y número de macollos. Finalizado el ensayo, se cosechó la parte aérea de las plantas, para estimar variables relacionadas a la biomasa aérea.

Las plantas de *A. mendocina* crecen mejor en suelos arenosos en comparación con los tratamientos arcillosos y salinos, sin embargo la alta mortalidad de plantas, en todos los tratamientos, no permite ser concluyente con los resultados. *P. urvilleanum*, *P. caespitosum* y *T. crinita* resultaron tener un buen desarrollo en los tratamientos que se corresponden con sus condiciones naturales (tanto ambientes medanosos como de texturas más finas). Sin embargo, con el incremento de la salinidad y en presencia de suelo proveniente de pasivos mineros (o suelo minero) se vio afectada la productividad

de todas las especies. El comportamiento en el crecimiento fue similar en las dos variedades de *T. crinita* estudiadas por lo tanto ambas variedades son recomendables para restaurar los mismos tipos de situaciones.

Ninguna de las plantas tuvo un buen crecimiento en el suelo minero.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1. FUNDAMENTACIÓN

El Monte mendocino pertenece a las denominadas zonas áridas, las cuales constituyen ecosistemas frágiles susceptibles a procesos degradativos cuando se manejan inadecuadamente (IICA, 1982). Actividades como el uso inapropiado de fuego, la explotación petrolera, minera, forestal y obras de infraestructura contribuyen a la fragmentación y reducción de hábitat, por consiguiente, al aumento de especies y ecosistemas amenazados y a la pérdida de biodiversidad (UNCuyo, 2004). Así mismo, las prácticas agrícolas no sustentables pueden eliminar los nutrientes del suelo, hacerlo más salino, seco y compacto o sellar su superficie y provocar la acumulación de sustancias tóxicas (Lagos & Villagra, 2011). Este tipo de perturbación socioeconómica deriva de una combinación de tres factores: explotación humana, la migración de los pobladores y la fragilidad ecológica debido a condiciones climáticas adversas, en particular las sequías graves y recurrentes, propias de los ecosistemas de las tierras secas (Lagos & Villagra, 2011).

Dado que las actividades socioeconómicas mencionadas provocan perjuicios en los ecosistemas, la restauración ecológica es la actividad que debe llevarse a cabo para iniciar o acelerar la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. La restauración trata de retornar un ecosistema a su estado prístino (SER, 2004). Desde el punto de vista legislativo, la restauración está contemplada en la Ley Provincial nº 5961, que tiene por objeto la preservación del ambiente en todo el territorio de la provincia de Mendoza, a los fines de resguardar el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable. Esta ley se complementa a lo establecido por la Ley Nacional nº 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. Así mismo, la dicha Ley Provincial regula actividades como la minería, siendo complementaria a la Ley 24.585 del Código de Minería en su Capítulo Complementario de Preservación Ambiental.

Para llevar adelante tareas de restauración de la vegetación resulta primordial la búsqueda de especies vegetales adaptadas a condiciones de aridez. En las zonas áridas, la vegetación esta agrupada formando parches rodeados de áreas sin vegetación (Aguar & Sala 1999). Los parches se inician con el establecimiento de una especie arbórea o arbustiva la cual facilita el establecimiento de otras especies al mejorar las condiciones micro-climáticas (Villagra, 2014). En base al estado de degradación del sistema, las estrategias deben tender a dar inicio al parche de vegetación o a incrementar el tamaño de estos. Si las áreas a restaurar ya poseen árboles y arbustos que pueden actuar como especies formadoras de parches (como en los casos de áreas sobre-pastoreadas), las acciones deben tender a incrementar la

productividad, aprovechando la facilitación de las plantas nodrizas, a través de la siembra de semillas de especies herbáceas (Villagra, 2014).

Otro factor que influye en el establecimiento, y por ende en la distribución de las plantas es la textura de suelo. Rossi (2004) determinó que las comunidades vegetales de la Reserva de Biósfera de Ñacuñán están estrechamente relacionadas con la granulometría del suelo.

La textura indica la proporción de las partículas fundamentales del suelo: arcilla, limo y arena, que se pueden agrupar en fina, media y gruesa. El diámetro de las partículas de arcilla es menor de 0,002 mm, las de limo están entre 0,002 y 0,05 mm y las de arena son entre 0,05 y 2,0mm. Dependiendo de la proporción de las diferentes partículas que componen un suelo, se establecen diferentes clasificaciones texturales (Valenzuela, 1999).

Los suelos de textura gruesa tienen más de 50 % de arena y menos del 20 % de arcilla, según el criterio de clasificación textural norteamericano. Cuentan con una baja capacidad para retener nutrientes y agua. La gran cantidad de poros grandes y bajo contenido de arcilla provoca que se pierda más fácilmente agua y nutrientes, especialmente nitrógeno. Lo anterior ocasiona un desarrollo pobre de los cultivos al no cubrir sus necesidades nutricionales. La alta lixiviación y volatilización de nitrógeno en estos suelos hace necesario fraccionar la fertilización nitrogenada tanto como sea posible y la aplicación de materia orgánica. Por otra parte, la gran cantidad de poros grandes facilita la penetración y desarrollo del sistema radical de las plantas (INTAGRI, 2017).

Los suelos de textura media tienen buena aireación y drenaje para el desarrollo de las raíces. Generalmente tienen menos de 35 a 40 % de arcilla y menos de 50 % de arena. Presentan una alta proporción de poros de tamaño medio a fino. Son suelos con una amplia capacidad productiva, disponibilidad de agua y nutrimentos. Son suelos que facilitan la penetración de las raíces y desarrollo más acelerado al tener un equilibrio entre las partículas de arena, limo y arcilla. Estos suelos pueden o no ser fácilmente desmenuzables, pero a medida que la proporción de limo sea mayor, el potencial de compactación también se incrementará (INTAGRI, 2017).

Los suelos de textura fina tienen más de 40 % de arcilla, aunque también se pueden agrupar aquellos con más de 60 % de limo. Presentan alta capacidad de retención de agua y nutrimentos, sin embargo, poseen poca aireación. Estos suelos normalmente son los de más alta fertilidad natural. Sin embargo, deben manejarse con precaución, pues se compactan fácilmente cuando se labran o se cultivan en condiciones húmedas. Con niveles adecuados de materia orgánica (MO) son muy productivos, ya que se les brindan a las raíces las condiciones de humedad y alto contenido de nutrientes. (INTAGRI, 2017).

Los suelos de textura fina tienen riesgo de sufrir procesos de acumulación de sales solubles en agua. Esto puede darse en forma natural, cuando se trata de suelos bajos y planos, que son periódicamente inundados por ríos o arroyos; o si el nivel de las aguas

subterráneas es poco profundo y el agua que asciende por capilaridad contiene sales disueltas. Cuando este proceso tiene un origen antropogénico, generalmente está asociado a sistemas de riego (Cavagnaro, 1988).

En el caso de los pasivos ripiosos, los suelos naturales donde operan las empresas mineras quedan prácticamente cubiertos por materiales rocosos metalíferos de desecho en plena oxidación (con riesgo de drenaje ácido) o inertes (sin riesgo de drenaje ácido), ubicados en botaderos y en diques de cola. Estos residuos generan un impacto antiestético y algunos de ellos producen contaminación, por lo que se requiere de una cubierta vegetal para estabilizarlos y recuperarlos. A su vez, estos terrenos deben ser obligatoriamente recuperados en cuanto a flora y fauna silvestre se refiere (Moreno, 2015).

Se considera específicamente para este trabajo el material rocoso de desecho denominado Epidoto Clorita. Este material de composición mineral desconocida presenta buenas propiedades hídricas (capacidad de retención de agua e infiltración) sobre todo en comparación con otros tipos de pasivos ripiosos como Barren Core (BC) y Suelo Aluvial (SAI). A pesar de su escaso aporte nutricional para las plantas, es posible la utilización de estas rocas de desecho minero como sustrato para el establecimiento de las plantas (Moreno, 2015).

La salinidad es una condición del suelo caracterizada por una alta concentración de sales solubles. Un suelo se considera salino cuando la conductividad eléctrica del extracto de saturación (ECE) es de 4 dS/m o más, que es equivalente a 40 mM NaCl y a una presión osmótica de aproximadamente -0,2 MPa (Munns & Tester, 2008). De acuerdo a la FAO, en el año 2000, el área total de suelos afectados por las sales, incluyendo suelos salinos y sódicos, fue de 831 millones de hectáreas, extendidos por todos los continentes, esto es más del 6% del total de tierras emergidas del planeta. En América del Sur se han mapeado 69,4 millones de hectáreas de áreas salinas, de las cuales 59,6 millones de hectáreas corresponden a suelos salino-sódicos (Rengasamy, 2006). En las zonas áridas y semiáridas, el problema se acentúa ya que la escasez y variabilidad de las precipitaciones junto a las altas tasas de evapotranspiración afectan el balance hídrico de los suelos. La baja humedad atmosférica y las altas temperaturas incrementan el ascenso de la solución del suelo y con ello la deposición y concentración de sales en los horizontes superficiales causando la acumulación de cloruros y sulfatos de Na⁺, Mg⁺⁺ y Ca⁺⁺ en los primeros centímetros del suelo (Manchanda & Garg, 2008). Así el agua aportada por los sistemas de riego produce una concentración de sales año a año en el suelo, originando importantes pérdidas de superficie cultivable que se reflejan directamente en la economía (Mahajan & Tuteja, 2005).

El estrés salino tiene dos componentes que afectan el crecimiento vegetal: el componente osmótico y el iónico. La elevada concentración salina provoca un descenso del potencial hídrico del suelo e induce al estrés hídrico en las plantas. En cuanto al componente iónico, determinados iones son tóxicos para las plantas, dentro de ellos, los más abundantes en el suelo son el Cl⁻ y el Na⁺. Estos iones interfieren en la captación de otros iones por parte de la planta y provocan el déficit crítico de

nutrientes, dando lugar a suelos estériles con cantidades de nitrógeno no óptimas. La salinidad influye negativamente en la mayoría de las especies de gramíneas y leguminosas, disminuyendo en 50 % sus rendimientos (Alshammary & Qian 2004). Las plantas tolerantes a la salinidad tienen la capacidad de minimizar estos efectos perjudiciales al producir una serie de adaptaciones anatómicas, morfológicas y fisiológicas (Alshammary & Qian 2004). No solo el crecimiento es afectado por la salinidad, también la germinación disminuye con el aumento de la salinidad (Gulsar & Khan, 2001).

En el Monte mendocino el tipo de vegetación predominante es el matorral o la estepa arbustiva xerófila, psamófila o halófila con bosques marginales de *Prosopis sp.* (Cabrera, 1971). Dentro de estos conjuntos vegetales, las gramíneas perennes son componentes importantes del estrato herbáceo de la vegetación nativa, son pioneras de los procesos de sucesión ecológica, son fijadoras de suelo (Villagra *et al.*, 2011) y constituyen la principal fuente de alimento del ganado (Guevara *et al.*, 2009). Entre las especies más importantes por presencia, cobertura y/o valor forrajero se destacan: *Pappophorum caespitosum*, *Panicum urvilleanum*, *Trichloris crinita* y *Aristida mendocina*. (Cavagnaro, 1988).

Estas especies nativas provienen de hábitats diferentes: *Pappophorum caespitosum* es una especie propia de ambientes secos y semiáridos de regiones cálidas de América. De amplia distribución geográfica, desde Jujuy hasta Río Negro, se encuentra principalmente en suelos alcalinos y/o salinos (Cosci & Coyos, 2014). *Trichloris crinita* crece en el Monte en suelos de textura fina, por su resistencia a las sales crece cerca de salitrales, acompañada por *Sporobolus cryptandrus* y *Pappophorum caespitosum*. Se distribuye a lo largo de todo el oeste de Argentina hasta el norte de la Patagonia (Roig, 1981). *Panicum urvilleanum* en Mendoza es una especie sumamente común, fijando médanos y en el suelo removido de la banquina de los caminos en casi toda la provincia, es especie típica en los médanos, donde forma colonias (Roig, 1981). En Argentina esta especie se distribuye desde el norte hasta la provincia de Río Negro. En el noroeste argentino es una especie muy común, donde vive en suelos arenosos; ha sido coleccionada en banquinas, playas de ríos y lomadas áridas, entre 300-2500 m.s.m (Antenor, 2012).

Desde el año 1980 se vienen desarrollando trabajos que han permitido conocer diversos aspectos tanto de la autoecología de las especies gramíneas ya nombradas, así como su comportamiento en condiciones de sequía y otros factores (Greco, 2017). Algunos aspectos relevantes de estas plantas son, por ejemplo, que *P. urvilleanum*, *T. crinita*, y *P. caespitosum* poseen un gran valor forrajero (Roig, 1971). *A. mendocina* es poco palatable y de escaso valor alimenticio para el ganado (Guevara *et al.*, 1996), por lo cual, tiene potencial como pionera de procesos de sucesión ecológica para zonas degradadas, con la ventaja de que la ganadería no representaría un inconveniente para este fin (Antenor, 2012).

Pappophorum caespitosum, *T. crinita* y *A. mendocina* son fijadoras de suelo, lo cual quiere decir que participan significativamente en la reducción de procesos erosivos (Villagra *et al.*, 2011). Así mismo, *P. urvilleanum* es a menudo cultivada como fijadora

de dunas, gracias a sus rizomas verticales que se extienden profundamente en la arena y a su resistencia a la arena movediza (Derogue & Alonso, 2013).

Debido al tipo de reproducción, altamente autógamo, de *T. crinita*, la descendencia de plantas correspondiente de distintas procedencias origina variedades similares a sus padres (Kozub *et al.*, 2017). Cavagnaro *et al.* (2006), han estudiado 20 variedades de *T. crinita* con diferente potencial productivo y características adaptativas, provenientes de una amplia variedad de ambientes de la Provincia Fitogeográfica del Monte. Estas variedades presentan diferentes niveles de productividad aérea (Cavagnaro *et al.*, 2006) y calidad nutricional (Colomer *et al.*, 1989) que nos permitirá seleccionar las mejores variedades para cada tipo de ambiente. Las variedades elegidas para esta tesis fueron la variedad 10 (denominada de esta manera en esta tesis), la cual es poco productiva y es procedente de la localidad El Encón, provincia de San Juan, lugar cuyo suelo posee una salinidad de 7,8 dS/m promedio (Greco & Cavagnaro, 2002). La otra variedad es la 13, procedente de la localidad del Pichi Ciego, Santa Rosa, Mendoza, perteneciente a suelos con una baja salinidad (0,42 dS/m promedio) y cuya productividad es alta (Greco & Cavagnaro, 2002).

Respecto a aquellos factores ambientales que inciden en el desarrollo de dichas gramíneas, *Aristida mendocina*, *Pappophorum caespitosum* y *Trichloris crinita*, no germinan bajo temperaturas extremas (debajo de los 5 °C y por encima de los 45 °C). *Aristida mendocina* alcanza un 60-70 % de germinación entre 20 y 30 °C y *P. caespitosum* y *T. crinita* muestran la mayor germinación (90-100 %) entre 25 y 35 °C (Greco, 2003).

La tolerancia a la salinidad del suelo durante la germinación y la emergencia de las plántulas, así como en etapas posteriores de crecimiento, se encuentra entre los rasgos que podrían conferir ventajas de rendimiento en los ambientes salinos (Taleisnik, 1997). *Aristida mendocina* presenta un bajo porcentaje de germinación a bajas concentraciones de salinidad, mientras que *P. caespitosum* tolera mayores concentraciones, siendo *T. crinita* de comportamiento intermedio (Greco & Cavagnaro, 2004).

Existe diferencia entre las variedades de *T. crinita* en su respuesta al estrés hídrico, demostrada por Greco y Cavagnaro (2002), a través un estudio consistente en la aplicación de dos ciclos de estrés hídrico para estas variedades, mantenidos hasta el pliegue de las hojas. El plegamiento de la hoja se produjo a diferentes potenciales hídricos foliares para cada variedad.

De acuerdo a los antecedentes expuestos, se observa que existe variabilidad entre estas especies de gramíneas y también dentro de las variedades de *Trichloris crinita*, en las características adaptativas a diferentes ambientes, por lo que las especies citadas se convierten en una buena opción para llevar a cabo proyectos que amplíen la base de conocimientos, orientándola a la revegetación de áreas degradadas.

1.2. HIPÓTESIS Y PREDICCIONES

- ❖ **Hipótesis 1.** *Panicum urvilleanum*, al ser una especie típica de médanos, será una especie adecuada para restaurar suelos de granulometría gruesa.
 - **Predicción 1.** Las plántulas de *P. urvilleanum* emergerán y crecerán más en suelos arenosos y mineros que en suelos arcillosos y salinos

- ❖ **Hipótesis 2.** *Aristida mendocina* se desarrolla en suelos de textura tanto gruesa como fina, pero no habita en suelos salinos, por ende, será una especie adecuada para restaurar suelos de distinta granulometría, pero sin salinidad.
 - **Predicción 2.** Las plántulas de *A. mendocina* emergerán y crecerán bien en los suelos arenosos, mineros y arcillosos, pero tendrán dificultades para crecer en los suelos salinos.

- ❖ **Hipótesis 3.** *Pappophorum caespitosum* y *Trichloris crinita* son especies provenientes de suelos de textura tanto gruesa, como fina, y así mismo habita ambientes salinos, por ende, serán adecuadas para restaurar suelo de textura arcillosa y arenosa y suelos salinos.
 - **Predicción 3.** Las plántulas de *P. caespitosum* y *T. crinita* emergerán y crecerán bien en todos tipos de suelo (arenoso, minero, arcilloso y salinos).

- ❖ **Hipótesis 4.** *Trichloris crinita* variedad 10 es procedente de la localidad El Encón, provincia de San Juan, (cuyo suelo presenta una salinidad de 7,8 dS/m promedio) será la variedad de *Trichloris crinita* adecuada para revegetar suelos salinos.
 - **Predicción 4.** Se espera que el crecimiento *Trichloris crinita* variedad 10 en los suelos con tratamientos salinos sea similar al tratamiento arenoso y arcilloso.

1.3. OBJETIVO GENERAL

Seleccionar especies de gramíneas perennes con uso potencial para restauración, de acuerdo a su comportamiento en diferentes condiciones edáficas y de salinidad presentes en la provincia de Mendoza.

1.4. OBJETIVOS PARTICULARES

Evaluar el porcentaje de emergencia, crecimiento de las gramíneas perennes nativas *P. caespitosum*, *P. urvilleanum*, *A. mendocina* y las dos variedades de *T. crinita* en diferentes texturas de suelo encontradas en ambientes degradados en Mendoza (arcillosa, ripiosa y arenosa).

Evaluar el porcentaje de emergencia y crecimiento de las gramíneas perennes nativas *P. caespitosum*, *P. urvilleanum*, *A. mendocina* y las dos variedades de *T. crinita* bajo condiciones de riegos con solución salina a distintas concentraciones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. ESPECIES ESTUDIADAS

Se trabajó con cuatro especies de gramíneas nativas perennes del Monte: *Pappophorum caespitosum*, *Trichloris crinita*, *Panicum urvilleanum* y *Aristida mendocina*. Las cuatro especies son plantas C4 con crecimiento en la época primavero-estival (Cavagnaro, 1988).

