

**EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA
AL DÉFICIT HÍDRICO Y A LA SALINIDAD
EN CEBADILLA PERENNE
(*Bromus stamineus*)**



ALUMNA: Josefina Aguilar

TUTORA: Mg. Sandra S. Baioni

**CONSEJERAS: Dra. María Cielo Pasten
Dra. Ivana Fernández Moroni**

Trabajo final

Tecnicatura Universitaria en Parques y Jardines

Departamento de Agronomía

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

2024

AGRADECIMIENTOS

A Soledad García, por darme la bienvenida y compartir su proyecto conmigo.

A Sandra Baioni, Cielo Pasten, Ivana Fernández Moroni y a la cátedra de Fisiología Vegetal, por su gran predisposición y buena energía siempre.

A mi papá y a mi mamá por su gran apoyo y esfuerzo. A mi hermana Euge, que siempre cree en mí y está ahí para escucharme y animarme.

A mis amigas de toda la vida que me vieron crecer y llegar hasta acá.

A mis compañeras y compañeros de la Tecnicatura, por el hermoso grupo que formamos en estos tres años, hicieron este camino cien veces más fácil, cálido y divertido.

A Tati, una de las mejores amigas que encontré en esta carrera, por su enorme acompañamiento desde la primera materia hasta la última, y por enviarme este proyecto, ya sabés que este logro es compartido.

Y a la Universidad Nacional del Sur, por ser pública y gratuita, por la calidad en la enseñanza, y por recibirme y ser como mi casa todos estos años.

A todos les agradezco profundamente.

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
1. El Sudoeste Bonaerense	5
1.1. Ubicación	5
1.2. Caracterización climática	5
1.3. Actividad agrícola-ganadera	7
2. Déficit hídrico y crecimiento vegetal	8
3. Estrés salino	8
4. Características de las especies utilizadas en el ensayo	9
OBJETIVO	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
PESO SECO AÉREO	17
HOJAS VIVAS.....	20
CONTENIDO RELATIVO DE AGUA (CRA)	22
ESTABILIDAD RELATIVA DE MEMBRANAS (ERM)	24
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFÍA.....	28
ANEXO: Tablas del análisis de la varianza obtenidas en INFOSTAT	30

RESUMEN

El sudoeste bonaerense posee algunas características climáticas y edáficas que lo diferencian del resto de la provincia, ya que limitan el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Ante estos factores condicionantes, se buscan especies alternativas que se adapten a la región, es decir, que tengan un buen comportamiento ante condiciones de sequía y salinidad, que sean rústicas y que logren una buena producción de biomasa.

Particularmente, este trabajo se encuentra enfocado a evaluar el efecto del déficit hídrico y la salinidad en el crecimiento de la cebadilla perenne (*Bromus stamineus*). Esta especie, perteneciente a la familia de las Poáceas, es nativa de la Patagonia Argentina y del Sur de Chile y resulta una excelente alternativa para esta región. A pesar de ser nativa, es una pastura relativamente nueva para el mercado argentino y con un futuro prometedor dentro de la ganadería nacional.

El objetivo de este trabajo, que se enmarca dentro del proyecto de posgrado de la Lic. Soledad García (Depto. de Agronomía – UNS), fue evaluar la tolerancia de esta especie al déficit hídrico y a la salinidad durante la implantación del cultivo. Para tal fin, se realizó un ensayo que permitió comparar a *Bromus stamineus* con dos especies ya comúnmente utilizadas como pasturas: *Bromus catharticus* y *Festuca arundinacea*, bajo condiciones de deficiencia hídrica y salinidad.

Se encontró que las especies del género *Bromus* tuvieron una mejor tolerancia a un déficit hídrico severo que *Festuca arundinacea*, especie que solo pudo tolerar un déficit hídrico intermedio, ya que produjeron una biomasa similar bajo dichas condiciones. Asimismo, *Bromus stamineus* produjo el doble de biomasa que *F. arundinacea*, indicando su mayor tolerancia a condiciones de déficit hídrico sin disminuir la productividad.

Además, se observó que la salinidad fue menos perjudicial para las especies evaluadas que el déficit de agua, ya que impactó en forma menos negativa los parámetros analizados en las plantas durante la etapa de implantación.

INTRODUCCIÓN

1. El Sudoeste Bonaerense

1.1. Ubicación

El Sudoeste Bonaerense tiene una superficie estimada de 65000 km², lo que representa un 25% del territorio de la Provincia de Buenos Aires. Está integrado por los partidos de: Adolfo Alsina, Bahía Blanca, Coronel Rosales, Coronel Dorrego, Coronel Pringles, Coronel Suárez, Guaminí, Monte Hermoso, Patagones, Puan, Saavedra, Tornquist y Villarino (Picardi y Giacchero, 2015) (Figura 1A).