Pappophorum caespitosum (Figura 1) es una especie propia de ambientes secos y semiáridos de regiones cálidas de América. Es apreciada por los animales antes de la maduración de sus frutos. Es una planta de cañas erectas; vainas generalmente más largas que los entrenudos; lígula pilosa, láminas planas o convolutas, rígidas, panojas laxas, plurifloras o contraídas a subespigiformes, a menudo subincluidas en la última hoja (Cosci & Coyos, 2014).

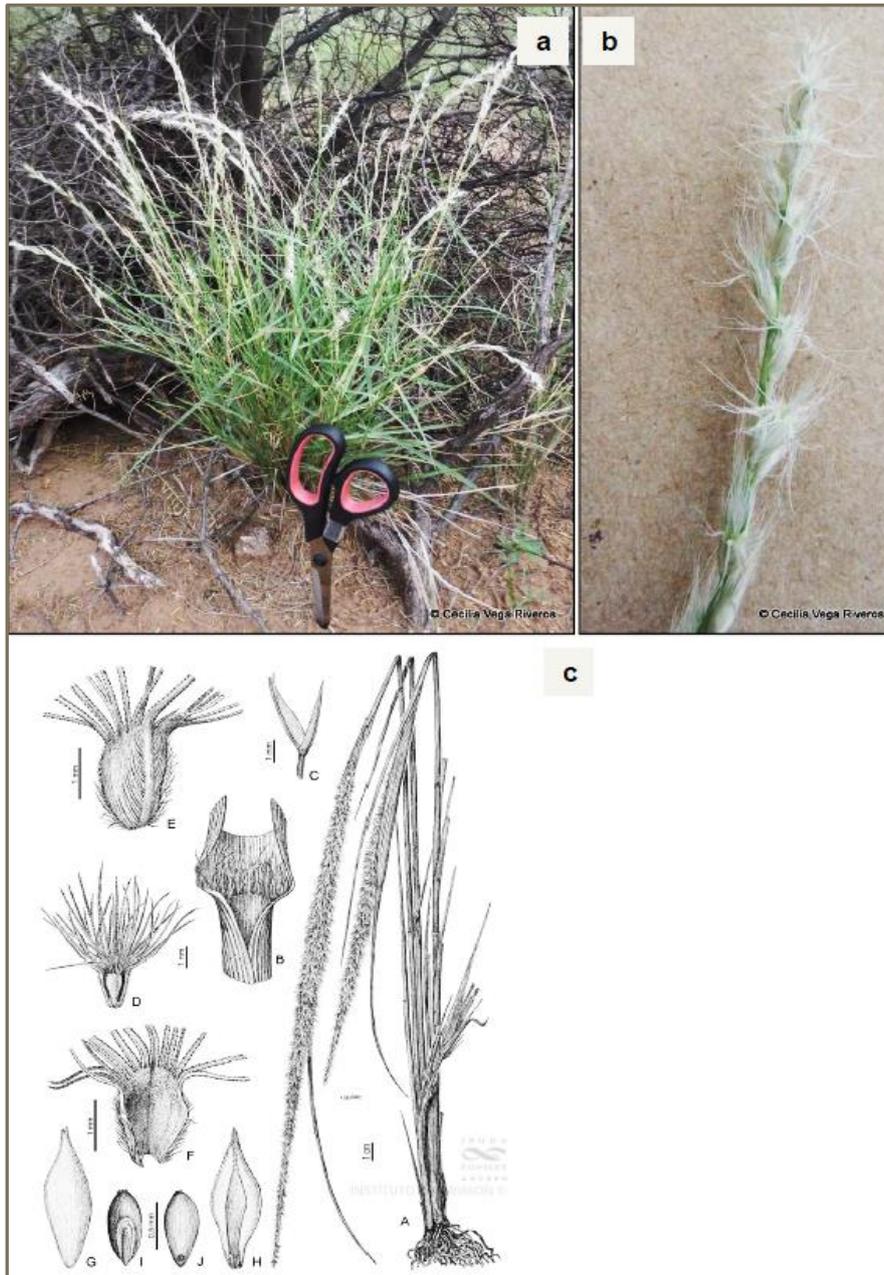


Figura. 1: a) Individuo de *Pappophorum caespitosum* (Lavalle). b) Detalle de la panoja. c) A-Planta. B-Lígula. C-Glumas. D-Antecios. E-Lemma. (Fotografías de Cecilia Vega Riveros; Ilustración del Instituto Darwinion).

Trichloris crinita (Figura 2) es una especie perenne, rizomatosa, suele formar matas densas y bajas. Rebrotó en octubre, crece y florece hasta las primeras heladas. Sus hojas se componen por vainas más cortas que los entrenudos, con pelos largos en los márgenes. Lígula pestañosa con pelos largos a los costados; láminas plegadas de 15 a 20 cm de largo; inflorescencias están formadas por 7 a 20 espigas de 6 a 10 cm de largo, en fascículos en el ápice de las cañas, rojizas al inicio de la floración y pajizas al madurar. Se trata de una especie muy valiosa como forrajera, es una de las gramíneas nativas más resistente al pastoreo. Los macollos aplanados son una característica que permite reconocerla en invierno. Crece en el Monte en suelos de textura fina, por su resistencia a las sales crece cerca de salitres, acompañada por *Sporobolus cryptandrus* y *Pappophorum caespitosum* (Roig, 1981).

Las variedades de *T. crinita* elegidas para esta tesis fueron: la variedad 10, la cual es poco productiva y es procedente de la localidad El Encón, provincia de San Juan, lugar cuyo suelo posee una salinidad de 7,8 dS/m (Greco & Cavagnaro 2002). La otra variedad es la 13, procedente de la localidad del Pichi Ciego, Santa Rosa, Mendoza, perteneciente a suelos con una baja salinidad (0,42 dS/m) y cuya productividad es alta (Greco & Cavagnaro 2002).

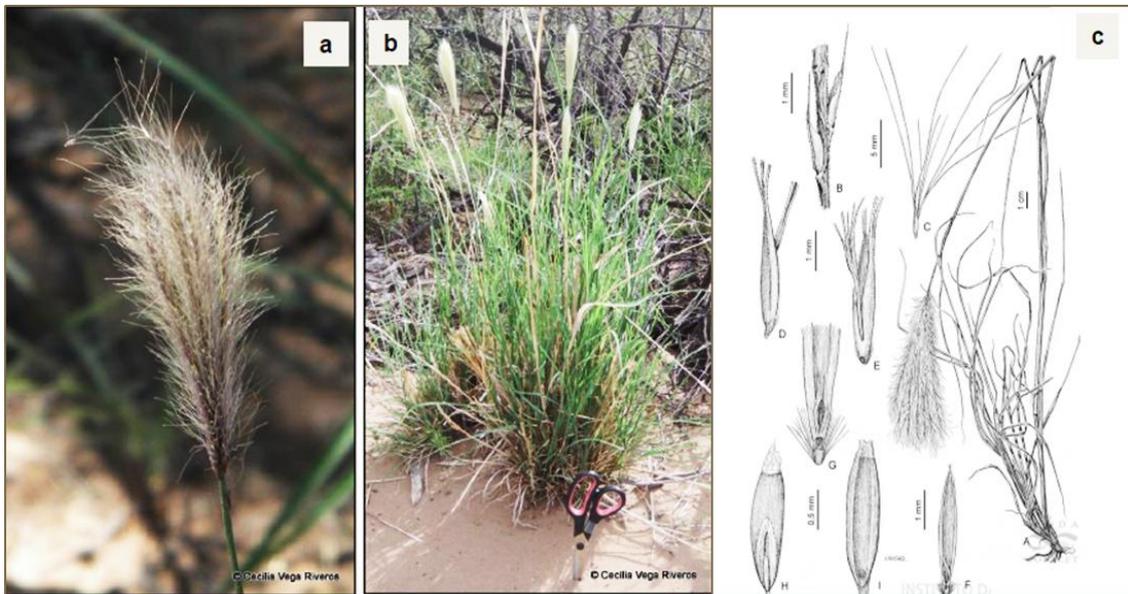


Figura 2: a) Detalle de la panoja. b) Individuo de *Trichloris crinita* (Lavalle). c) A-Planta. B- porción del raquis con glumas. C-antecios. D- antecios, vista lateral. E-antecios, vista ventral. F-pálea, vista ventral. G-callo y base de la pálea con las lodículas soldadas. H- cariopsis, vista escutelar. I- cariopsis, vista hilar. (Fotografías de Cecilia Vega Riveros; Ilustración del Instituto Darwinion).

Panicum urvilleanum (Figura 3) es una gramínea perenne, con largos rizomas; cañas fuertes pubescentes o glabras; láminas fuertes glaucas, acuminadas, totalmente cubierta por pelos aplicados y retrorsos en el envés o sub-glabras; vinas pilosas, con lígulas pestañosas; panícula muy abierta, erecta, piramidal; espiguillas caducas, bifloras; glumas desiguales plurinervadas, cóncavas, de base ancha, pilosas; flor hermafrodita, con lemma coriácea, con largos pelos marginales basalmente, bordes ténues, hialinos. En Mendoza es una especie sumamente común, fijando médanos y en el suelo removido de la banquina de los caminos en casi toda la provincia, es especie típica en los médanos, donde forma colonias. Es posible que pueda resultar tóxica en la época de fructificación, ya que es sumamente frecuente encontrar sus cariopses parasitados por una especie de carbón (Roig, 1981).

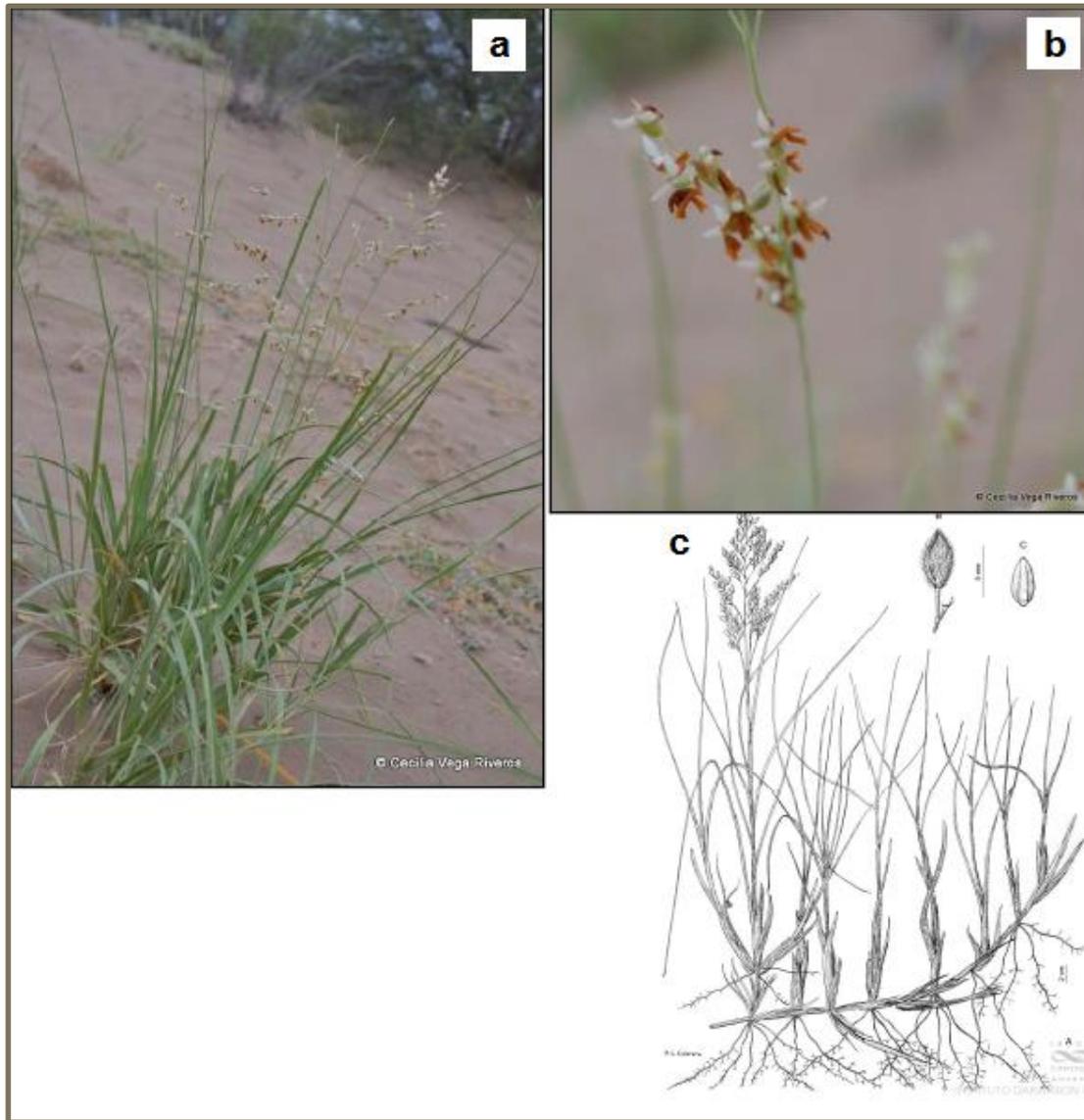


Figura 3: a) Individuo de *Panicum urvilleanum* (Lavalle). b) Detalle de la panoja. c) A-Planta. B- espiguilla, vista ventral. C- antecio superior, vista ventral. (Fotografías de Cecilia Vega Riveros; Ilustración del Instituto Darwinion).

Aristida mendocina (Figura 4) es una gramínea perenne, cespitosa; de cañas simples o ramificadas, rectas o geniculadas en los nudos basales, vainas estriadas, glabras o escabriúsculas, con cuello glabro o pubérulo; lígulas pestañosas; lóbulos de la vaina con pelos hialinos; láminas lineares, planas o convolutas, rectas o curvadas; panoja erecta, laxa, con ramificaciones ascendentes y arrimadas al raquis; glumas lanceoladas; aristas rectas, divergentes, membranácea, hialina, ápice agudo; 3 estambres; cariopsis castaña, fusiforme. En el noroeste argentino es una especie muy común, donde vive en suelos arenosos; ha sido coleccionada en banquinas, playas de ríos y lomadas áridas, entre 300-2500 m.s.m (Antenor, 2012).

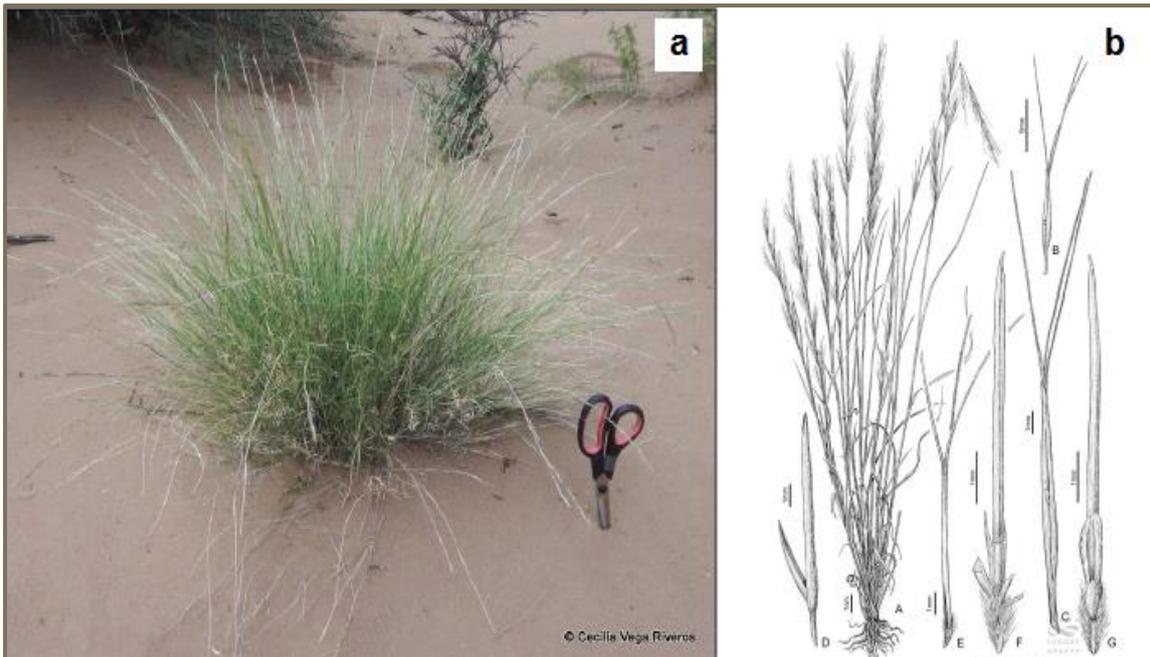


Figura 4: a) Individuo de *Aristida mendocina* (Lavalle). b) A- Planta. B- espiguilla. C- espiguilla con las aristas cortadas. D- glumas. E- antecio. F-fruto, vista ventral con la pálea, restos de la lemma, lodículas y callo. G- fruto vista dorsal con restos de la lemma, lodículas y callo. (Fotografías de Cecilia Vega Riveros; Ilustración del Instituto Darwinion).

2.2. DISEÑO DEL ENSAYO

El desarrollo del ensayo fue en condiciones semi-controladas en el campo experimental de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias, Luján de Cuyo, Mendoza.

Se trabajó con 3 tipos de suelo: a) minero, que es un material edáfico denominado Epidoto Clorita, con tamaños desde los 2 a los 5-10mm, lo cual lo define como “fracción pedregullo” (Moreno, 2015); b) arenoso procedente de los médanos de la Reserva Provincial Bosque Telteca y c) arcilloso extraído de la parcela de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias.

A macetas con suelo de textura arcillosa se les aplicó los tratamientos de riego con dos soluciones salinas de NaCl (debido a que los suelos salinos son de textura fina): salinidad baja (0,1 M) y salinidad alta (0,25 M), y un control regado con agua corriente cuyas propiedades fueron analizadas previamente (Tabla 1).

Tabla 1: Resumen de propiedades del agua corriente del ensayo.

Propiedad	Valor
Conductividad eléctrica $\mu\text{mhos/cm}$	1064
Calcio me/l	6,8
Magnesio me/l	1,6
Sodio me/l	2,1

Potasio me/l	0,12
Carbonatos me/l	0,00
Bicarbonatos me/l	2,5
Cloruros me/l	2,00
Sulfatos me/l	6,2
Dureza total mg/l de CO ₃ Ca	420
Dureza temporaria mg/l de CO ₃ Ca	125
Dureza permanente mg/l de CO ₃ Ca	295
Clasificación Riverside	C3-S1
Clasificación Wainstein	C3

Para todos los tratamientos la siembra fue llevada a cabo en macetas de 20 litros de capacidad puestas en condiciones de campo (a la intemperie). En cada maceta se sembraron 5 semillas de cada una de las especies/variedad, exceptuando a *Pappophorum caespitosum* las cuales fueron 10 semillas (esto último debido a ensayos previos donde se obtuvo una baja emergencia con esta especie). Para cada combinación especie/variedad – tratamiento se realizaron 10 repeticiones.