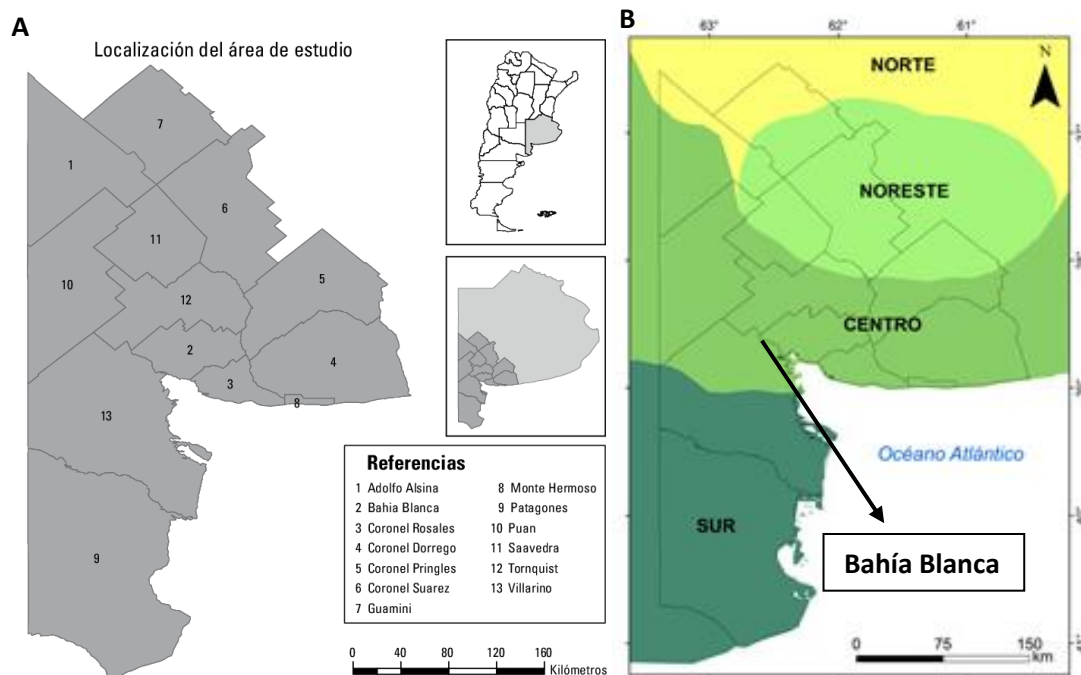


Figura 1. Definición del área de estudio. A: Partidos del Sudoeste Bonaerense, provincia de Buenos Aires, Argentina (Schroeder y Formiga, 2011). B: Subregiones climáticas del Sudoeste Bonaerense. Localidad de Bahía Blanca, ubicada en el centro (Ferrelli, 2020).

1.2. Caracterización climática

Esta región se encuentra localizada en un área de transición entre los climas templados y los áridos. El centro de la región, donde se ubica Bahía Blanca (Figura 1B), tiene un régimen pluviométrico semiárido, con las precipitaciones concentradas en la primavera y el verano (Ferrelli et al, 2017), siendo la precipitación media anual de 730 mm para el período 1970-2016 (Figura 2) (Ferrelli, 2020).

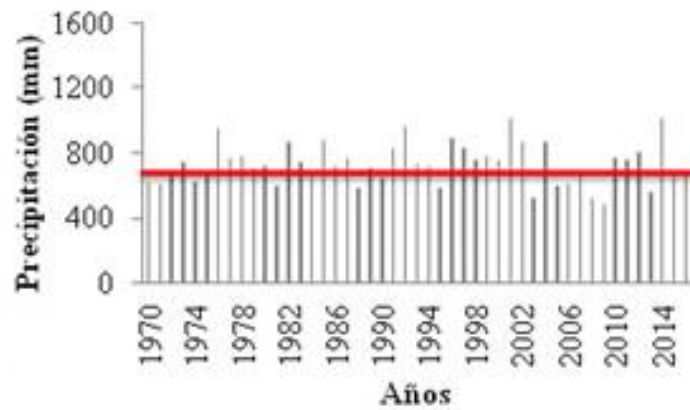


Figura 2. Precipitación media anual para el centro del Sudoeste Bonaerense (1970-2016) (Ferrelli, 2020).

En cuanto al clima, es templado, con veranos e inviernos bien marcados y primaveras y otoños moderados. La temperatura media anual está comprendida entre los 14 °C y 20 °C (Figura 3). En los veranos son frecuentes los registros de valores extremos que superan los 40 °C. Los inviernos suelen presentar marcadas olas de frío que ocasionan perjuicios a la población y las actividades económicas en general (Campo et al, 2009).

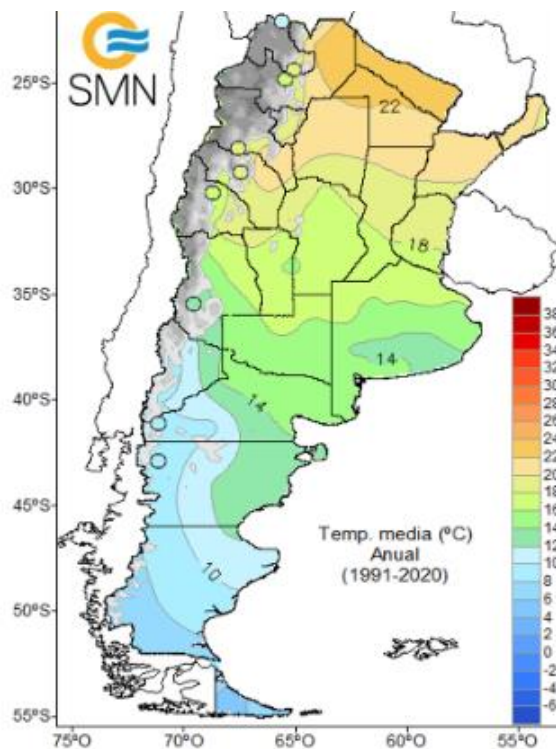


Figura 3. Temperatura media anual de Argentina (Período 1991-2020. Servicio Meteorológico Nacional).