Las semillas de *Trichloris crinita* fueron obtenidas de la colección de *Trichloris* de IADIZA, CCT, provincia de Mendoza, en marzo del 2016. Las semillas de *Pappophorum caespitosum* y *Aristida mendocina* fueron cosechadas en la reserva de biósfera de Ñacuñán, departamento de Santa Rosa, provincia de Mendoza, en mayo de 2016. Las semillas de *Panicum urvilleanum* fueron obtenidas de la Reserva provincial Telteca (Altos limpios) departamento de Lavalle, provincia de Mendoza, en abril del 2014.

La fecha correspondiente a la siembra fue el 7 de diciembre de 2016. Luego de 15 días desde la siembra, se registró el número de plantas emergidas. Debido a que la emergencia fue baja en ciertos casos, y que en varias macetas no hubo emergencia, finalmente se trabajó con 5 repeticiones en las variedades de *T. crinita*, *A. mendocina* y *P. urvilleanum* y 7 en *P. caespitosum* en todos los tratamientos, con una planta por maceta. Las macetas se dispusieron en un diseño totalmente aleatorizado en una disposición de 6 columnas x 23 filas, con un borde compuesto de macetas, que encierra el perímetro del ensayo.

El riego para desencadenar la germinación fue de 50ml, (similar a 30mm de precipitación) y se regaron con esa cantidad de agua todos los días hasta los 21 días. A partir de este día los riegos fueron cada 2 días. Asimismo, tratamientos suelo arenoso, minero y arcilloso control siguieron siendo regados con agua y a los restantes suelos arcillosos se los empezó a regar con las correspondientes soluciones salinas. Para evitar el shock salino, ambos tratamientos de salinidad (0,1M y 0,25M) se regaron con solución de 0,1M NaCl durante una semana y a la semana siguiente las macetas

pertenecientes al tratamiento de riego con solución de 0,25M NaCl se las regó con la correspondiente solución.

La evolución del contenido hídrico de los suelos en el tiempo se midió realizando, antes de cada riego, sucesivos pesajes de macetas elegidas de forma aleatoria, abarcando todos los tratamientos. La frecuencia de pesajes fue de dos veces cada semana desde diciembre hasta enero, luego se procedió a pesar una vez por semana hasta marzo. En base a los pesos obtenidos se estimó la evapotranspiración desde el último riego, logrando saber con cuánto volumen de agua (centímetros cúbicos) regar. El volumen de los riegos (luego de los 15 días desde la emergencia) fue hasta alcanzar el 50% de la capacidad de campo de los suelos. Al ser un ensayo a la intemperie se tuvo en cuenta el régimen de lluvias a lo largo del tiempo en el cual transcurre el ensayo (anexo I).

Para lograr regar de la manera anteriormente expuesta, es necesario conocer previamente la capacidad de campo de los suelos. Para esto, se procedió a llenar las macetas con los suelos correspondientes y se los regó hasta saturación. Se tapó las macetas para que no evapore y se dejó percolar el agua durante 48hs. Luego de ese tiempo se extrajeron muestras del suelo, se pesó y llevó a estufa a 100°C hasta peso constante. La diferencia en pesos es la capacidad de campo. Se hicieron 4 repeticiones de cada textura de suelo. Los resultados de capacidad de campo fueron: 16% para suelo el arenoso (16 gr de agua por 100 gr de suelo), 33% para el arcilloso y 15 % para el minero.

Se fertilizó el tratamiento minero en la fecha 14 de marzo de 2017 (47 días antes de la finalización del ensayo) con una cantidad de 0,5 g /maceta de fertilizante 15N; 15P; 15K. Agronómicamente la cantidad recomendada de este tipo de fertilizante es de 200-220 Kg/ha, por lo que 0,5 g es el equivalente de esa cantidad para la superficie de la maceta (227 cm²). Esto fue debido a que se evidenció que las plantas tenían déficit de nutrientes, contaban con pocas hojas muy bajo crecimiento. La consecuencia de esto fue una mayor vida útil de las hojas.

Cada 15 días se midió: la altura de las plantas (hasta la hoja bandera), el diámetro de la corona, número de macollos vegetativos y número de espigas. En mayo del 2017 se dio por finalizado el ensayo, cuando se cosecharon las plantas. Se cosechó la parte aérea de cada planta del ensayo, y se pusieron a secar en una estufa a 60 °C hasta peso constante, para estimar la biomasa aérea total, biomasa de hojas verdes y amarillas. De estas mediciones se obtuvieron 2 índices que se relacionan con la producción. El primero de ellos sobre la relación entre el peso de las hojas verdes y el peso total de las hojas (hoja v/hoja t), se basa en que las plantas con un mayor crecimiento muestran una menor vida útil de la hoja (Berone, 2016), por esto esta relación será menor en plantas con rápido crecimiento. El segundo índice muestra la relación entre el peso total de las hojas y el peso aéreo total de la planta (hoja t/total), cuanto más productiva una planta, más foto-asimilados destina a la producción de hojas.

En los resultados se muestra la trayectoria de todas las variables medidas durante todo el ensayo, sin embargo, solo se analizó estadísticamente los datos obtenidos el último

día del muestreo (para emergencia 21 días luego de siembra y para altura, diámetro, número de macollos y número de espigas 98 días desde la emergencia).

El análisis estadístico se realizó comparando para cada especie-variedad, cada una de las variables en los distintos tratamientos, exceptuando a *A. mendocina*, cuya mortandad fue alta. Para ello se utilizó el Análisis de la Varianza (ANOVA) y cuando las diferencias fueron significativas se utilizó el test de Tukey. Aquellas variables que no cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad fueron analizadas utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y cuando las diferencias fueron significativas se compararon los tratamientos utilizando el test tipo Tukey para las variables no paramétricas.

3. RESULTADOS

El suelo arcilloso fue denominado de esta manera, pese a que el método de textura por volumen de sedimentación lo clasificó como franco-limoso. Las propiedades de los suelos al inicio y a la finalización del ensayo fueron muy similares, con excepción de la salinidad de los tratamientos arcillosos 0,1M Y 0,25M (debido al riego con salinidad que al finalizar el ensayo modificó dichos valores). La salinidad de los ensayos fue seguida de manera tal que se pudiera tener control sobre ésta. Al finalizar el ensayo, la salinidad de los tratamientos fue: arenoso = 0,59 dS/m; arcilloso = 1,82 dS/m; arcilloso con riego 0,1 M = 3,02 dS/m; arcilloso con riego 0,25 M = 3,05 dS/m; minero = 3,45 dS/m (Tabla 2).

Tabla 2: Resumen de propiedades de los suelos al finalizar el ensayo.

Determinaciones	Arenoso	Arcilloso	Arcilloso 0,1M	Arcilloso 0,25M	Minero
Textura por Volumen de Sedimentación	Arenoso	Franco Limoso	Franco Limoso	Franco Limoso	Franco Arenoso
pH de la pasta	7,91	7,87	7,88	7,43	7,41
Conductividad Eléctrica solución de suelo dS/m	0,59	1,82	3,02	3,05	3,45
Volumen de sedimentación cm³/g	70D	112D	112D	108D	84D
Sales totales me/l	6,5	19,6	32,5	32,1	36,2
Calcio me/l	5,8	16,5	11	5,5	25
Magnesio me/l	0,2	1,5	5	3,5	4
Sodio me/l	0,6	1,6	16,5	23	7

Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	0,35	0,53	5,83	10,84	1,84
Carbonatos me/l	0	0	0	0	0
Bicarbonatos me/l	1	2,5	3,5	3,5	4
Cloruros me/l	2,5	5,5	6,5	7,5	9,5
Sulfatos me/l	3	11,5	22,5	21,5	23

3.1. *Aristida mendocina*

La mayoría de las plantas de *A. mendocina* murieron en los tratamientos de salinidad alta (o salino 0,25M) y minero.

A los 21 días desde la siembra, la emergencia de *A. mendocina*, alcanzó un 18% ($\pm 0,1$) en suelo de textura arenosa, 15% ($\pm 0,07$) en suelo minero y 14% ($\pm 0,03$) en suelo de textura arcillosa (Figura 7).

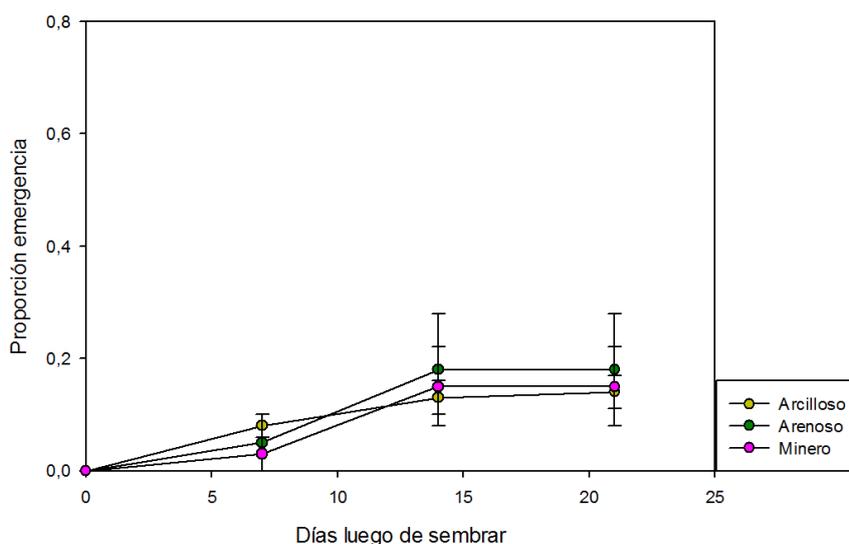


Figura 7: Proporción de emergencia y error estándar de *Aristida mendocina* en los distintos tratamientos en los días transcurridos desde la siembra hasta los 21 días.

La altura promedio al finalizar el ensayo fue de 31,17cm ($\pm 3,76$) para el suelo de textura arenosa, siendo el tratamiento en el que se alcanzó el valor más alto (Figura 8). En el suelo de textura arcillosa, las plantas de *A. mendocina* alcanzaron una altura promedio de 22cm ($\pm 1,76$) y 20cm ($\pm 1,76$) en el tratamiento salinidad 0,1M.

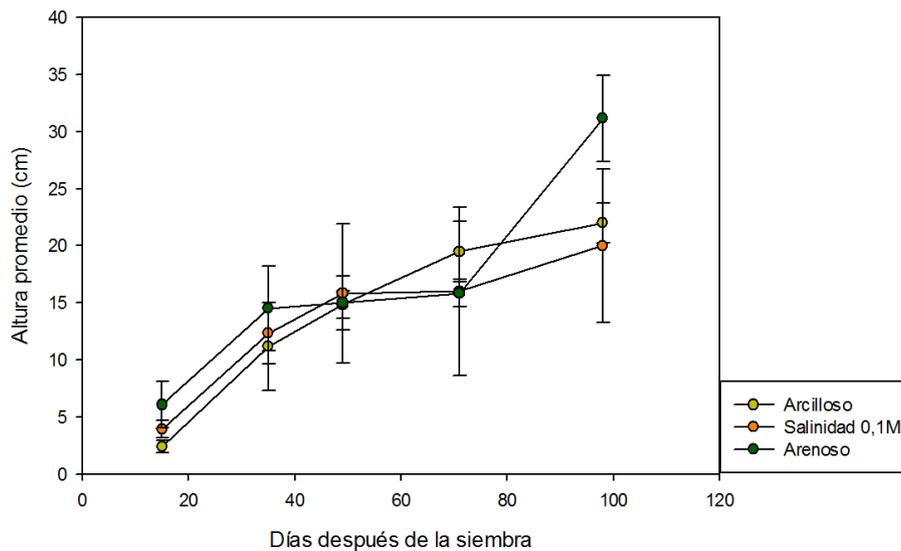


Figura 8: Altura promedio y error estándar de las plantas de *Arístida mendocina* en los distintos tratamientos durante los días que duró el ensayo

El diámetro promedio de corona fue de 7cm ($\pm 1,86$) para las plantas que crecieron en suelos de textura arcillosa, siendo el tratamiento en el que alcanzó el valor más alto (Figura 9). En el suelo de textura arenosa, las plantas alcanzaron un diámetro de 6,4cm ($\pm 1,76$) y 4,8cm ($\pm 0,44$) en tratamiento salinidad 0,1M.

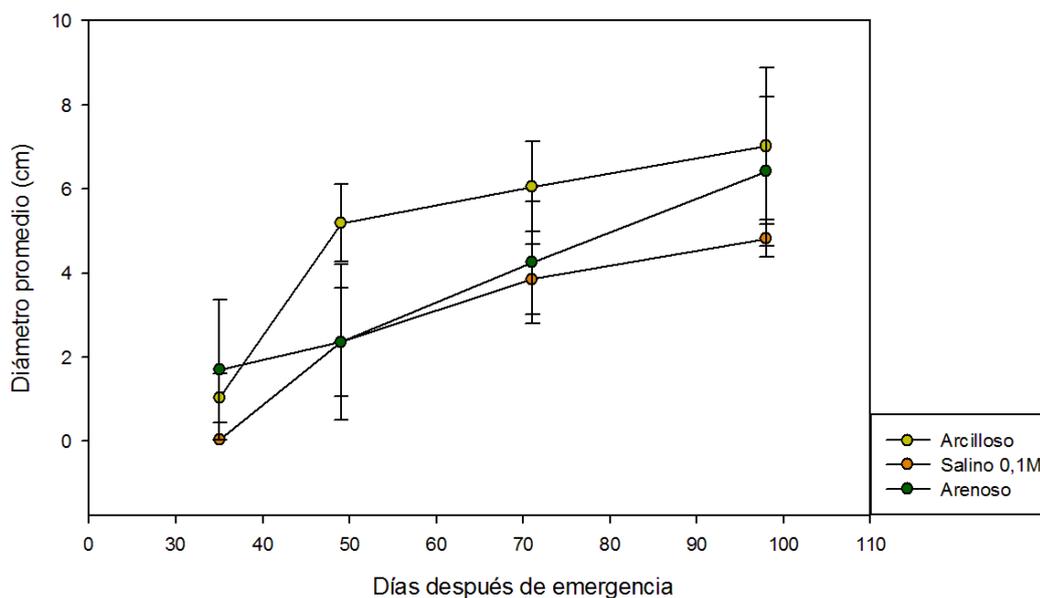


Figura 9: Diámetro promedio de corona y error estándar de las plantas de *Arístida mendocina* en los distintos tratamientos según los días transcurridos desde la siembra.

En la Figura 10 se muestra el número de macollos promedio de las plantas de *A. mendocina* en los distintos tratamientos. El número de macollos promedio para el tratamiento arenoso fue de 13 macollos ($\pm 3,8$), para el tratamiento arcillosa fue de 12 ($\pm 1,33$). El tratamiento salinidad 0,1M presentó 7 macollos en promedio ($\pm 1,76$).

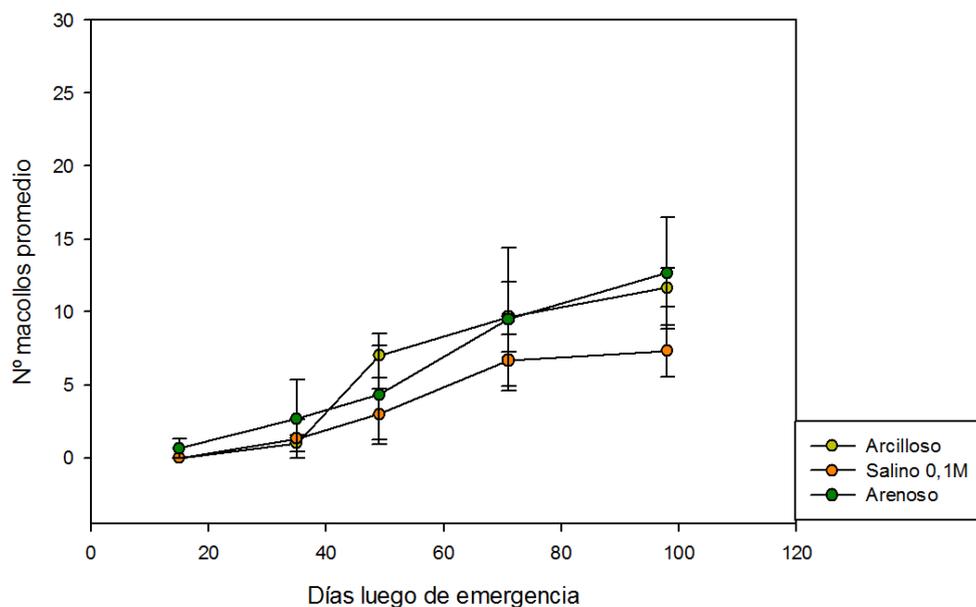


Figura 10: Número de macollos promedio y error estándar de plantas de *Aristida mendocina* en los distintos tratamientos durante el ensayo.

El número de espigas promedio al finalizar el ensayo fue de 7 ($\pm 4,04$) para el suelo arenoso. En el suelo de textura arcillosa se produjeron en promedio 10 espigas ($\pm 3,06$) y de 5 espigas ($\pm 2,0$) para el tratamiento salinidad 0,1M.

Para *A. mendocina* no se realiza un análisis sobre la masa aérea debido a que la supervivencia fue baja, lo que conlleva un bajo número de repeticiones, por ello no es adecuado hacer este análisis. Al finalizar el ensayo la biomasa aérea promedio fue de 1,6g ($\pm 0,48$) para el suelo arenoso. En el suelo de textura arcillosa se produjeron en promedio 3,14g ($\pm 0,08$) y 1,25g ($\pm 0,57$) para el tratamiento salinidad 0,1M.

3.2. *Panicum urvilleanum*

Las variables altura, número de macollos y biomasa presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, al igual que los índices biomasa de hojas verdes/ biomasa de hojas y biomasa de hojas/biomasa total. Las restantes variables no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Tabla 2: Resultados de las pruebas de inferencia estadística para cada una de las variables analizadas de *Panicum urvilleanum*. Se muestra el resultado de las pruebas análisis de la varianza (ANOVA; cuyo estadígrafo es Fisher; F), la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (H), grados de libertad y p-valor.

Variabes	ANOVA (F)	Kruskal-Wallis (H)	Grados de libertad	p-valor
Emergencia	1,39	-	2	0,2610
Altura	-	12,28	4	0,0144
Diámetro	-	7,71	4	0,1017

Nº macollos	-	9,41	4	0,0476
Biomasa	-	13,06	4	0,0110
Hoja verde/Hoja Total	-	11,54	4	0,0209
Hoja Total/biomasa Total	-	11,96	4	0,0172

Alcanzados los 21 días desde la siembra, la menor emergencia que presentó *P. urvilleanum* corresponde al tratamiento minero con un 8% ($\pm 0,04$), siendo el menor valor alcanzado entre todos los tratamientos (Figura 11). En suelo de textura arenosa alcanza un 21% ($\pm 0,03$) y en suelo de textura arcillosa, un 24% ($\pm 0,06$) de germinación.