Frente a las demás variables meteorológicas, la precipitación es la que adquiere una posición relevante. El agua aportada por las precipitaciones es un recurso esencial para las actividades humanas, en particular para las agrícola-ganaderas. En agosto de 2008 la provincia de Buenos Aires fue declarada bajo emergencia agropecuaria por sequía junto con las provincias de Santa Fe, Córdoba, La Pampa y Chaco (Campo et al, 2009). De aquí surge la importancia de encontrar especies que se adapten a estas condiciones de limitaciones hídricas.

1.3. Actividad agrícola-ganadera

En cuanto a las actividades económicas en el Sudoeste Bonaerense, predomina la producción agrícola-ganadera, a partir del desarrollo de la ganadería de invernada y de ciclo completo, y la cosecha de trigo, girasol y cebada cervecera. Si bien en las últimas décadas hubo cierto avance de los principales cultivos, la presencia de ganado vacuno ha sido la de mayor ocupación de las tierras, superando los 4,6 millones de cabezas, equivalente al 25% del total bonaerense (Bona, 2021).

Los sistemas ganaderos basan principalmente la alimentación de los vacunos en la producción de forrajes anuales como la avena, la cebada y el centeno (verdeos de invierno), y sorgo principalmente como verdeo de verano. También utilizan pastizales naturales y rastros de cultivos de cosecha. En cuanto a las pasturas perennes, sólo ocupan una superficie menor al 1% en los partidos de mayores condiciones de semiaridez como Coronel Rosales, Bahía Blanca, sur de Tornquist y Puan, Villarino y Patagones. Entre las especies perennes con mayor tolerancia a la sequía probadas para la región se encuentran principalmente el pasto llorón (*Eragrostis curvula*) y los agropiros (*Tynophirum sp.*).

Existen también otras especies perennes que presentan un buen comportamiento ante la sequía, algunas de larga data en la zona y otras que son de introducción más reciente. Entre las mismas se encuentran el sorgo negro perenne (*Sorghum almum*), el mijo perenne (*Panicum coloratum*), digitaria (*Digitaria eriantha*), la grama rhodes (*Chloris gayana*), festuca (*Festuca arundinacea*), las cebadillas (*Bromus sp.*), el pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), etc. (Torres Carbonell, 2010).

Si bien los verdeos anuales presentan diversas ventajas, como una tasa de crecimiento y una calidad nutricional importantes en los momentos en que las pasturas perennes decaen; además de que en años húmedos su productividad es elevada, también tienen algunas desventajas, como el gran costo de producción y el riesgo a la escasez de forrajes en años de sequía.

La principal fortaleza de los cultivos perennes es que presentan un gran desarrollo de raíces, lo cual les permite explorar la totalidad del perfil del suelo a lo largo del año, es decir, hay raíces vivas los 365 días del año aprovechando desde el primer hasta el último milímetro de lluvia. En cambio, los cultivos anuales parten desde una semilla y crecen durante unos pocos meses, con un menor desarrollo de raíces y sin aprovechar la totalidad de las precipitaciones anuales (Vasicek, 2019).

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo anterior, invertir en pasturas perennes con resistencia a la sequía en una zona semiárida tiene diversas ventajas, entre ellas:

- Reducir los costos directos de alimentación del ganado ya que estos recursos se amortizan en muchos años (superior a periodos de 10 años).
- Elevar de manera estable la producción de carne/ha a través de la mayor seguridad forrajera y producción de pasto respecto a otras especies en ambientes semiáridos.
- Disminuir el uso de maquinaria, mano de obra e insumos en la realización de los forrajes.
- Mayor seguridad forrajera en años de sequía.
- Conservar el recurso suelo, altamente susceptible a la erosión eólica e hídrica.

Por último, cabe mencionar que la utilización de pasturas perennes en el Sudoeste Bonaerense también presenta algunas dificultades que se deben tener en cuenta, como:

- Lenta velocidad de implantación (aproximadamente 1 año), lo que implica un gran período de inmovilización del lote cultivado.
- Mayores cuidados en la siembra: evitar el exceso de profundidad con semillas que son muy pequeñas y cuidar que el suelo no esté compactado.
- Desuniformidad espacial y temporal de los nacimientos.
- Requerimiento de un adecuado control de malezas.
- Mayor costo inicial en algunos casos, porque la semilla tienen un valor elevado.

2. Déficit hídrico y crecimiento vegetal

El déficit hídrico es el factor más importante causante de la reducción en el crecimiento de las plantas. Si ese déficit es transitorio, como suele suceder al mediodía en días calurosos, la pérdida de agua es mayor a la absorción sólo temporalmente, y luego la planta puede recuperarse. En cambio, un déficit hídrico sostenido a largo plazo significa una disminución en la disponibilidad de agua en el suelo, y afecta prácticamente a todos los aspectos del desarrollo de la planta (Azcón Bieto y Talón, 2000).

El efecto más importante del déficit hídrico es la reducción del crecimiento. Al disminuir el contenido de agua en la planta, las células pierden turgencia, en consecuencia, la expansión celular se detiene y con ello disminuye el crecimiento de las hojas. La división celular también se ve afectada pero normalmente es menos sensible que la expansión celular. La pérdida de turgencia se manifiesta en el aspecto marchito de las hojas. Asimismo, el déficit hídrico provoca una disminución en la tasa transpiratoria, debido a una menor área foliar y al cierre de los estomas que efectúa la planta para evitar la pérdida de agua. Esto se acompaña siempre de una disminución en la absorción de CO₂ y, por tanto, de la fotosíntesis (Azcón Bieto y Talón, 2000). Progresivamente se irá inhibiendo el metabolismo de las hojas y con ello la cantidad de fotoasimilados disponibles para ser exportados desde las hojas hacia otras partes de la planta (ArgenBio, 2011).

Frente al déficit de agua ocurrirán también importantes modificaciones en el desarrollo y la morfología vegetal, la relación raíz/parte aérea aumenta porque tienen diferente sensibilidad al déficit hídrico. Cuando este es el caso, una gran proporción de los fotoasimilados se redistribuyen hacia las raíces, donde se utilizarán para el futuro crecimiento de la planta. En estas circunstancias, las raíces crecen preferencialmente hacia capas más profundas del suelo, en busca de un nuevo suministro de agua (ArgenBio, 2011). Además, ocurre una reducción del macollaje en gramíneas y terminación precoz del crecimiento de especies perennes, con la formación de yemas en reposo (Azcón Bieto y Talón, 2000).

La etapa reproductiva también se encuentra afectada. En condiciones de sequía se adelanta la floración en especies anuales y se retrasa en perennes, y puede llevar a la abscisión de hojas y frutos (Azcón Bieto y Talón, 2000).

3. Estrés salino

Las sales presentes en el agua de riego se acumulan a un ritmo más o menos acelerado y

determinan la degradación y la pérdida del valor agrícola de los suelos. Este problema es más acuciante en zonas áridas y semiáridas, donde las precipitaciones son insuficientes para lavar las sales solubles aportadas al suelo (Golberg et al, 2011).

El efecto que el estrés salino tiene sobre las plantas se debe a dos factores: el osmótico y el iónico. Por un lado, el factor osmótico supone que las plantas tienen más problemas para compensar el valor negativo que alcanza el potencial hídrico de un suelo salino. La presencia de sales en el agua que se encuentra en los intersticios del suelo hace que este sea más negativo, lo que dificulta la capacidad de la planta para poder alcanzar un valor más negativo por los mecanismos habituales (Escaso Santos et al, 2010). Esto genera que la planta no pueda absorber agua del suelo a pesar de que el mismo muestre niveles razonables de humedad (Martínez, 2019). Además, si la conductividad eléctrica (CE) de la solución se encuentra por encima del valor óptimo para el cultivo y variedad en cuestión, la planta tendrá que esforzarse más para poder absorber nutrientes (Bárbaro et al, 2018). Esta situación conduce a un gasto de energía adicional por parte de la planta, y, en consecuencia, a la reducción del rendimiento productivo (Martínez, 2019).

Por otro lado, el factor iónico que causa la salinidad es el efecto tóxico que tiene la elevada presencia de iones como el cloruro, el sodio, el nitrato, el sulfato o el amonio. Su acumulación en las hojas reduce la actividad fotosintética, aumenta la respiración y con ello el consumo de energía, originando la reducción en su desarrollo y germinación, lo que hace que el potencial productivo disminuya. Además, produce la pérdida de pigmentos y la senescencia (Escaso Santos et al, 2010).

4. Características de las especies utilizadas en el ensayo

En este trabajo se utilizaron tres especies: *Bromus stamineus*, *Bromus catharticus* y *Festuca arundinacea*. La especie *Bromus stamineus* fue elegida porque se encuentra poco estudiada y difundida en la zona. Las otras dos especies, comúnmente utilizadas como pasturas, fueron elegidas para tener parámetros que permitan comparar los resultados.

Bromus stamineus (cebadilla perenne) es una especie perteneciente a la familia Poáceas, nativa de la Patagonia Argentina y del Sur de Chile. La gran diferencia entre esta especie frente a la cebadilla criolla (*Bromus catharticus*) es que precisamente se trata de una especie perenne, por lo tanto, no requiere resiembra para persistir, lo que permite a lo largo de todo el año disponer de pasturas. Otra gran diferencia a favor de *Bromus stamineus*, es la menor velocidad de implantación respecto de la *Bromus catharticus*. Esto la convierte en una especie ideal para consociar con alfalfa, por ejemplo, de esta manera no se requiere realizar un despunte de la pastura cuando la alfalfa no está lista para ser pastoreada, cosa que siempre ocurre en mezclas de alfalfa y *B. catharticus* (Bertolotti, 2010). Sumado a esta característica, *B. stamineus* es muy tolerante a la sequía, a la baja fertilidad del suelo, a áreas con clima frío y a plagas y enfermedades. Además, esta especie tiene una mayor cantidad de macollos que la cebadilla criolla pero de menor tamaño, haciéndola más apta que otras especies de *Bromus* para el pastoreo directo continuo e intensivo. Produce forraje durante el invierno y está adaptada a zonas con precipitaciones anuales de 400 a 1.000 mm (Sherger y Jaureguizar, 2015; Demanet Filippi, 2012).

En cuanto a *Bromus stamineus* y *Festuca arundinacea*, poseen varias características en común, ambas son especies perennes, se adaptan a una amplia gama de climas y suelos, soportan situaciones de mal drenaje y de sequías prolongadas, y poseen rapidez de rebrote (lo que permite realizar pastoreos intensos y frecuentes que aseguran una buena calidad de forraje y evita la selección por parte de los animales). Como desventaja, *Festuca arundinacea* tiene un lento establecimiento en comparación con *Bromus stamineus* (Demanet Filippi, 2012).

OBJETIVO

-Evaluar la tolerancia al déficit hídrico y a la salinidad de la cebadilla perenne (*Bromus stamineus*), para su potencial uso como especie forrajera en el Sudoeste Bonaerense, y compararla con la de otras dos especies forrajeras como la cebadilla criolla (*Bromus catharticus*) y la festuca (*Festuca arundinacea*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Antes de comenzar con el ensayo, se realizó el test de poder germinativo para las tres especies. Para ello, se colocaron 20 semillas de cada especie en bandejas de plástico con papel humedecido, se cubrieron con papel film y se mantuvieron a temperatura ambiente. Los resultados obtenidos fueron: *Bromus stamineus*: 100%, *Bromus catharticus*: 87% y *Festuca arundinacea*: 75%.