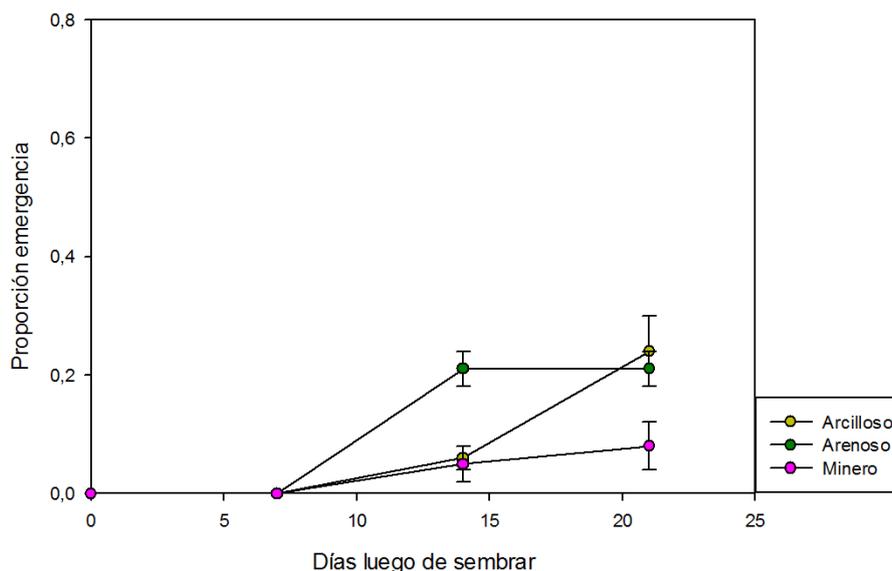


Figura 11: Proporción de emergencia y error estándar de *Panicum urvilleanum* en los distintos tratamientos durante los días transcurridos desde la siembra hasta los 21 días.

P. urvilleanum alcanza su mayor altura en suelo de textura arenosa ($37,6\text{cm} \pm 2,98$; Figura 12) y las menores alturas en los tratamientos suelo minero ($22,13\text{cm} \pm 4,7$), suelo de arcilloso ($26,6\text{cm} \pm 2,73$) y tratamiento salino 0,1M ($25,3\text{cm} \pm 2,80$). Las plantas en el tratamiento salino 0,25M presentaron una altura de $28,3\text{cm} (\pm 2,50)$.

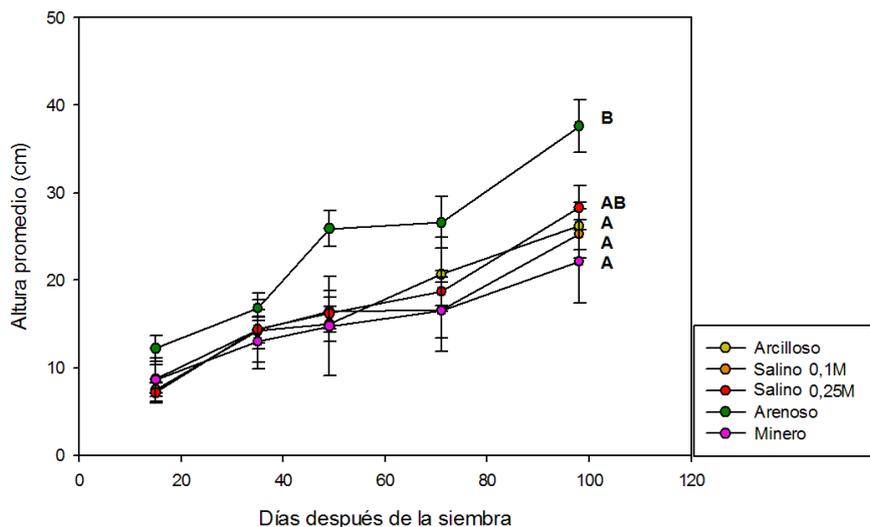


Figura 12: Altura promedio y error estándar de *Panicum urvilleanum* en los distintos tratamientos desde siembra hasta el final del ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$)

Si bien no hubo diferencias estadísticas significativas entre los diámetros de corona de *P. urvilleanum* entre los tratamientos (Figura 13), las plantas que crecieron en el suelo de textura arenosa presentaron el mayor valor de diámetro promedio ($9,04\text{cm} \pm 1,05$) y en el tratamiento salino 0,1M ($8,96\text{cm} \pm 1,37$). En el suelo de textura arcillosa, las plantas alcanzaron un diámetro de $7,5\text{cm} (\pm 1,56)$, y $4,58\text{cm} (\pm 1,60)$ en el tratamiento salino 0,25M. Finalmente las plantas que crecieron en el suelo minero presentaron el menor diámetro ($3,35\text{cm} \pm 2,05$).

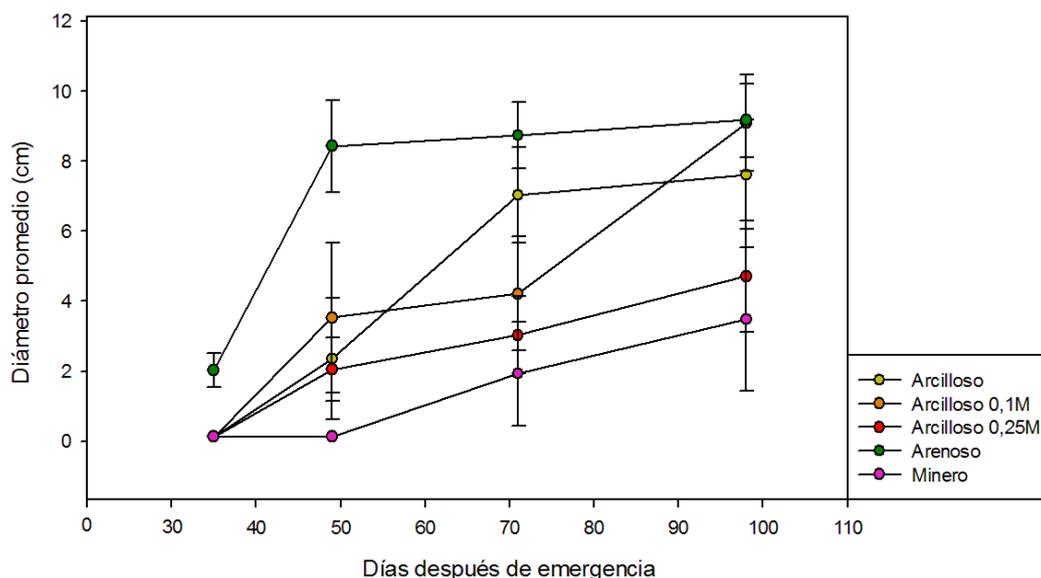


Figura 13: Diámetro promedio y error estándar de *Panicum urvilleanum* en los distintos tratamientos durante el ensayo.

Al igual que en las variables anteriores, las plantas *P. urvilleanum* que crecieron en el tratamiento suelo arenoso presentaron el mayor número de macollos (en promedio de $7 \pm 1,71$) y las que crecieron en suelo minero las que presentaron menos macollos ($1 \text{ macollo} \pm 0,96$; Figura 14). En textura arcillosa, produjeron en promedio $5 (\pm 0,92)$, en

el tratamiento salino 0,1M produjeron en promedio 5 macollos ($\pm 0,8$) y 3 macollos ($\pm 0,92$) en el tratamiento salino 0,25M.

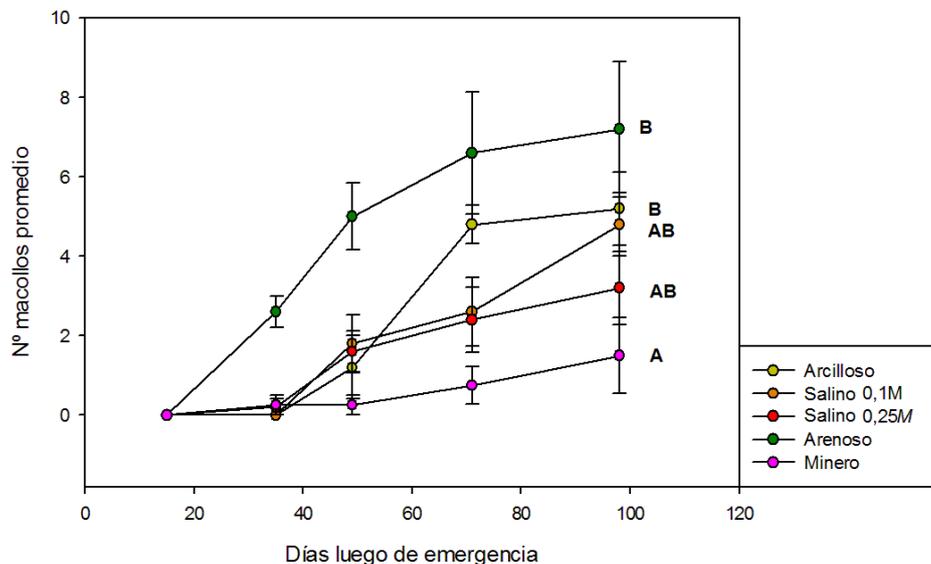


Figura 14: Número de macollos promedio y error estándar de *Panicum urvilleanum* en los distintos tratamientos durante el periodo que duro el ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$)

Pasados los 98 días desde la emergencia de las plántulas, únicamente las que crecieron en suelo de textura arenosa lograron generar espigas, produciendo en promedio 1 espiga ($\pm 0,4$).

En el caso de la biomasa, las plantas de *P. urvilleanum* que crecieron en suelo arenoso ($2,28g \pm 0,23$), arcilloso ($2,04g \pm 0,44$) y salinidad 0,1M ($2,38g \pm 0,51$) presentaron los mayores pesos secos en promedio. En suelo minero esta especie presentó la menor biomasa ($0,53g \pm 0,16$) (Figura 15).

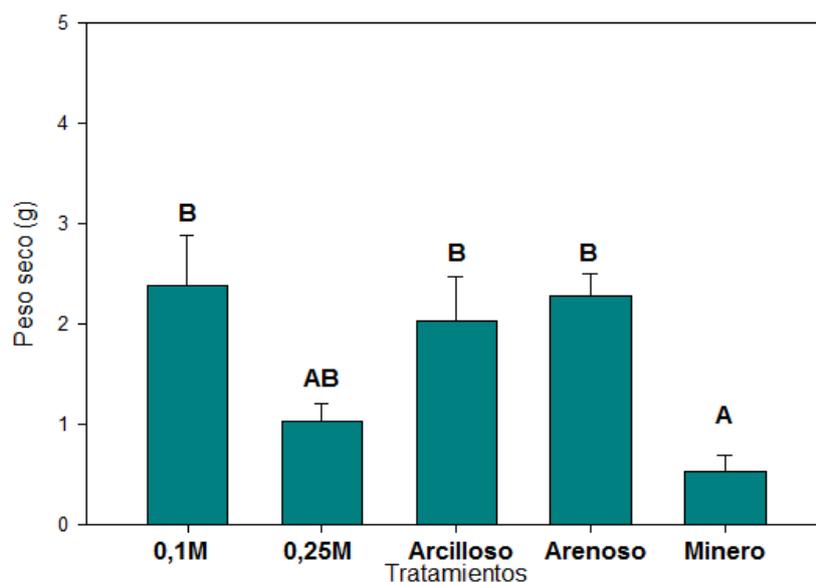


Figura 15: Biomasa aérea promedio (Peso seco) y error estándar de *Panicum urvilleanum* en los distintos tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$)

Si analizamos como fue la partición de la biomasa de *P. urvilleanum* en los distintos órganos (Figura 16), el índice hoja verde/hoja total fue de 0,35 ($\pm 0,04$) para las plantas que crecieron en suelo arenoso. En los tratamientos salinos 0,1M y 0,25M el índice fue de 0,62 ($\pm 0,09$) y 0,68 ($\pm 0,04$) respectivamente. Los mayores índices los presentaron los tratamientos de textura minera y arcillosa con valores de 0,83 ($\pm 0,12$) y 0,77 ($\pm 0,05$) respectivamente.

La relación hoja total/biomasa total indica que las plantas que crecieron en el suelo minero y arcilloso destinaron más biomasa a hojas ($0,94 \pm 0,03$ y $0,87 \pm 0,05$ respectivamente) y que las que crecieron en tratamiento salino 0,1M fueron las que menos destinaron a hojas ($0,75 \pm 0,02$). Los tratamientos suelo arenoso y salino 0,25M presentaron índices similares $0,77 (\pm 0,05)$ y $0,8 (\pm 0,03)$ respectivamente.

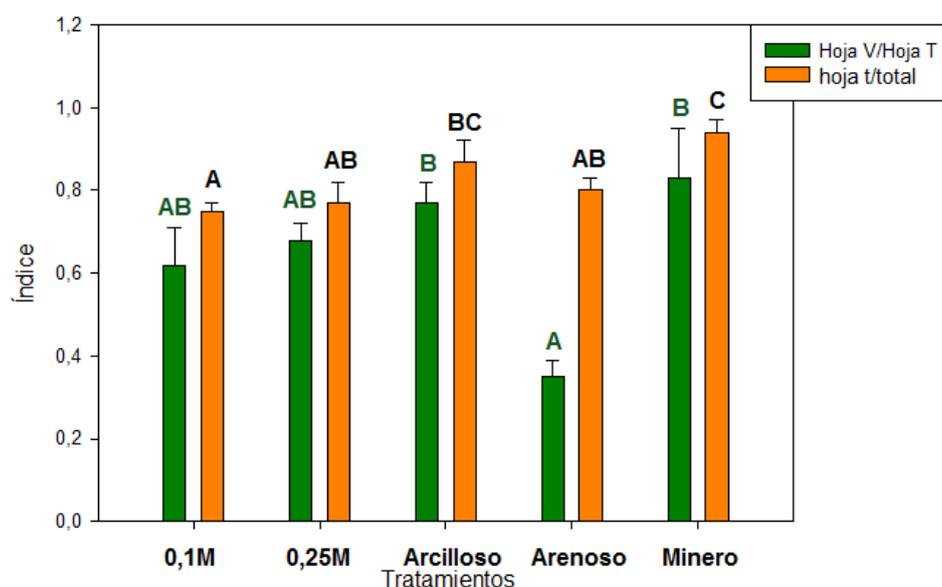


Figura 16: Índice Hoja Verde/ Hoja Total (barras verdes) e índice hoja total/ total (barras anaranjadas) y error estándar de *Panicum urvilleanum* en los distintos tratamientos Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

3.3. *Pappophorum caespitosum*

Con excepción del índice hojas verdes/hojas totales, todas las variables analizadas presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3: Resumen de las pruebas de inferencia estadística para cada una de las variables analizadas de *P. caespitosum*. Se muestra el resultado de las pruebas análisis de la varianza (ANOVA; cuyo estadígrafo es Fisher; F), la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (H), grados de libertad y p-valor.

Variables	Fisher (F)	Kruskal-Wallis (H)	Grados de libertad	p-valor
Emergencia	-	8,31	2	0,0151
Altura	-	12,33	4	0,0148
Diámetro	-	20,45	4	0,0004

Nº macollos	25,61	-	4	0,0001
Biomasa	-	18,00	4	0,0012
Hoja verde/Hoja Total	-	8,87	4	0,0641
Hoja Total/biomasa Total	-	11,27	4	0,0227

Alcanzados los 21 días desde la siembra (Figura 17), la emergencia que presentó *P. caespitosum* en tratamiento de textura arenosa fue del 58% ($\pm 0,11$), siendo el mayor valor alcanzado entre todos los tratamientos. En suelo minero la germinación fue del 48% ($\pm 0,07$) y en el suelo de textura arcillosa fue del 31% ($\pm 0,04$).

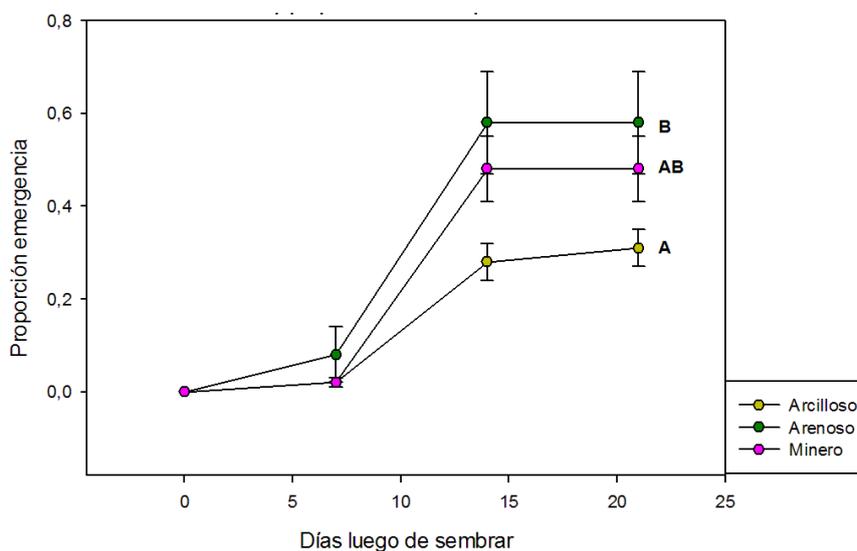


Figura 17: Proporción de emergencia y error estándar de *Pappophorum caespitosum* en los distintos tratamientos en el periodo transcurridos desde la siembra hasta los 21 días.

Al finalizar el ensayo la altura promedio de las plantas de *P. caespitosum* que crecieron en suelo minero fueron las que alcanzaron menor altura 13,21cm ($\pm 1,7$) en comparación con el resto de los tratamientos (Figura 18). Las plantas que crecieron en el tratamiento suelos de textura arenosa alcanzaron una altura promedio de 23,93 cm ($\pm 2,25$), las de textura arcillosa, alcanzaron una altura de 21,36cm ($\pm 2,08$), 22,8cm ($\pm 2,78$) en tratamiento salino 0,1M, y 23,21cm ($\pm 2,18$) en el tratamiento salino 0,25M.