El día 9 de septiembre del 2023 se sembraron las semillas de las tres especies en macetas de 600 ml de capacidad, con suelo previamente tamizado en seco con una malla de 2 mm. Se colocaron 6 semillas por maceta, y se hicieron cuatro repeticiones (macetas) por especie para cada uno de los seis tratamientos. El total de macetas fue 72. Cuando emergieron las primeras plántulas, se raleó dejando tres plántulas por maceta. Hasta ese momento, las macetas fueron regadas con riego automatizado en invernadero.

A partir del raleo, se llevaron las macetas a otro sector del invernadero y se comenzaron a regar de forma manual bajo seis tipos de tratamientos, indicados a continuación (Figura 4):

- Déficit hídrico:
 - Riego a capacidad de campo (CC), con 60 ml de agua por maceta.
 - Riego a 50% de capacidad de campo, con 30 ml de agua: déficit intermedio.
 - Riego a 25% de capacidad de campo, con 15 ml de agua: déficit alto.

- Salinidad: los tres tratamientos con riego a capacidad de campo (CC- 60 ml de agua).
 - Riego con solución de NaCl 3 dS m⁻¹(CE): salinidad baja.
 - Riego con solución de NaCl 6 dS m⁻¹(CE): salinidad intermedia.
 - Riego con solución de NaCl 9 dS m⁻¹(CE): salinidad alta.

Para determinar el volumen de agua necesario para el riego, previamente se determinó la capacidad de campo del suelo utilizado en el ensayo.

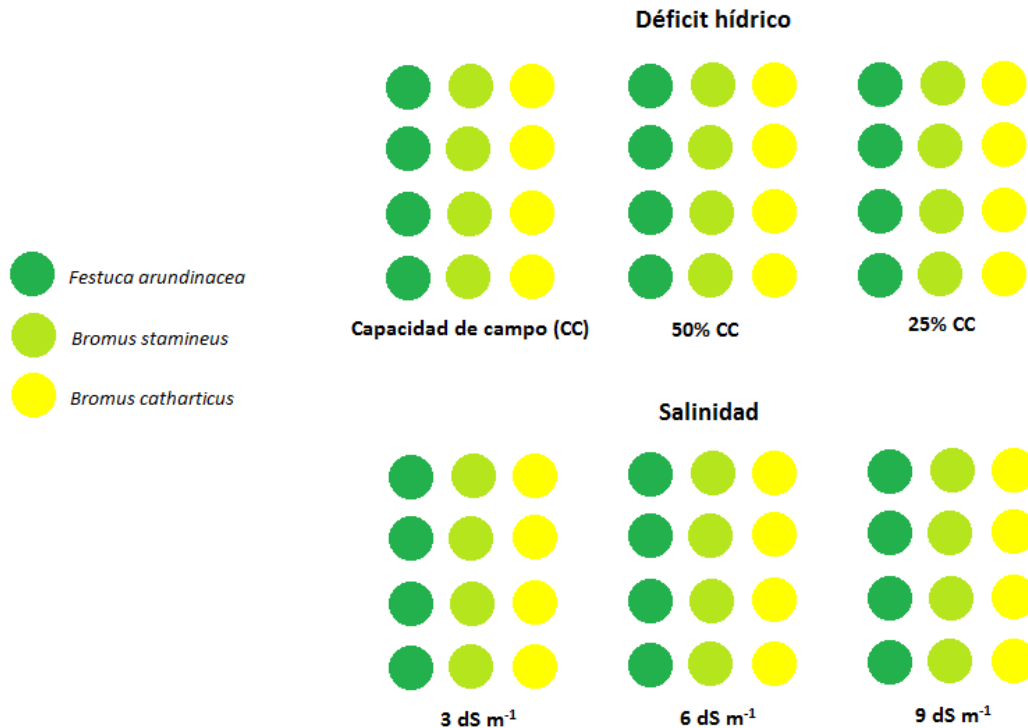


Figura 4: Esquema del ensayo con los tratamientos utilizados.

Cuando las plantas tuvieron dos o tres hojas expandidas, que es cuando se considera finalizada la implantación (Ríes y Svejcar, 1991), se sacaron de las macetas, quitando lo mejor posible el sustrato de las raíces para que no interfiriera en los resultados de las mediciones. La mayoría de las macetas tenían tres plantas cada una, salvo algunas que tenían dos y una que tenía una sola planta.

Los parámetros evaluados fueron:

-Número de hojas vivas y muertas

-Longitud aérea y radical: Se separaron la parte aérea y la parte radical y se midieron la hoja y la raíz más largas de todas las plántulas utilizando un metro.

-Peso fresco y peso seco aéreo y radical: Se pesaron en fresco las partes aéreas y radicales en una balanza de precisión, luego se pusieron en sobres de papel (indicando si eran raíces u hojas, número de maceta, especie y tipo de tratamiento) y se llevaron a estufa por 24 horas a 60 °C. Finalmente, se volvieron a pesar para obtener el peso seco.

-Contenido Relativo de Agua (CRA): El CRA es un parámetro que permite determinar el contenido de agua de una hoja o una planta en un momento dado y compararlo con el de la misma en estado de turgencia máxima. Se expresa como porcentaje y se determina a través de la fórmula:

$$CRA (\%) = \frac{(Peso fresco - Peso seco)}{(Peso de turgencia - Peso seco)} \times 100$$

Para obtener estos datos, se cortó una de las hojas de cada planta por maceta, se las pesó en balanza de precisión para obtener el peso fresco, y se las colocó en tubos de ensayo (previamente etiquetados con el número de maceta, especie y tratamiento), con agua destilada (Figura 5). Luego se cubrieron con un plástico negro para que las hojas no recibieran luz y se las llevó por 24 horas a la heladera.



Figura 5. Tubos de ensayo preparados para obtener peso de turgencia, para la obtención del CRA.

Luego de transcurrido ese tiempo, se secaron las hojas con papel absorbente y se pesaron en la balanza de precisión para obtener el peso de turgencia. Luego se pusieron en sobres (etiquetados con el número de maceta, especie y tratamiento) y se los llevó a estufa por 24 horas a 60 °C y se volvieron a pesar para obtener el peso seco.

-Estabilidad Relativa de Membranas (ERM): La estabilidad relativa de membranas expresa la pérdida de solutos en secciones de la hoja por el deterioro de las membranas celulares causado por el estrés hídrico y la salinidad.

Se determina a través de la fórmula:

$$ERM (\%) = \frac{CE_i \times 100}{CE_f}$$

Donde:

CE_i= conductividad eléctrica inicial.

CE_f= conductividad eléctrica final.

Para determinarla, se cortó una de las hojas de cada maceta en varios segmentos, se las colocó en tubos de ensayo (previamente etiquetados con número de maceta, especie y tratamiento), con agua destilada. Luego se los colocó a baño maría en un baño termostático Bath Water Shaker SHK-88 a 60 °C durante 1 hora. Pasado ese tiempo se determinó la conductividad

eléctrica con un conductímetro, y se volvieron a llevar los tubos de ensayo al baño termostático por 3 horas más, para luego repetir la medición.

Una vez obtenidos todos los resultados del ensayo, se sometieron a un análisis de la varianza (ANOVA) y test de comparación de medias (Tuckey, con un nivel de significancia $p < 0,10$) utilizando el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al transcurrir los días, empezaron a aparecer las primeras hojas secas (Figura 6) y se notaba una diferencia de crecimiento entre tratamientos y especies (Figuras 7 y 8).



Figura 6. Primer par de hojas secas observadas en plantas bajo tratamiento de salinidad alta (9 dS m^{-1}).



Figura 7. Diferencia de crecimiento entre dos tratamientos de déficit hídrico. Derecha: riego a capacidad de campo (CC) Izquierda: riego a 25% CC (déficit hídrico alto).



Figura 8. Diferencias de crecimiento entre tratamientos y entre especies.

PESO SECO AÉREO

Cuando se comparó el comportamiento de las tres especies, no se encontraron diferencias significativas en la producción de biomasa aérea entre *Festuca arundinacea* y los *Bromus* a capacidad de campo, es decir sin restricción hídrica (Tabla 1).

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,16281

Error: 0,0094 gl: 121

ESPECIE Medias n E.E.

ESPECIE	Medias	n	E.E.		
FA CC	0,55	8	0,03	A	
BS CC	0,48	8	0,03	A	B
BC CC	0,43	8	0,03	A	B C

Tabla 1. Resultados de ANOVA para valores medios de peso seco aéreo para las tres especies con riego a capacidad de campo.

Cuando se analizó el efecto de los tratamientos de déficit hídrico, se observó que dentro de cada especie, cuanto mayor fue la restricción hídrica, más afectado se vio el crecimiento de las plantas y por ende el peso seco aéreo. También se observó que los dos *Bromus* tuvieron un comportamiento muy similar entre sí en los tres tratamientos, mientras que la *Festuca* mostró mayores descensos en la producción de biomasa bajo restricción hídrica (Figura 9).

Así por ejemplo, cuando la disponibilidad de agua cayó al 50% CC, el descenso en la producción de materia seca aérea fue mayor al 70% respecto del Control regado a CC, y cuando se regó al 25% CC el descenso fue del 90% de lo que produjo el tratamiento testigo.