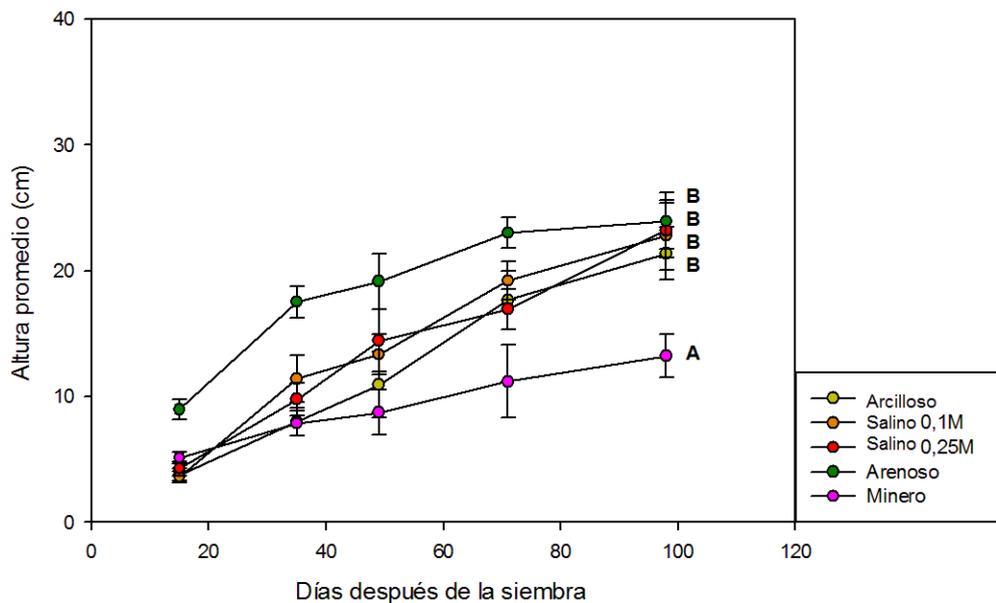


Figura 18: Altura promedio y error estándar de *Pappophorum caespitosum* en los distintos tratamientos durante el ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

En cuanto al diámetro de corona (Figura 19), nuevamente las plantas de *P. caespitosum* que crecieron en el suelo minero presentaron los menores valores de diámetro de corona ($1,1\text{cm} \pm 0,61$), seguidas por las plantas del tratamiento salino 0,25M ($5,01\text{cm} \pm 0,42$), El tratamiento arenoso presentó el mayor diámetro de corona, alcanzando un diámetro promedio de $9,5\text{cm} (\pm 1,11)$. En textura arcillosa, alcanzaron un diámetro de $6,23\text{cm} (\pm 0,9)$ y $7,34\text{cm} (\pm 0,57)$ en tratamiento salino 0,1M.

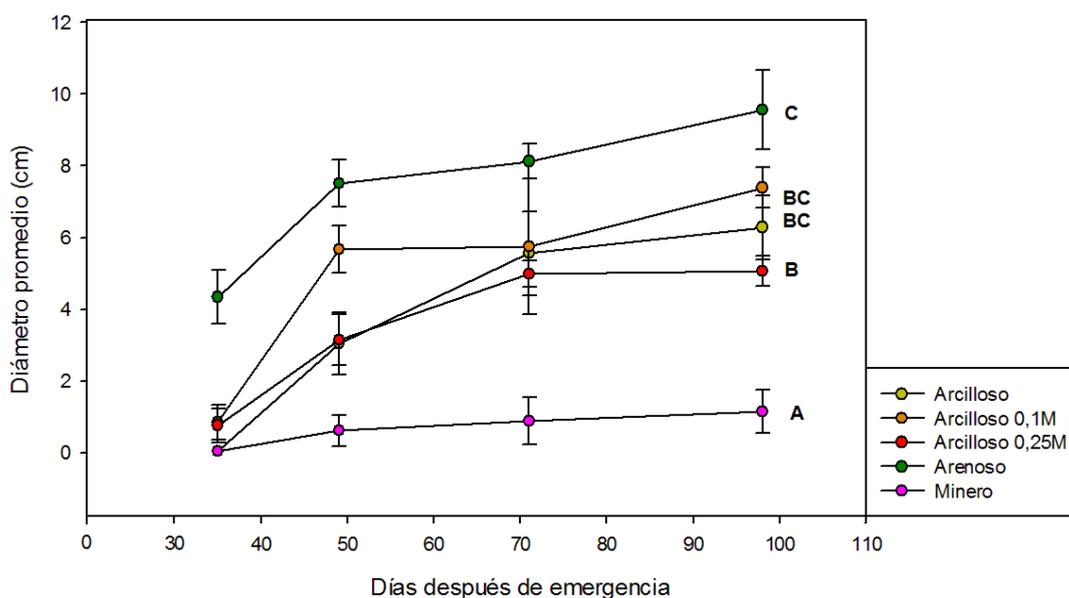


Figura 19: Diámetro promedio y error estándar de *Pappophorum caespitosum* en los distintos tratamientos durante los días que duró el ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

El número de macollos presentó una tendencia similar al diámetro de corona (Figura 20). En el tratamiento de textura arenosa el número de macollos promedios fue $19 (\pm 0,71)$, siendo el tratamiento que presentó mayor número de macollos. El tratamiento

minero, presentó el menor número de macollos ($1 \text{ macollo} \pm 0,84$). Los tratamientos riegos salinos y el de textura arcillosa presentaron valores similares entre sí y con valores intermedios a los tratamientos de textura arenosa y minero (Figura 19).

Solo las plantas de *P. caespitosum* que crecieron en los tratamientos textura arenosa, arcillosa y salino 0,1M produjeron espigas, siendo los valores promedios de 7 espigas ($\pm 1,57$) para el tratamiento de textura arenosa, 1 espiga ($\pm 0,26$) para el suelo de textura arcillosa y 2 espigas ($\pm 0,86$) para textura arcillosa con riego salino 0,1M.

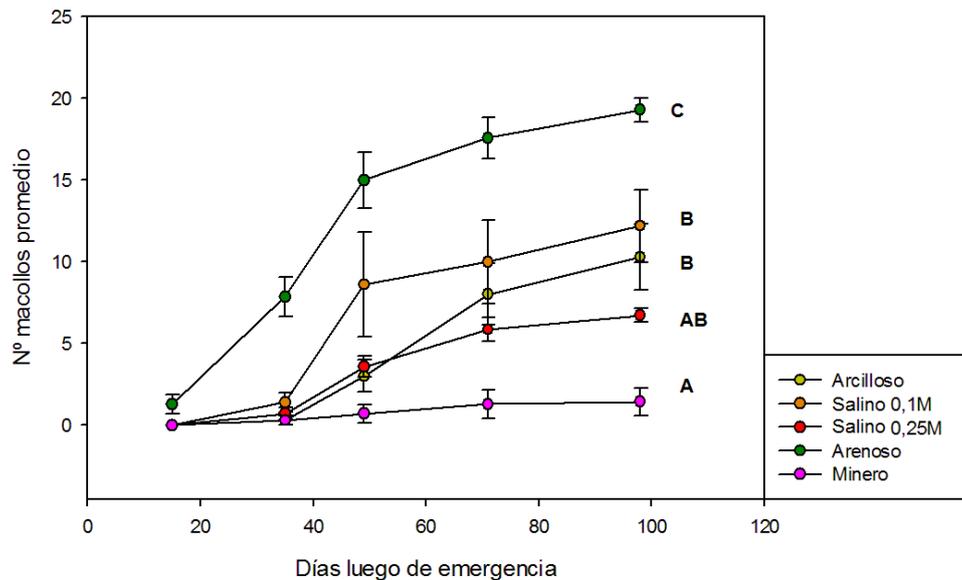


Figura 20: Número de macollos promedio y error estándar de *Pappophorum caespitosum* según los días transcurridos desde la siembra. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$)

El patrón mostrado en las variables, diámetro de corona y número de macollos se ve reflejado en la biomasa final de las plantas (Figura 21), siendo, las plantas de *P. caespitosum* que crecieron en suelos arenoso las presentaron mayor biomasa ($2,57g \pm 0,16$), seguido de los tratamientos arcilloso ($1,7g \pm 0,42$) y salino 0,1M ($1,65g \pm 0,63$). Nuevamente el tratamiento salino 0,25M ($0,85g \pm 0,18$) y el minero ($0,17g \pm 0,06$) presentaron las menores biomásas.

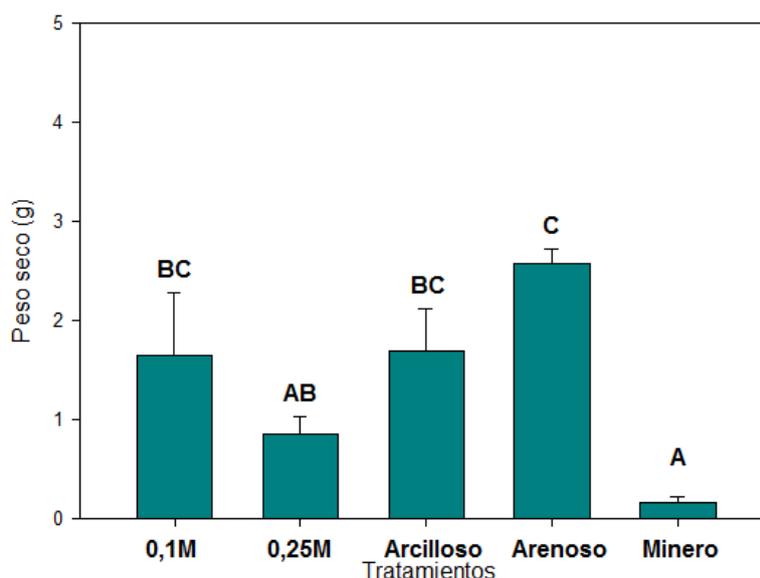


Figura 21: Biomasa aérea promedio y error estándar de *Pappophorum caespitosum* en los distintos tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

Al analizar el destino de los foto-asimilados, la relación hojas verdes/ hojas totales fue levemente mayor en el suelo minero, sin embargo, no hubo diferencias estadísticas en los tratamientos. (Figura 22). Para índice biomasa de hojas/ biomasa total, el suelo minero presentó mayor índice ($0,96 \pm 0,02$) que el resto de los tratamientos.

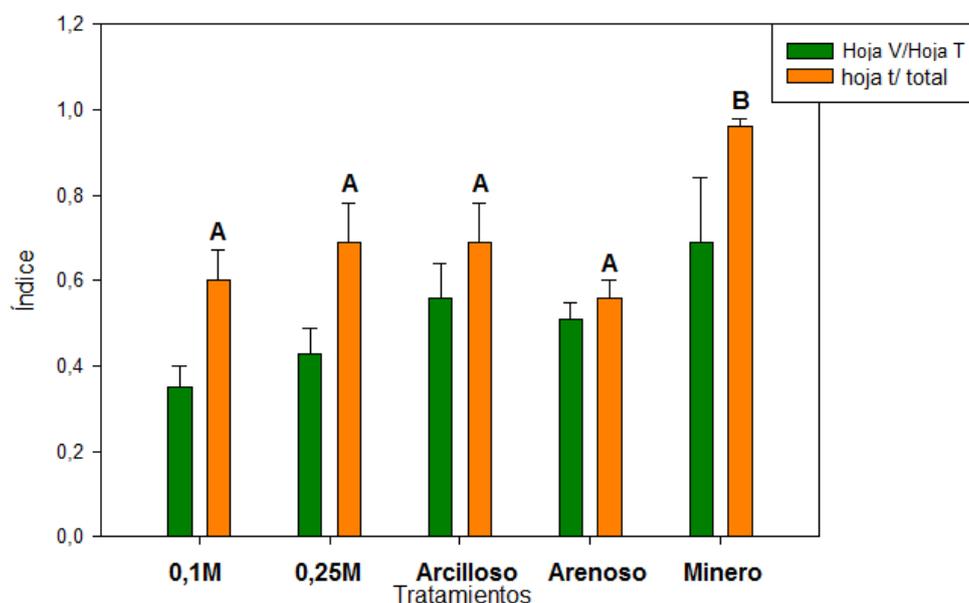


Figura 22: Índice biomasa de hoja verde/ biomasa total de hojas (barras verdes) e índice biomasa total de hojas / biomasa total de la planta (barras anaranjadas) y error estándar de *P. caespitosum* en los distintos tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

3.4 *Trichloris crinita* Variedad 10

Todas las variables e índices analizados en *T. crinita* variedad 10 presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4: Resumen de las pruebas de inferencia estadística para cada una de las variables analizadas *T. crinita* variedad 10. Se muestra el resultado de las pruebas, lo cual permite distinguir en qué caso se usa el Análisis de la varianza (ANOVA; cuyo estadígrafo es Fisher; F), y en qué casos fue necesario recurrir a la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (H), grados de libertad y p-valor.

VARIABLES	Fisher (F)	Kruskal-Wallis (H)	Grados de libertad	p-valor
Emergencia	-	8,73	2	0,0018
Altura	-	12,97	4	0,0111
Diámetro	-	18,93	4	0,0008
Nº macollos	38,19	-	4	0,0001
Biomasa	-	16,23	4	0,0027
Hoja verde/Hoja Total	-	12,83	4	0,0121
Hoja Total/biomasa Total	9,55	-	4	0,0002

Alcanzados los 21 días desde la siembra, el porcentaje final de emergencia que presentó *T. crinita* var.10 (Figura 23) fue mayor en el tratamiento de textura arenosa, con un 83% ($\pm 0,08$) que, en suelos de textura arcillosa, con un 38% ($\pm 0,06$). Por último, el suelo minero presentó valores intermedios (55% $\pm 0,11$).

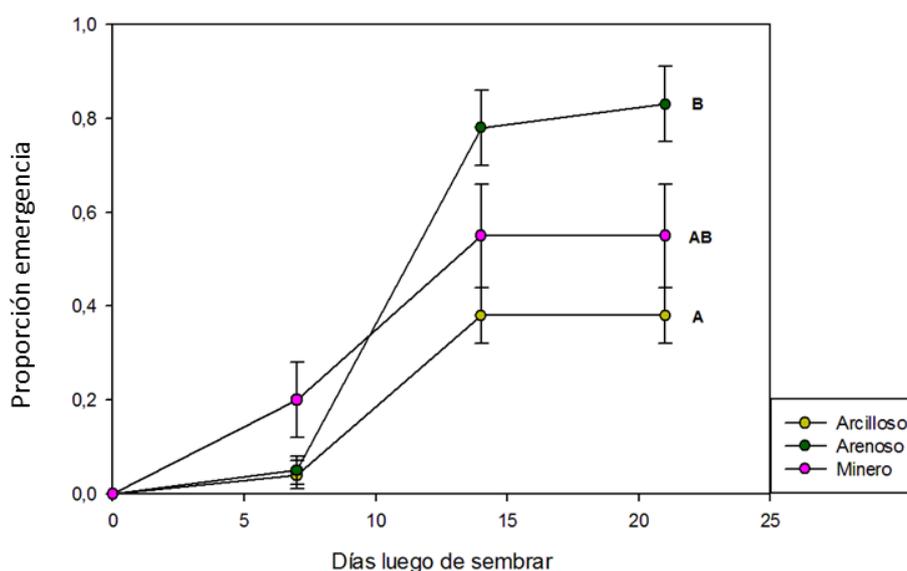


Figura 23: Proporción de emergencia y error estándar de *T. crinita* var.10 en los distintos tratamientos de textura de suelo, desde siembra hasta los 21 días de emergencia. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

Las plantas de *T. crinita* var.10 que crecieron en los suelos de textura arenosa y arcillosa alcanzaron la mayor altura, (23 cm \pm 4,82 y 20,3cm \pm 1,39 respectivamente). Por el contrario, las que crecieron en el suelo minero fueron las de menor altura (Figura 24), con un promedio de 11,7cm (\pm 1,2). Los tratamientos salinos 0,1M y 0,25M presentaron valores menores que el suelo arcilloso, pero mayores que el minero (16,3cm \pm 1,16 y 14,7cm \pm 1,83 respectivamente).

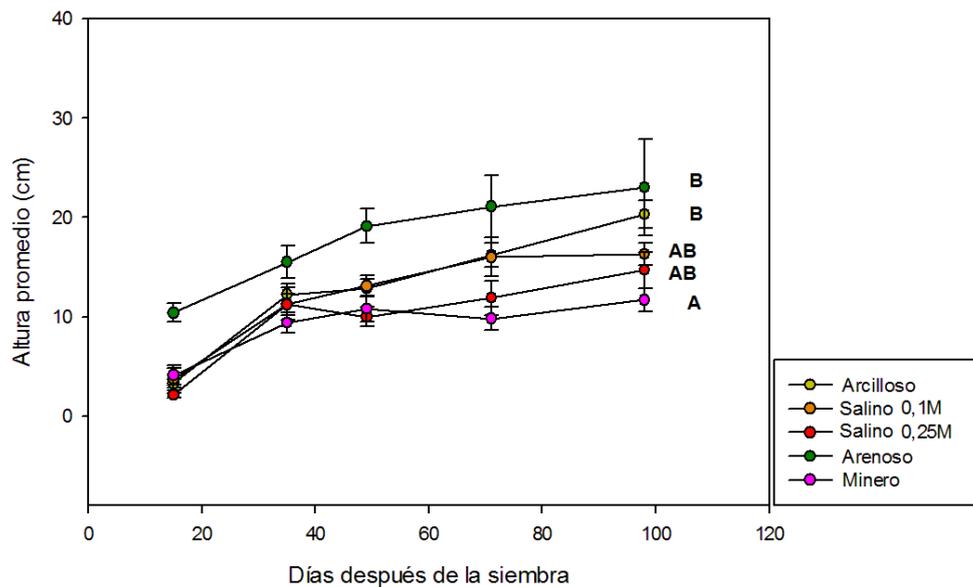


Figura 24: Altura promedio y error estándar de *Trichloris crinita* var.10 en los distintos tratamientos a lo largo de los días transcurridos desde la siembra hasta la finalización del ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

Una tendencia similar a la altura presentaron los diámetros de corona (Figura 25). Nuevamente las plantas de *T. crinita* var.10 que crecieron en el suelo de textura arenosa presentaron el mayor diámetro de corona (10,5cm \pm 0,92) y las que crecieron en el suelo minero el diámetro más pequeño (3,3cm \pm 0,3). El diámetro de las plantas en el suelo de textura arcillosa y en el tratamiento con riego salino 0,1M presentaron valores similares (7,9cm \pm 0,52, para el suelo arcilloso y 8,14cm \pm 0,69 para el salino 0,1M), por su parte las plantas del tratamiento salino 0,25 fueron más pequeñas (6,48cm (\pm 0,29) que las de en textura arcillosa y tratamiento salino 0,1M.

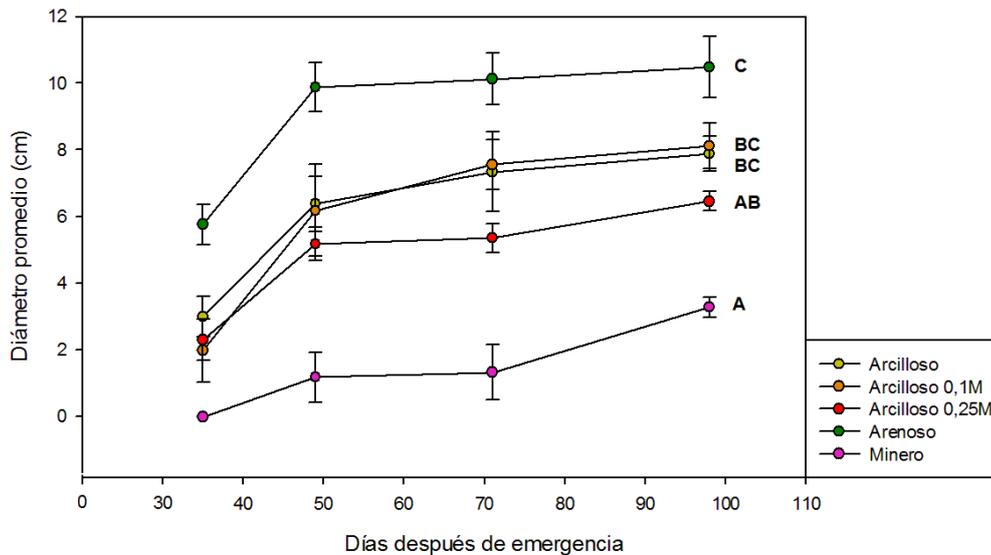


Figura 25: Diámetro promedio y error estándar de *Trichloris crinita* var.10 en los distintos tratamientos en los días transcurridos desde emergencia (día 21) hasta finalizar el ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

Las plantas que crecieron en el suelo arenoso produjeron en mayor número de macollos (20 macollos \pm 0,001), seguidas por las plantas que crecieron en el suelo de textura arcillosa (18 macollos \pm 0,8). Los tratamientos salinos 0,1M y 0,25 M presentaron valores similares entre sí, pero levemente inferiores al de tratamiento de suelo arcilloso (Figura 26). Nuevamente las plantas del sustrato minero presentaron los menores valores (5 macollos \pm 0,68).