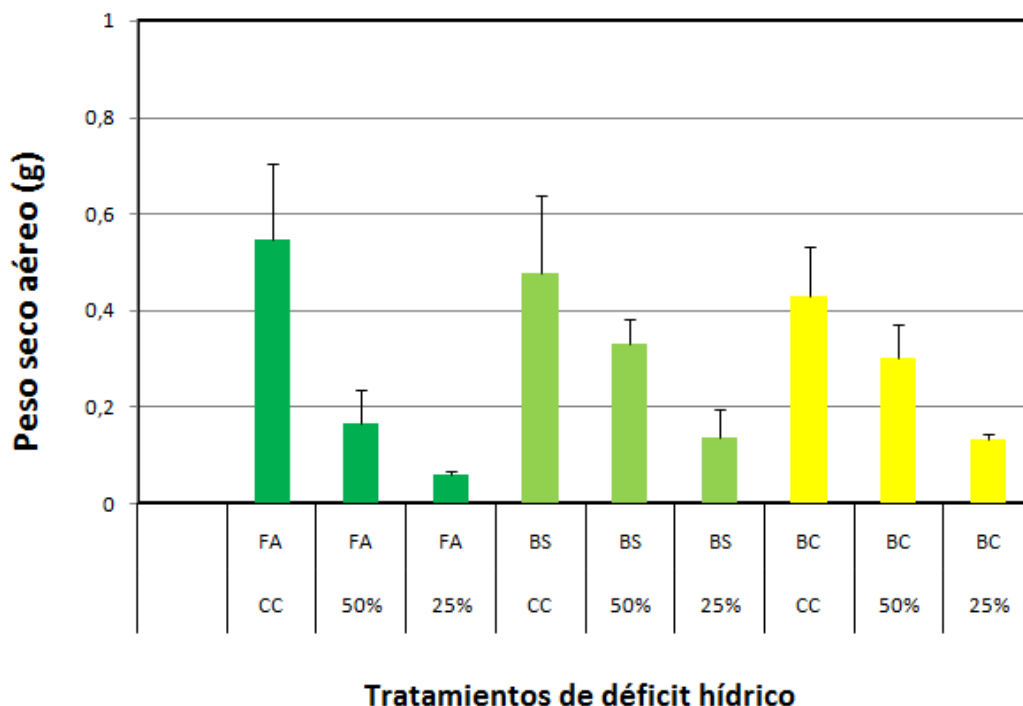


Figura 9. Peso seco aéreo para los diferentes tratamientos de déficit hídrico.

Además, se observó que la festuca con un déficit hídrico intermedio (50% CC) produjo casi lo mismo que los *Bromus* con un déficit hídrico alto (25% CC), evidenciando una mayor resistencia al déficit hídrico en los *Bromus* (Tabla 2).

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,16281
 Error: 0,0094 gl: 121
 ESPECIE Medias n E.E.

FA CC	0,55	8	0,03	A
BS CC	0,48	8	0,03	A B
BC CC	0,43	8	0,03	A B C
BS 6	0,36	8	0,03	B C D
BC 6	0,35	8	0,03	B C D
BS 50	0,33	8	0,03	B C D
BC 50	0,31	8	0,03	C D E
BS 3	0,29	8	0,03	C D E F
BC 9	0,27	8	0,03	D E F
FA 3	0,26	5	0,04	D E F
BC 3	0,25	6	0,04	D E F
BS 9	0,23	8	0,03	D E F
FA 6	0,23	8	0,03	D E F
FA 50	0,17	8	0,03	E F G
FA 9	0,17	8	0,03	E F G
BS 25	0,14	8	0,03	F G
BC 25	0,14	8	0,03	F G
FA 25	0,06	8	0,03	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Tabla 2. Resultados de ANOVA para valores medios de peso seco aéreo. Marcado con color verde oscuro: *Festuca* con déficit hídrico intermedio y ambos *Bromus* con déficit hídrico alto. Indicado con flechas amarillas: *Festuca arundinacea* y *Bromus stamineus* con déficit hídrico intermedio. Marcado con color verde claro: *Bromus stamineus* a CC y con salinidad baja e intermedia.

Sin embargo, la diferencia más notable fue en los tratamientos de déficit hídrico intermedio, donde *Bromus stamineus* produjo un 48,4% más de peso seco que *Festuca arundinacea* (Tabla 2).

En cuanto a los tratamientos de salinidad, no hubo diferencias significativas entre las especies para cada tratamiento, ni tampoco dentro de cada especie (Tabla 2).

Algo llamativo que se observó, es que *Bromus stamineus* no mostró diferencias entre los tratamientos de capacidad de campo y de salinidad intermedia (6 dS m⁻¹), pero sí con el de salinidad baja (3 dS m⁻¹), que produjo un 39,5% menos de peso seco (Figura 10 y Tabla 2). Este fenómeno ha sido reportado en otras pasturas (Baioni, 2021), demostrando que una salinidad moderada es adecuada para el crecimiento de estas especies en los suelos del Sudoeste Bonaerense.

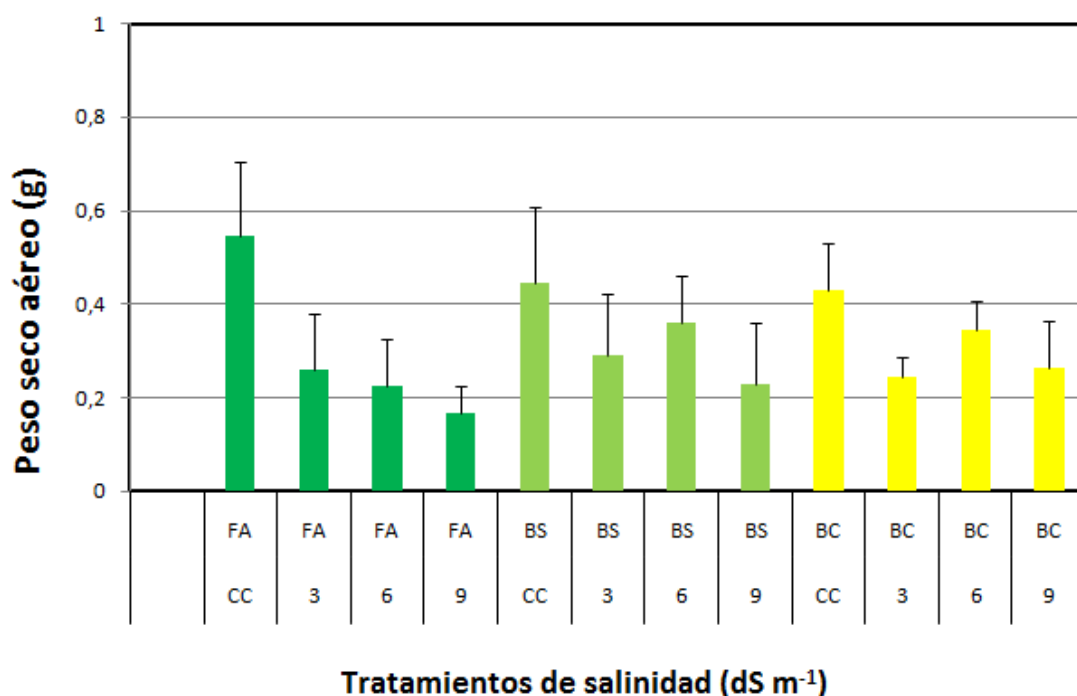


Figura 10. Peso seco aéreo de las tres especies para los tratamientos de salinidad.