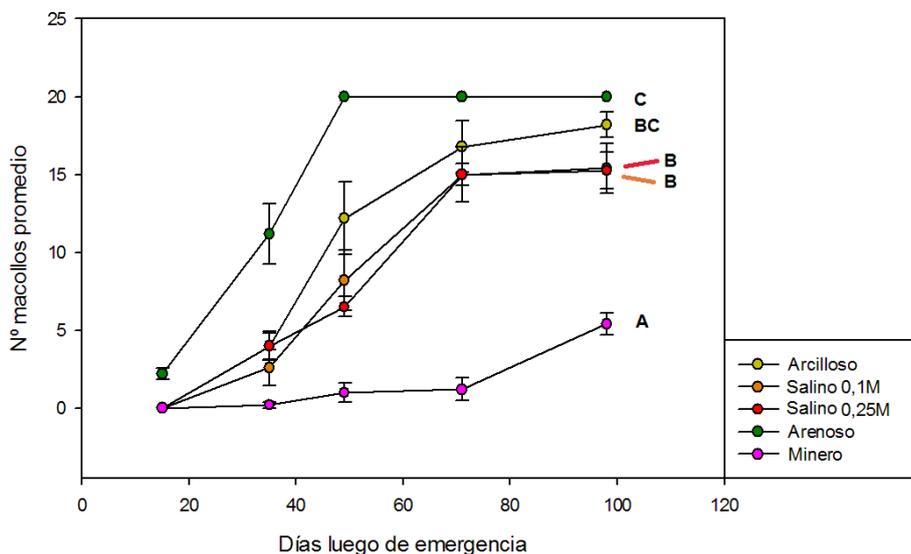


Figura 26: Número de macollos promedio y error estándar de *Trichloris crinita* var.10 en los distintos tratamientos de suelo en los días transcurridos durante el ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

Para el tratamiento correspondiente a suelo de textura arenosa las plantas de *T. crinita* var.10 produjeron 2 espigas promedio (\pm 0,71). Para el resto de los tratamientos las plantas no formaron espigas.

La biomasa aérea de las plantas de *T. crinita* var.10 en los distintos tratamientos presentaron la misma tendencia que las variables anteriores (Figura 27). En el suelo de textura arenosa la biomasa promedio de las plantas fue de 4g ($\pm 0,71$), en el de textura arcillosa, alcanzó un 2,46g ($\pm 0,22$) y la menor biomasa la presentaron las plantas que crecieron en el suelo minero (0,3g $\pm 0,06$) En el tratamiento salino 0,1 M, las plantas presentaron una biomasa promedio similar a la del suelo arcilloso y en las del tratamiento salino 0,25M la biomasa fue 1,07g ($\pm 0,1$).

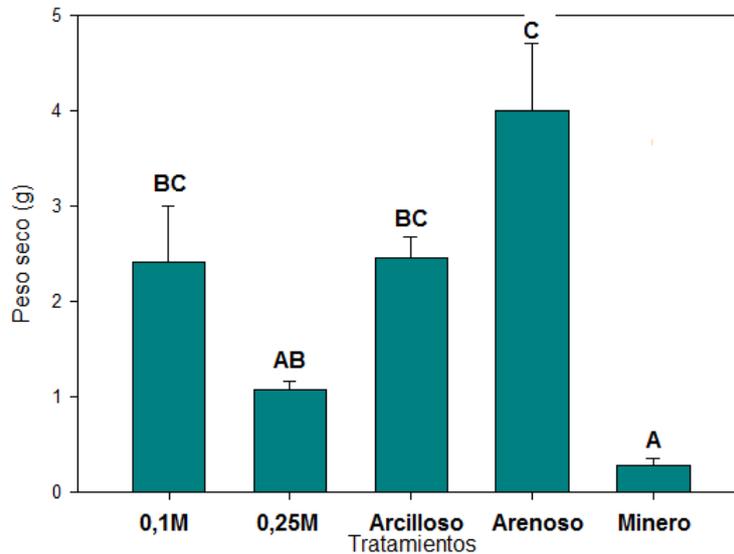


Figura 27: Biomasa aérea final (promedio y error estándar) de *Trichloris crinita* var.10 en los distintos tratamientos de textura de suelo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$)

Si analizamos el destino de los fotoasimilados (Figura 28), la relación hojas verdes/hojas totales fue levemente mayor en el suelo minero, siendo 0,83 ($\pm 0,04$). Para las plantas que crecieron en suelo arenoso y arcilloso se alcanzó 0,47 ($\pm 0,05$) y 0,49 ($\pm 0,05$) respectivamente. En los tratamientos salinos 0,1M y 0,25M el índice fue de 0,61 ($\pm 0,08$) y 0,58 ($\pm 0,03$) respectivamente.

La relación hoja total/biomasa total (Figura 29) indica que las plantas que crecieron en el suelo minero y salino 0,25M destinaron más biomasa a hojas ($1 \pm 0,0002$ y $1 \pm 0,0002$ respectivamente). Las plantas que crecieron en suelo arcilloso y arenoso fueron las que menos destinaron a hojas ($0,77 \pm 0,05$ y $0,80 \pm 0,04$ respectivamente).

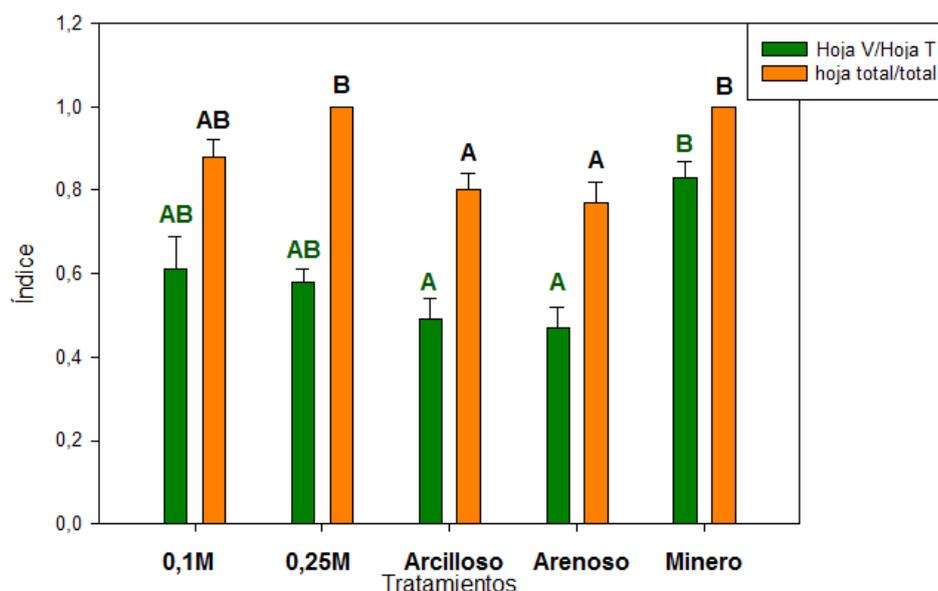


Figura 28: Índice biomasa de hoja verde/ biomasa total de hojas (barras verdes) e índice biomasa total de hojas/ biomasa total de la planta (barras anaranjadas) y error estándar de *T. crinita* var. 10 en los distintos tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

3.5 *Trichloris crinita* Variedad 13

Con excepción del índice hoja total/biomasa total y altura, todas las variables analizadas presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Tabla 5).

Tabla 5: Resumen de las pruebas de inferencia estadística para cada una de las variables analizadas *T. crinita* variedad 13. Se muestra el resultado de las pruebas, lo cual permite distinguir en qué caso se usa el Análisis de la varianza (ANOVA; cuyo estadígrafo es Fisher; F), y en qué casos fue necesario recurrir a la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (H), grados de libertad y p-valor.

Variables	Fisher (F)	Kruskal-Wallis (H)	Grados de libertad	p-valor
Emergencia	-	8,73	2	0,0111
Altura	-	8,1	4	0,0868
Diámetro	-	16,38	4	0,0024
Nº macollos	-	17,64	4	0,001
Biomasa	6,20	-	4	0,0023
Hoja verde/Hoja Total	-	13,13	4	0,0103
Hoja Total/biomasa Total	1,87	-	4	0,1581

Alcanzados los 21 días desde la siembra, la mayor emergencia que presentó *T. crinita* var.13 corresponde al tratamiento de textura arenosa con un 65% ($\pm 0,14$) (Figura 29). En suelo minero alcanza un 40% ($\pm 0,09$) y en suelo de textura arcillosa, un 28% ($\pm 0,06$) de germinación.

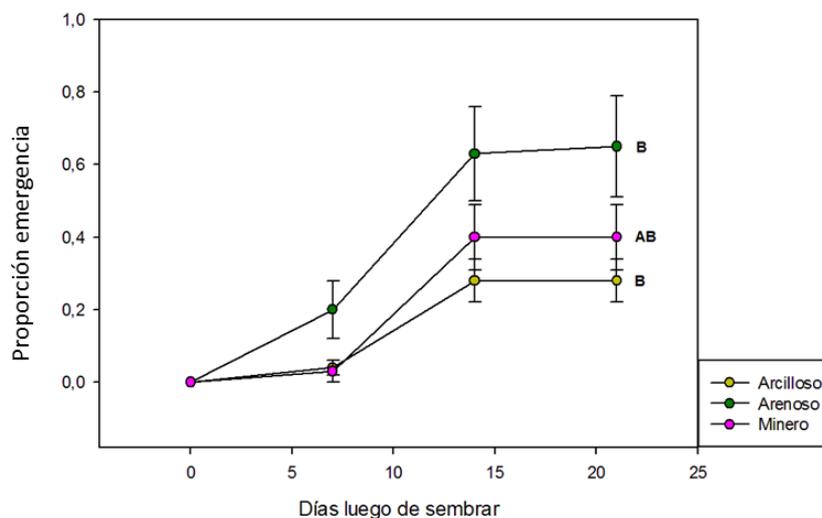


Figura 29: Proporción de emergencia y error estándar de *T. crinita* var.13 en los distintos tratamientos de textura de suelo, desde siembra hasta los 21 días de emergencia. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

No hubo diferencias estadísticas significativas entre las alturas de *T. crinita* var.13 para sus diferentes tratamientos (Figura 30). Las plantas de *T. crinita* var.13 que crecieron en los suelos de textura arenosa alcanzaron una altura mayor, 27,6cm ($\pm 4,33$). Por el contrario, las que crecieron en el suelo minero fueron las de menor altura (14,5cm $\pm 1,3$). El tratamiento arcilloso y salino 0,25M presentaron valores menores que el suelo salino 0,1M, pero mayores que el minero (18,2cm $\pm 2,15$ y 17,28cm $\pm 2,95$).

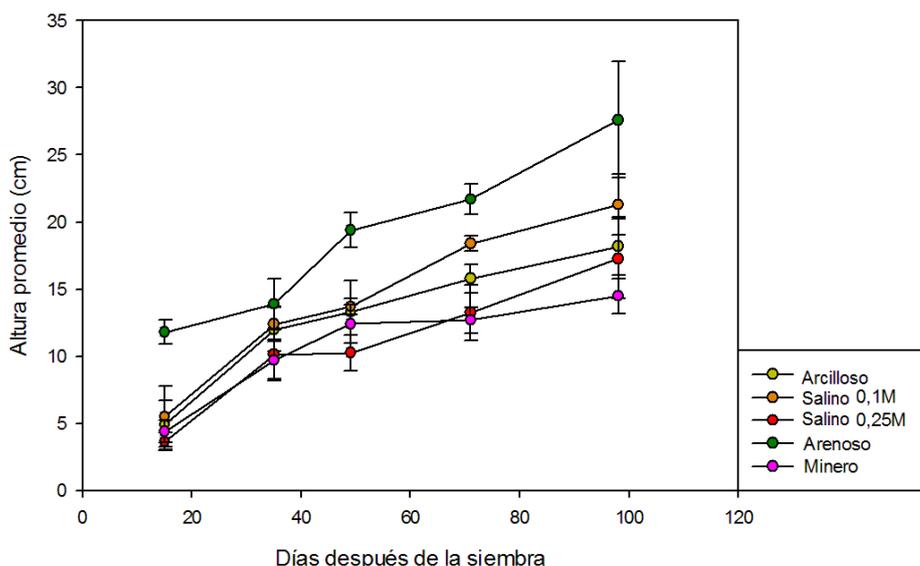


Figura 30: Altura promedio y error estándar de *Trichloris crinita* var.13 en los distintos tratamientos en los días transcurridos desde emergencia (día 21) hasta finalizar el ensayo.

Las plantas de *T. crinita* var.13 que crecieron en el suelo de textura arenosa presentaron el mayor diámetro de corona ($11,14\text{cm} \pm 0,89$) y las que crecieron en el suelo minero el diámetro más pequeño ($5,44\text{cm} \pm 0,4$) (Figura 31). El diámetro de las plantas en el suelo de textura arcillosa, salino 0,1M y salino 0,25M presentaron valores similares ($6,98\text{cm} \pm 0,27$, para el suelo arcilloso, $7,6\text{cm} \pm 0,58$ para el salino 0,1M y $6,63\text{cm} \pm 0,63$ para el salino 0,25M).

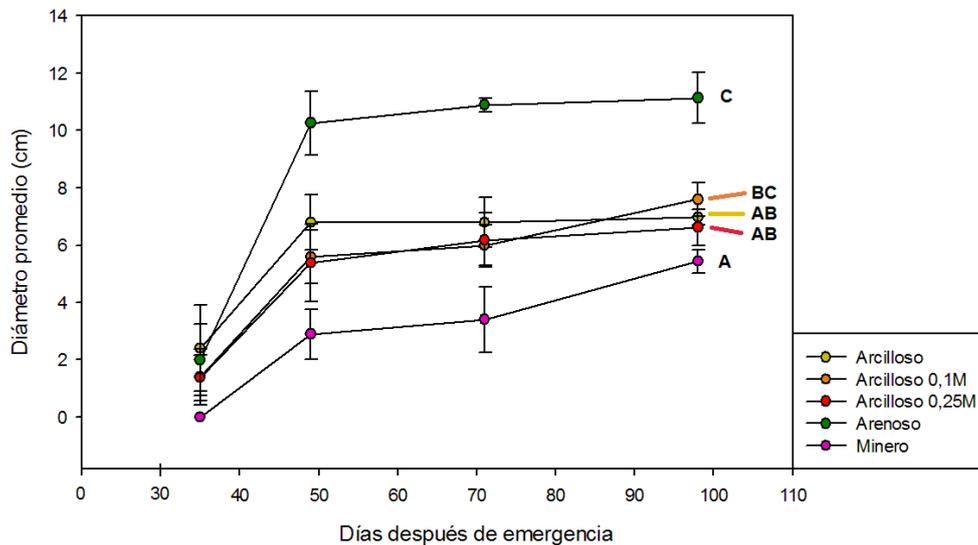


Figura 31: Diámetro promedio y error estándar de *Trichloris crinita* var.13 en los distintos tratamientos en los días transcurridos desde emergencia (día 21) hasta finalizar el ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

Las plantas que crecieron en el suelo arenoso y arcilloso produjeron en mayor número de macollos ($20 \text{ macollos} \pm 0,01$ y $19 \text{ macollos} \pm 0,8$). Los tratamientos salino 0,1M y 0,25 M presentaron valores similares entre sí, pero levemente inferiores al de tratamiento de suelo arcilloso (Figura 32). En suelo minero esta especie presentó 9 macollos promedio ($\pm 1,2$).

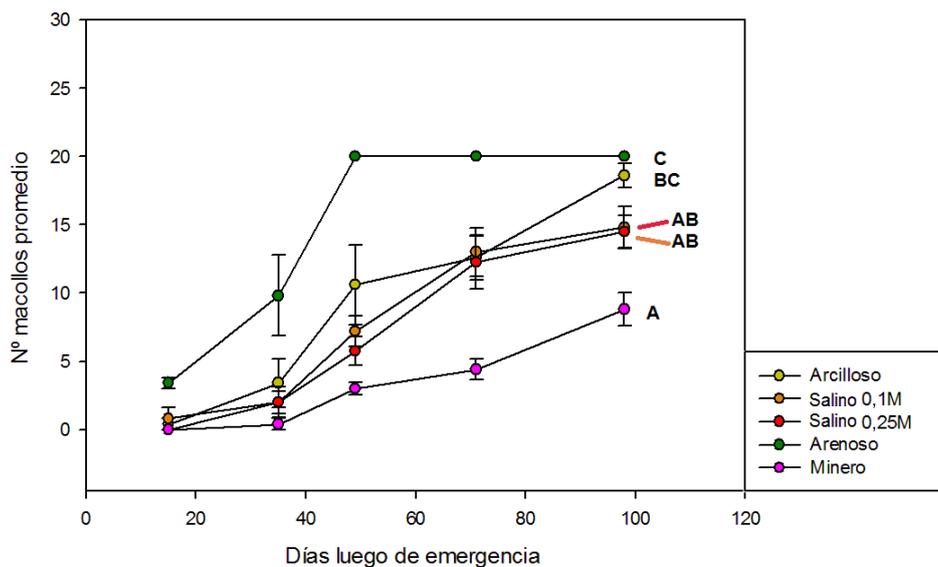


Figura 32: Número de macollos promedio y error estándar de *Trichloris crinita* var.13 en los distintos tratamientos en los días transcurridos desde emergencia (día 21) hasta finalizar el ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

T. crinita var.13 no logró producir espigas en ninguno de los tratamientos.

En el suelo de textura arenosa la biomasa aérea promedio de las plantas fue de 3,74g ($\pm 0,87$) (Figura 33), en textura arcillosa, alcanzó 2,12g ($\pm 0,3$). Las menores biomásas la presentaron las plantas que crecieron en tratamiento salino 0,1M, salino 0,25M y minero ($1,64g \pm 0,17$; $1,32g \pm 0,22$ y $0,83g \pm 0,2$ respectivamente).

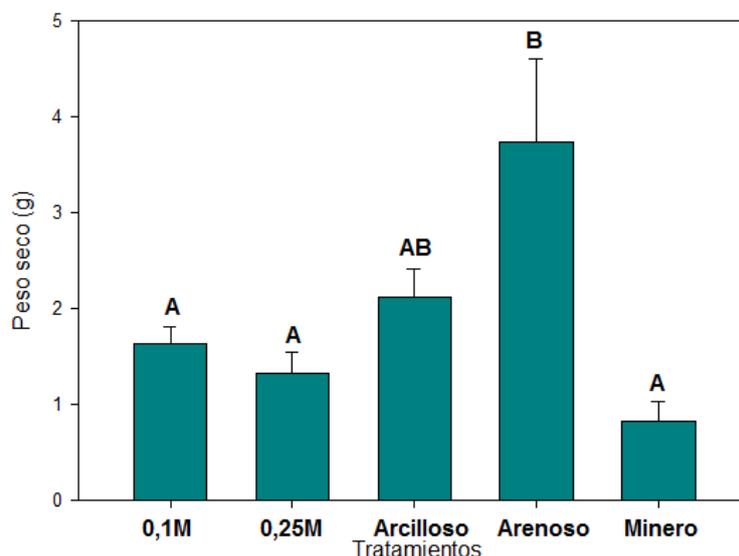


Figura 33: Biomasa aérea final (promedio y error estándar) de *Trichloris crinita* var.13 en los distintos tratamientos de textura de suelo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

A partir del índice biomasa de hojas/ biomasa total podemos ver que en todos los tratamientos las plantas de *T. crinita* var.13 destinan casi toda su biomasa a las hojas, ya que los valores de este índice fueron cercanos a 1 (Figura 34).

En cuanto al índice biomasa de hoja verde /biomasa total de hojas fue mayor a en el suelo minero $0,86 (\pm 0,05)$, seguido de los tratamientos salinos 0,1M y 0,25M (Figura 34). Por último, las plantas que crecieron en los suelos arenosos y arcillosos presentaron los menores valores de este índice ($0,60 \pm 0,09$ y $0,52 \pm 0,02$, respectivamente).

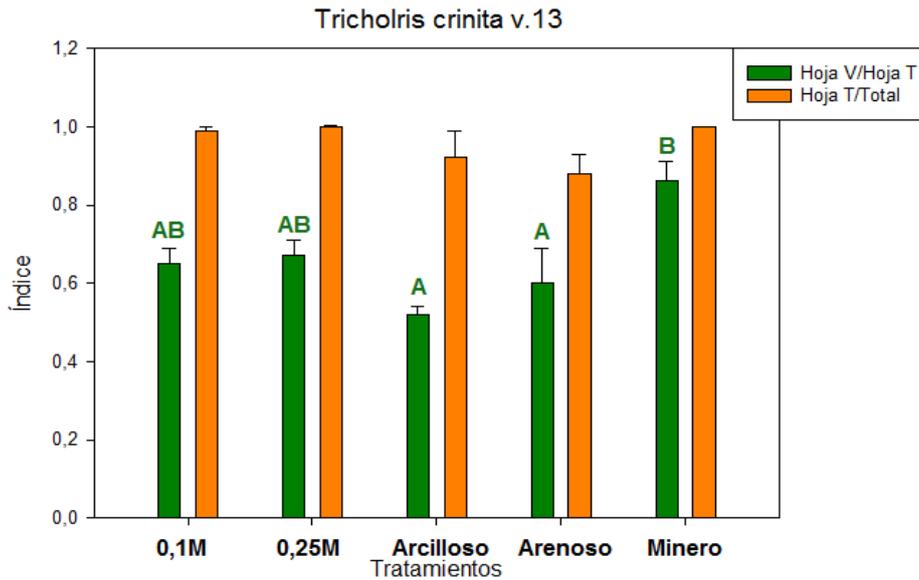


Figura 34: Índice biomasa de hoja verde/ biomasa total de hojas (barras verdes) e índice biomasa total de hojas hoja total/ biomasa total de la planta (barras anaranjadas) y error estándar de *T. crinita* var. 13 en los distintos tratamientos. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$).

4. DISCUSIÓN

Aristida mendocina se desarrolla en suelos de textura tanto gruesa como fina, pero no habita en suelos salinos, por ende, se esperaba un desarrollo adecuado en todas las texturas de suelo, pero sin salinidad. Los resultados muestran un rendimiento general muy bajo. La escasa supervivencia de esta especie no permitió el análisis estadístico de los tratamientos, y no permitió el desarrollo de índices relacionados con el peso seco aéreo de las plantas. La mortandad de las plantas no solo se limitó a los tratamientos salinos, lo que provocó un bajo número de muestreo para todos los tratamientos. Esta situación amerita llevar a cabo un nuevo ensayo para esta especie. Sin embargo, en una primera instancia, estos resultados apoyarían parcialmente las predicciones sobre el comportamiento de esta especie. Esto se debe a que, las plantas que sobrevivieron lograron un buen desarrollo en suelo arenoso y arcilloso.

Panicum urvilleanum, es una especie típica de médanos, debido a ello, se esperaba que dentro del ensayo las plántulas de *P. urvilleanum* crecerían más en suelos arenosos y mineros que en suelos arcillosos y salinos. Los resultados indican que las plantas de *P. urvilleanum*, a pesar de desarrollarse mejor en suelo de textura arenosa, no alcanza a diferenciarse significativamente de los tratamientos relacionados a textura arcillosa y con salinidad. Puede apreciarse en la producción de biomasa valores muy similares entre textura arcillosa, arenosa y tratamiento salino 0,1M. Sumado a esto, las plantas de esta especie no crecieron bien en suelo minero, presentando valores significativamente menores al resto de los tratamientos, incluso menores al tratamiento salino 0,25M. Esto último no concuerda con la predicción para *P. urvilleanum*. El menor crecimiento en el suelo minero, en comparación con los suelos salinos, podría deberse que el suelo minero no solo es un suelo salino, sino que también es tóxico y/o pobre en nutrientes. Por lo expuesto, los resultados indican que

esta especie podría utilizarse para restaurar suelos de textura arenosa, por ejemplo, médanos sobre pastoreados. En un ensayo realizado en conjunto con la Dirección Nacional y Provincial de Vialidad en los taludes de acceso de la Ruta N° 7 a Las Catitas, se comprobó el efecto beneficioso de la revegetación asistida en taludes viales. En dicho proyecto, *P. urvilleanum* logró establecerse logrando una supervivencia superior al 50%, y logrando buenos porcentajes de cobertura en su 2do año de crecimiento. Esto es un comportamiento destacable para *P. urvilleanum*, considerando que los taludes se tratan de suelo que ha sido removido. Esto quiere decir que se trata de un material inerte, sin actividad biológica, carente de nutrientes y materia orgánica, con poca capacidad de retención de agua por la naturaleza de su textura y sumamente inestable por carecer de estructura (Dalmasso *et al.*, 2015).

De manera imprevista, esta especie también podría utilizarse en suelos de textura arcillosa y en presencia de salinidad. Lo expuesto coincide con un estudio llevado a cabo en plantas de *Panicum coloratum*, que demostró que después de cuatro ciclos de crecimiento en un suelo alcalino-sódico (pH=9,8; Cs=0,69 dS m⁻¹ y PSI=26,2%), esta especie mantuvo su perennidad y produjo biomasa con calidad forrajera aceptable (Pesqueira *et al.*, 2016). Sumado a esto, *P. coloratum* mostró una variabilidad tanto morfológica como genética para la tolerancia a la salinidad y los genotipos contrastantes podrían utilizarse como materiales parentales para mejorar la tolerancia a la salinidad en esta especie (Card Amone *et al.*, 2017).

Pappophorum caespitosum es una especie proveniente de suelos de textura tanto gruesa, como fina, y así mismo habita ambientes salinos, por ende, se desarrollan de manera adecuada en suelo de textura arcillosa y arenosa, así mismo es resistente a condiciones salinas. Por lo anteriormente dicho, no se esperaba encontrar diferencias significativas entre los tratamientos de textura arcillosa, textura arcillosa con riego salino y textura arenosa. Los resultados indican que las plantas de esta especie se desarrollan mejor en suelo de textura arenosa, aunque no de manera significativamente mayor a tratamientos arcilloso y salino. Solo para la variable número de macollos se aprecian valores significativamente mayores por parte del tratamiento de textura arenosa. Estos datos apoyan la mayor parte de la predicción para esta especie. Esta especie no se desarrolló bien en suelo minero, que fue significativamente menor al resto de tratamientos para todas las variables. Estos datos no concuerdan con un trabajo de restauración en la mina la Alumbreira, donde se registró un alto porcentaje de sobrevivencia y buen crecimiento en plantas trasplantadas sobre Epídoto Clorita (Cony *et al.* 2012). Estas diferencias podrían deberse a que las plántulas recién emergidas podrían ser más sensibles a este sustrato que las plantas adultas.

Lo expuesto indica que esta especie puede ser utilizada para los ambientes donde se había predicho que funcionaría (con excepción al suelo minero). Esta afirmación concuerda con un ensayo llevado a cabo en plantas de *Pappophorum vaginatum*, donde los genotipos mostraron una buena sincronización de su ciclo de crecimiento con las condiciones ambientales propias del sur de la región Fitogeográfica del monte (llanuras onduladas, con arena como material de suelo originario transportado por el viento) (Torres, 2011). La resistencia a la salinidad puede explicarse debido a que la

mayoría de las respuestas estructurales a la misma están relacionadas con modificaciones en la pared celular dado que la salinidad promueve los procesos de endurecimiento de la pared celular. En *Pappophorum philippianum*, la exodermis y el espesor de sus paredes celulares son los sitios más visibles respecto de este comportamiento (Ramos *et al.*, 2004).

Trichloris crinita es una especie proveniente de suelos de textura tanto gruesa, como fina, y así mismo habita ambientes salinos, por ende, se desarrollan de manera adecuada en suelo de textura arcillosa y arenosa, así mismo es resistente a condiciones salinas. Por lo anteriormente dicho no se esperaban diferencias significativas entre los tratamientos de textura arcillosa, textura arcillosa con riego salino y textura arenosa. Los resultados indican que las plantas de esta especie se desarrollan mejor en suelo de textura arenosa para ambas variedades, aunque no de manera significativamente mayor a tratamientos arcilloso y salino 0,1M (para la mayoría de las variables). La mayor diferencia entre el tratamiento arenoso y el resto de tratamientos fue en la producción de biomasa. Ninguna de las variedades de especies se desarrolló bien en suelo minero. Todo lo expuesto anteriormente apoya la predicción propuesta para esta especie. *T. crinita* mantiene bajo las distintas condiciones evaluadas, valores que posibilitan su utilización en ambientes donde se predijo que se desarrollaría adecuadamente (suelos de textura arcillosa, arenosa y condiciones de baja salinidad).

Trichloris crinita variedad 10 es procedente de la localidad El Encón, provincia de San Juan. Se esperaba que el crecimiento de esta especie en los suelos con tratamientos salinos fuese similar al tratamiento arenoso y arcilloso. Una mayor producción de materia seca para diferentes variedades de *T. crinita* se ha asociado con ciertas características morfológicas y fisiológicas de la hoja, como la tasa de asimilación neta, área específica de la hoja, fracción de la biomasa asignada a las hojas, etc. (Greco & Cavagnaro, 2005). Un ensayo llevado a cabo por Greco & Cavagnaro (2005) concluye que la variedad 13 (denominada "Pichi" en dicho ensayo) tiene productividad alta en comparación con la variedad 10, (denominada "Encón"), lo que se debió a una mayor partición de foto-asimilados en los brotes que en las raíces. Cabe mencionar que este ensayo fue llevado a cabo en condiciones idénticas para todas las variedades evaluadas, por lo que en dicho trabajo se sugirió que la baja productividad de la variedad 10 podría deberse a su resistencia a la salinidad.

Los resultados del presente trabajo apoyan parcialmente a la predicción. Si bien no hubo diferencias significativas entre los suelos de textura arenosa, arcillosa y salina 0,1M para la mayoría de las variables, esta especie se vio afectada significativamente por suelo minero y el tratamiento de salinidad 0,25M. Los bajos valores obtenidos en el tratamiento minero pueden responder a razones similares respecto a las otras especies (salinidad, toxicidad, falta de nutrientes). En cuanto al tratamiento salino 0,25M, es probable que a las plantas regadas con dicha concentración les haya sido más dificultoso tomar agua del suelo (disminución del potencial osmótico), lo que conlleva una menor inversión de fotoasimilados en la producción de biomasa. Otra posibilidad, es que las plantas gastaron más energía en el uso de mecanismos excretores de sal (glándulas) y debido a esto invirtieron menos energía en la producción de biomasa.

Los resultados obtenidos indican que la salinidad afecta negativamente a todos los aspectos que tienen que ver con el desarrollo fisiológico de las plantas (Qian & Alshammary, 2015). Esto concuerda con otros ensayos llevados a cabo con otras especies de gramíneas, como *Chloris gayana*, donde el rendimiento de *Chloris gayana* en suelos salinos se reduce significativamente debido a las reducciones en la expansión del área foliar y al aumento de la proporción de hojas muertas (Ortega et al. 2006). La salinidad y el estrés hídrico a menudo dan como resultado una conductancia hidráulica reducida en las plantas.

Un ensayo llevado a cabo en pastizales áridos del Chaco Argentino, donde el tratamiento implicó el agregado de semillas al sitio a restaurar incrementó la densidad de las gramíneas forrajeras implicadas en el estudio (Quiroga, 2009). Hay que tener en cuenta que al optar por la estrategia de sembrar in situ, la germinación de semillas se vería afectada, tanto en capacidad para germinar como tiempo de germinación, en aquellos ambientes con salinidad. En especies tales como *Agropyron elongatum*, *Anthepphora pubescens*, *Cenchrus ciliaris*, *Panicum coloratum*, la salinidad afecta la germinación de modo que a concentraciones de NaCl a -1Mpa, la germinación se reduce entre 30-50%, y a -2Mpa entre un 90-100% (Ruiz & Terenti, 2012). Una posible alternativa es el uso de plantines, sin embargo, hay que tener en cuenta las implicaciones económicas de dicha alternativa, y que para las especies estudiadas en el presente ensayo no hay suficiente conocimiento sobre el tamaño de planta adecuada para trasplantar, riegos necesarios para un establecimiento exitoso, entre otros.

Los resultados también muestran que en suelo de textura arenosa las plantas logran generalmente un mayor desarrollo y producción (biomasa). Esto también puede verse reflejado en el índice hoja verde/hoja total, donde los menores valores siempre son encontrados en tratamiento arenoso. Esto quiere decir que hubo una proporción alta de hojas muertas cuando finalizó el ensayo en las plantas correspondientes a este tratamiento. Las plantas con un mayor número de hojas visibles en crecimiento muestran una menor vida útil de la hoja (Berone, 2016). Así mismo, se demuestra que las plantas, independientemente de su especie o variedad, presentan un bajo rendimiento en suelo de substrato minero, pese a que posee buenas propiedades hídricas (capacidad de retención de agua e infiltración) (Moreno, 2015), el bajo rendimiento, como ya se ha mencionado, podría deberse a efectos de salinidad, toxicidad y/o falta de nutrientes.

5. CONCLUSIÓN

En este trabajo se estudió la capacidad que tienen estas especies para ser utilizadas en tareas de restauración para los ambientes que habitan.

Se puede concluir en primera instancia que, para las plantas de *Aristida mendocina* no se logró recopilar los datos suficientes como para hacer sugerencias sobre su uso en tareas de restauración. Un nuevo ensayo centrado en esta especie podría esclarecer si la baja supervivencia de las plantas se debió a características intrínsecas de la especie, o a las condiciones en las cuales se llevó a cabo el estudio. Sin embargo, los pocos

individuos sobrevivientes del ensayo lograron un buen desarrollo en suelos arenosos y arcillosos.

Las plantas de *Panicum urvilleanum*, *Pappophorum caespitosum* y *Trichloris crinita* se han desenvuelto bien en los tratamientos donde se había predicho que crecerían de manera correcta, lo que permite recomendarlas para restaurar sus correspondientes ambientes. Sumado a esto, puede utilizarse *P. urvilleanum* en sitios que involucren suelos de textura arcillosa y salinidad baja (0,1M). Sin embargo, la alta salinidad y el suelo minero son tratamientos donde las plantas de las especies mencionadas no logran un crecimiento que permitiese recomendarlas para llevar a cabo tareas de restauración mediante el uso de semillas, en las condiciones ya nombradas.

Trichloris crinita variedad 10, se desarrolló de forma similar en los suelos con tratamiento salino bajo, arenoso y arcilloso. Sin embargo, se vio afectada significativamente por el tratamiento de suelo minero y el tratamiento de salinidad 0,25M. Esta variedad es adecuada para tareas de restauración de suelos con salinidad baja, arcillosos y arenosos.

La revegetación en suelos mineros se vuelve dificultosa a través de la siembra de semillas, todas las especies lograron un bajo rendimiento, lo que puede atribuirse a que el suelo minero, además de ser un suelo salino, es también es tóxico y/o pobre en nutrientes, por lo que el uso de plantines es una alternativa a evaluar a través de futuros ensayos.

El comportamiento general de las especies, en resumen, fue similar para cada tipo de tratamiento al que fueron expuestos. El comportamiento general apunta a un mejor desarrollo en suelo arenoso, un desarrollo algo menor en suelo arcilloso y con salinidad baja y, por el contrario, un pobre desarrollo en suelo arcilloso con salinidad alta y suelo minero. Esto nos deja concluir que el uso de estas especies para tareas de restauración puede ser independiente del ambiente del cual provienen.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ❖ AGUILAR, M. & SALA, O. (1999). *Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems*. TREE 14, 273-277
- ❖ ALSHAMMARY, S. & QIAN, Y. (2004). *Growth response of 4 turfgrass species to salinity*. Department of Horticulture and Landscape Architecture, Colorado State University, Fort Collins, USA.
- ❖ ANTENOR, A. (2012). *Tribu Aristidae*. Aportes botánicos de Salta - Ser. Flora herbario MCNS Facultad de ciencias naturales. Universidad nacional de Salta. ISSN 0327 – 506X Vol. 7; N° 11.
- ❖ BERONE, G. (2016). *Leaf expansion and leaf turnover of perennial C4 grasses growing at moderately low temperatures*. Rev. FCA UNCUYO. 48(2): 69-82.
- ❖ CABRERA, A. (1971). *Fitogeografía de la República Argentina*. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 1971; 14: 1-42.
- ❖ CARD AMONE, L.; CUATRIN, A.; GRUNBERG, K. & TOMAS, M.A. (2017). *Variabilidad para la tolerancia a la sal en una colección de Panicum coloratum var. Makarikariense durante las primeras etapas de crecimiento*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
- ❖ CAVAGNARO, J.B. (1988). *Distribution of C3 and C4 grasses at different altitudes in a temperate arid region of Argentina*. Oecologia 76: 273-277.
- ❖ CAVAGNARO, P.F., CAVAGNARO, J.B., LEMES, J.L., MASUELLI, R.W. & PASSERA, C.B. (2006). *Genetic diversity among varieties of the native forage grass Trichloris crinita based on AFLP markers, morphological characters, and quantitative agronomic traits*. Genome 49, 906–918.
- ❖ CONY, M., FERNÁNDEZ, M.E; & PÁEZ, J. (2012). *Revegetación de zonas áridas argentinas en yacimientos mineros*. Simposio sobre restauración ecológica. XXV Reunión Argentina de Ecología. Luján. Resumen.
- ❖ COLOMER, J., CAVAGNARO, J.B., J. LEMES & M. MEDERO. (1989). *Productivity and nutritive values in three ecotypes of Trichloris crinite, native forage grass of the arid zones of Argentina*. Resúmenes XVI International Grassland Congress, Nice, France. Section 7: 815-816.
- ❖ COSCI, F. & COYOS, T. (2014). *Control de Gomphrena perennis y Pappophorum caespitosum con herbicidas residuales en barbechos químicos destinados a la siembra de maíz* Malezas Malezas.

- ❖ DALMASO, A. & CIANO, N. (2015). *Restauración de Taludes con especies nativas para zonas áridas y semiáridas*. Revista Experimentia, Revista de Transferencia Científica. Grupo de Geobotánica y Fitogeografía - IADIZA –CONICET. ISSN 1853-905X. Pág 25-64
- ❖ DEROGUE, G. & ALONSO, S. (2013). *Gramíneas perennes nativas de las Áreas Naturales Protegidas Costero Marinas de la Estepa Patagónica, zona norte: Descripción de especies y clave para su reconocimiento por caracteres vegetativos*. Sistema Interjurisdiccional de Áreas Protegidas Costero Marinas. Fundación Patagonia Natural. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Mar del Plata.
- ❖ FAO (2007). *Irrigation Water Management: Training Manual No. 1. Introduction to Irrigation*. Documento electrónico consultado el 2-4-2018. Disponible en:
<http://web.archive.org/web/20070829003733/http://www.fao.org/docrep/R4082E/r4082e08.htm>
- ❖ FERNÁNDEZ, M.; CONY, M. & PASSERA, C. (2015). *Sapling growth, water status and survival of two native shrubs from the Monte Desert, Mendoza, Argentina, under different preconditioning treatments*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. 50(2): 45-61.
- ❖ GRECO, S.A & CAVAGNARO, J.B. (2005). *Growth characteristics associated with biomass production in three varieties of Trichloris crinita (Poaceae), a forage grass native to the arid regions of Argentina*. CSIRO Publishing. The Rangeland Journal. 27, 135–142
- ❖ GRECO, S.A (2017). *Selección de gramíneas perennes nativas del Monte para tareas de revegetación en la provincia de Mendoza*. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.
- ❖ GRECO, S.A. & CAVAGNARO, J.B. (2002). *Effects of drought in biomass production and allocation in three varieties of Trichloris crinita P. (Poaceae) a forage grass from the arid Monte region of Argentina*. Plant Ecol., 164: 125-135.
- ❖ GRECO, S.A. & CAVAGNARO, J.B. (2002). *Biomass production and allocation in three genotypes of Trichloris crinita P. a forage native grass to the Arid Monte Region of Argentine, under water stress conditions*. Plant Ecology.164: 125 – 135.
- ❖ GRECO, S.A.; CAVAGNARO, J.B y L. MARONE. (2003). *Efecto de la temperatura en la germinación de cuatro gramíneas forrajeras del Monte*. Bol. Soc. Argentina de Botánica. Pág. 182.
- ❖ GRECO, S.A. & CAVAGNARO, J.B. (2004). *Efecto de la salinidad en la germinación de cuatro gramíneas forrajeras del Monte*. Res. de la II Reunión

Binacional de Ecología. Pág. 307.

- ❖ GRECO, S.A.; SARTOR, C.E. & VILLAGRA, P.E. (2013) *Minimum water input event for seedling emergence of three native perennial grasses of the Central Monte desert (Argentina) influenced by the effect of shade and the season of the year*. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*; 45: 197-209.
- ❖ GULZAR, S. & KHAN, M.A. (2001). *Effect of temperature and salinity on the germination of Urochondra setulosa*. Department of Botany, University of Karachi, Pakistan. Department of Environmental and Plant Biology, Ohio University, Athens, USA.
- ❖ GUEVARA, J. C, C.R. STASI & O.R. ESTEVEZ. (1996). *Seasonal specific selectivity by cattle on rangeland in the Monte Desert of Mendoza, Argentina*. *Journal of Arid Environments* 34: 125-132.
- ❖ GUEVARA, J.C, E.G. GRUNWALDT, O.R. ESTEVEZ, A.J. BISIGATO, L.J. BLANCO, F.N. BIURRUM, C.A. FERRANDO, C.C. CHIRINO, E. MORICI, B. FERNÁNDEZ, L.I. ALLEGRETTI & C.B. PASSERA. (2009). *Range and livestock production in the Monte Desert, Argentina*. *Journal of Arid Environments* 73: 228-237.
- ❖ INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA) (1982). *Informes y documentos para Análisis y Consideración a La Segunda Reunión Ordinaria del Comité Ejecutivo y a la Segunda Reunión Extraordinaria de La Junta Interamericana de Agricultura*. Anexo 1, Pág. 3.
- ❖ INTAGRI (2017). *Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas*. Serie Suelos. Núm. 29. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>
- ❖ KOZUB, P.C.; BARBOZA, K.; GALDEANO, F.; QUARIN, C.; CAVAGNARO, J.B & CAVAGNARO P.F. (2017). *Reproductive biology of the native forage grass Trichloris crinita (Poaceae, Chloridoideae)*. *Plant Biology* ISSN 1435-8603.
- ❖ LAGOS, S. & VILLAGRA, P.E. (2011). *Manual de Bosques Nativos: Un aporte a la Conservación desde la Educación Ambiental*. Dirección de Recursos Naturales Renovables. Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno de Mendoza. Pág. 17-22.
- ❖ MAHAJAN, S. & TUTEJA, N. (2005). *Cold, salinity and drought stresses: An overview*. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 444, 139–158
- ❖ MANCHADA, G. & GARG, N. (2008). *Salinity and its effects on the functional biology of legumes*. *Acta Physiologica Plantarum* 30,595–618

- ❖ MARTÍN, G. et AL. (2014). *Disponibilidad de tallos y hojas en Trichloris pluriflora diferido, bajo diferentes condiciones ambientales en la Llanura Deprimida de Tucumán*. Rev. agron. noroeste argent. (2014) 34 (2): 162-165
- ❖ MESA, D. (2003). *Obtención de plantas resistentes a la salinidad para los suelos salinos cubanos*. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol. 37, núm. 3, 2003, pp. 217-226.
- ❖ MORENO, M. (2015). *Utilización de material rocoso de desecho minero y enmiendas en la elaboración de sustratos edáficos para revegetar terrenos alterados*. Tesina de grado de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- ❖ MUNNS, R. & TESTER, M. (2008). *Mechanisms of Salinity Tolerance*. *Annual Review of Plant Biology*. Vol. 59, pp. 651–681.
- ❖ ORTEGA, L.; FRY, S. & TALEISNIK, E. (2006). *Why are Chloris gayana leaves shorter in salt-affected plants? Analyses in the elongation zone*. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 57, No. 14, pp. 3945–3952
- ❖ PESQUEIRA, J.; OTONDO, J & GARCÍA, M.D. (2016). *Producción de biomasa, cobertura y calidad forrajera de Chloris gayana y Panicum coloratum en un suelo alcalino sódico de la Depresión del Salado*.
- ❖ QIAN, Y. & ALSHAMMARY, S. (2015). *Growth response of four turfgrass species to salinity*.
- ❖ QUIROGA, E.; BLANCO, L & ORIONTE, E. (2009). *Evaluación de estrategias de rehabilitación de pastizales áridos*. *Ecología Austral*. Asociación Argentina de Ecología. 19:107-117
- ❖ RAMOS, J.; PERRETA, M.; TIVANO, J & VEGETTI, A. (2004). *Variaciones anatómicas en la raíz de Pappophorum philippianum inducidas por salinidad*. *International Journal of Experimental Botany*. pp. 103-109
- ❖ RENGASAMY, P. (2006). *World salinization with emphasis on Australia*. *Journal of Experimental Botany*. 57(5), 1017–1023
- ❖ ROIG, F.A. (1971). *Flora y Vegetación de la Reserva Forestal de Ñacuñán*. La vegetación. *Deserta*, 1: 201-239.
- ❖ ROIG, F.A. (1981). *Flora de la Reserva Ecológica de Ñacuñán*. Cuaderno Técnico 3-80. IADIZA. 1-177.
- ❖ ROSSI, B.E. (2004). *Flora y vegetación de la Reserva de Biosfera de Ñacuñán después de 25 años de clausura: Heterogeneidad espacial a distintas escalas*. Tesis doctoral. Presentada al Programa de Postgrado en Biología de la

Universidad Nacional de Cuyo. Instituto afiliado: Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA). Pág. 25-35.

- ❖ RUIZ, M & TARENTI, O. (2012). *Evaluación comparativa de cuatro especies forrajeras bajo condiciones de estrés hídrico y salino durante la germinación*. Agriscientia Vol.29. N°2.
- ❖ SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER) 2004. Principios de sobre restauración ecológica. Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas (Versión 2). Pág. 15.
- ❖ TADEO, F & GOMEZ-CADENAS, A. (2008). *Fisiología de las plantas y el estrés*. Fundamentos de Fisiología vegetal 2º edición. Azcon-Bieto, J y Talón M. eds. Edicions Universitat de Barcelona- McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España. Cap. 29. Pág. 577- 597.
- ❖ TALEISNIK, E.; PEYRANO, G. & ARIAS, C. (1997). *Response of Chloris gayana cultivars to salinity. Germination and early vegetative growth*. Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal (IFFIVE), INTA, Córdoba, Argentina.
- ❖ TESAURO, E. (2013). *National Agricultural Library*. c/o Lori Finch Room 012, 10301 Baltimore Ave. Beltsville, MD 20705. USA.
- ❖ TORRES, A. (2011). *Características morfo fisiológicas y producción forrajera en gramíneas perennes primavera-estivales nativas, naturalizada e introducidas en el centro de Argentina*. Tesis doctoral de Agronomía presentada a la Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.
- ❖ UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO. (2004). *Marco Estratégico para la Provincia de Mendoza*. Diagnóstico Físico Ambiental. Mendoza. Pág. 14-16.
- ❖ VALENZUELA, P. (1999). *Edafología en la agricultura regadía cuyana*. UNCuyo, Facultad de ciencias agrarias. Mendoza. Editorial Fundar. Cap. 1. Pág. 2-58.
- ❖ VEGA RIVEROS, C.C.; GRECO, S.A.; VILLAGRA, P.E. & SARTOR C.E. (2013). *Factores que determinan la distribución de los pastos perennes a distintas escalas espaciales en el ecosistema del Monte*. Jornadas XXIII Jornadas de Investigación y V Jornadas de Posgrado. 9-11 de abril de 2013. SECTYP-UNl de Cuyo. Libro de Resúmenes Pág.118.
- ❖ VILLAGRA, P.E.; GIORDANO, C.; ALVAREZ, J.A.; CAVAGNARO, J.B.; GUEVARA, J.C.; SARTOR, C.E.; PASSERA, C.B. & GRECO, S. A. (2011). *Ser planta en el desierto estrategias de uso de agua y tolerancia al estrés hídrico en el Monte Central*. Revista Ecología Austral; 21:29-42.

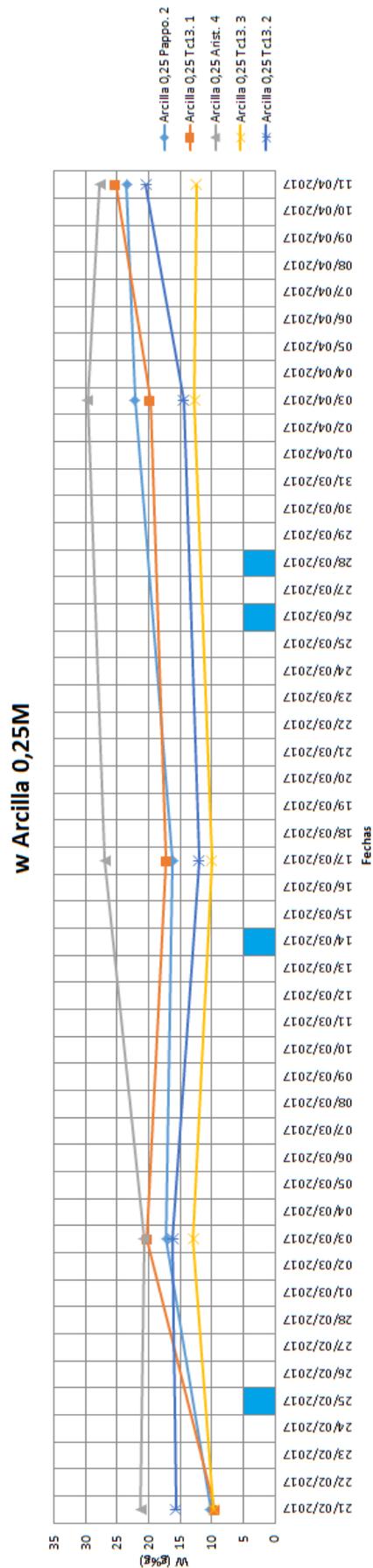
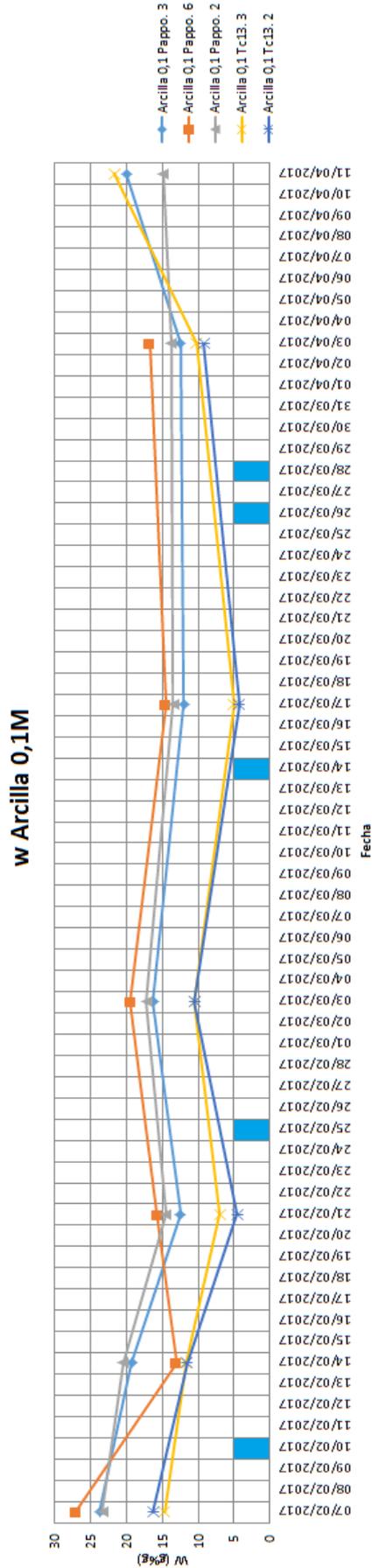
ANEXO

1-Cuadro de precipitaciones:

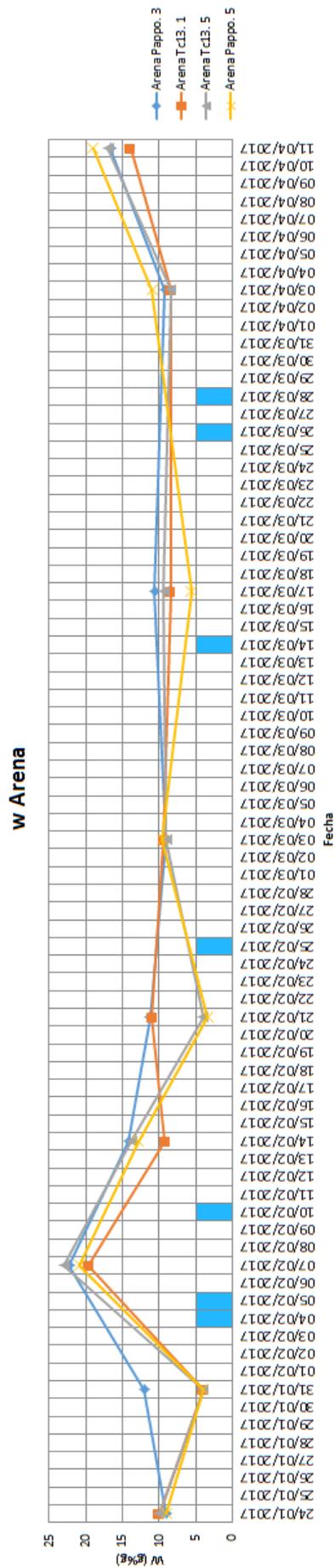
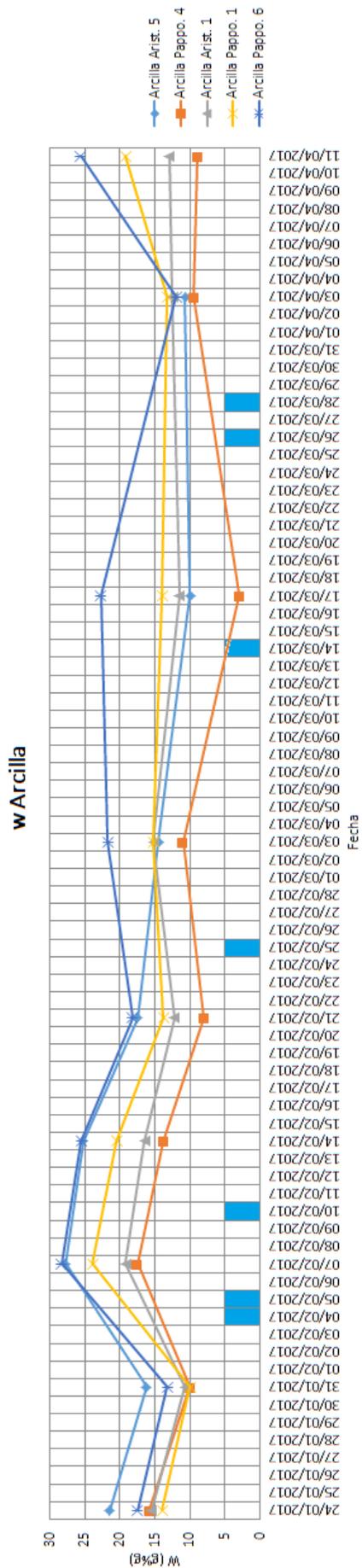
Fechas	Precipitación (mm)
04/02/2017	7,3mm
05/02/2017	32mm
10/02/2017	11,4mm
25/02/2017	48mm
14/03/2017	8mm
26/03/2017	2mm
28/03/2017	2mm

2-Evolución del contenido hídrico de macetas (cuadros marcados en azul corresponden a días donde cayeron precipitaciones):

COMPORTAMIENTO DE GRAMÍNEAS NATIVAS DEL MONTE DE ACUERDO A DIFERENTES CONDICIONES DE SALINIDAD Y DE TEXTURA DE SUELO



COMPORTAMIENTO DE GRAMÍNEAS NATIVAS DEL MONTE DE ACUERDO A DIFERENTES CONDICIONES DE SALINIDAD Y DE TEXTURA DE SUELO



COMPORTAMIENTO DE GRAMÍNEAS NATIVAS DEL MONTE DE ACUERDO A DIFERENTES CONDICIONES DE SALINIDAD Y DE TEXTURA DE SUELO