En base a los resultados presentados en la Tabla 2 y Figura 10, se observa que las tres especies tuvieron mayor tolerancia a la salinidad que al déficit de agua, en especial cuando ambos fueron severos. Sin embargo, un riego con 25% CC produjo descensos del orden del 70% en ambos *Bromus*, mientras que en *Festuca* fue del 90% la caída en la producción de biomasa a causa del déficit hídrico. El efecto de una salinidad alta (9 dS m⁻¹) causó descensos del 50% en los *Bromus* y del 70% en *Festuca*, con lo cual se demuestra que la especie que menos tolerancia tuvo a los tratamientos aplicados fue ésta última.

HOJAS VIVAS

El efecto de los tratamientos de déficit hídrico no causó diferencias significativas en el número de hojas vivas entre las especies para los distintos tratamientos aplicados (Figura 11 y Tabla 3). Se observaron algunas diferencias significativas en *Festuca arundinacea* y *Bromus stamineus*, donde *F. arundinacea* con déficit hídrico alto tuvo un 47,2% menos de hojas vivas que dicha especie a capacidad de campo, y *Bromus stamineus* a capacidad de campo y con déficit hídrico intermedio tuvo un 54% más de hojas vivas que con déficit hídrico alto. Por otro lado, *Bromus catharticus* no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos.

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,97647
 Error: 1,4105 gl: 122
 ESPECIE Medias n E.E.

ESPECIE	Medias	n	E.E.	
FA CC	6,88	8	0,42	A
FA 3	6,33	6	0,48	A B
BC CC	6,00	8	0,42	A B C
BS 6	6,00	8	0,42	A B C
BC 50	6,00	8	0,42	A B C
BS 50	5,38	8	0,42	A B C D
BS CC	5,38	8	0,42	A B C D
BS 3	5,25	8	0,42	A B C D
FA 9	5,25	8	0,42	A B C D
FA 50	5,13	8	0,42	A B C D
BC 6	5,00	8	0,42	A B C D
BC 3	5,00	6	0,48	A B C D
BS 9	4,75	8	0,42	B C D
FA 6	4,63	8	0,42	B C D E
BC 25	4,25	8	0,42	C D E
BC 9	4,00	8	0,42	D E
FA 25	3,63	8	0,42	D E
BS 25	2,75	8	0,42	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

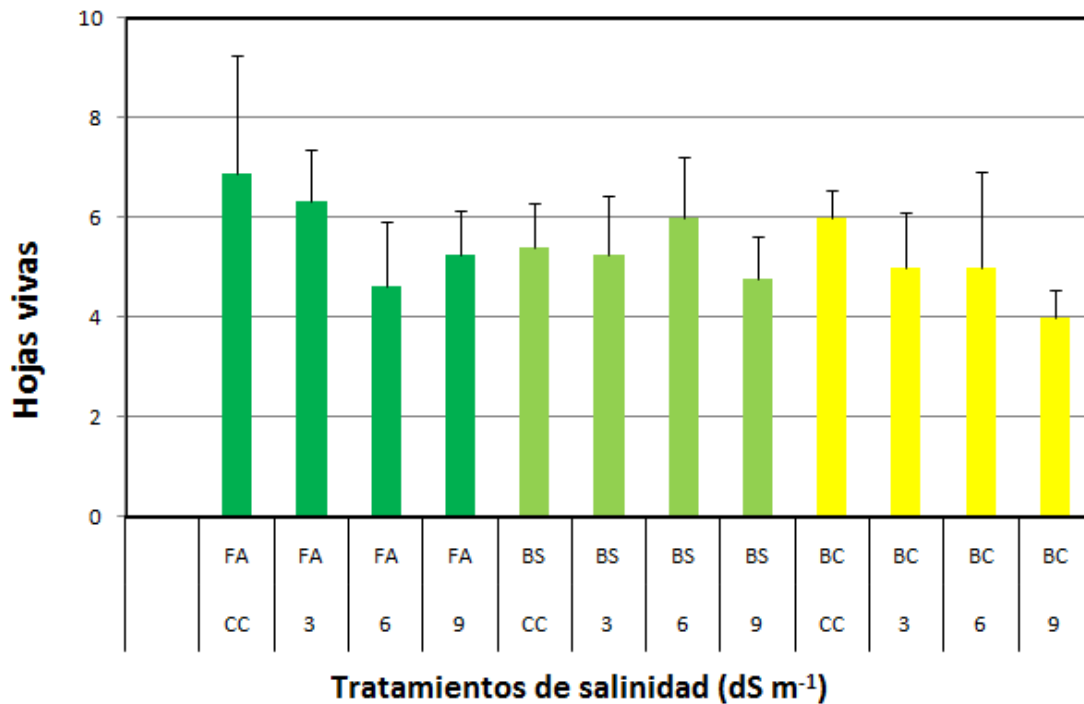
Tabla 3. Resultados de ANOVA para valores medios de hojas vivas para las tres especies con tratamientos de déficit hídrico. Marcado con color amarillo: *B. catharticus*, verde oscuro: *F. arundinacea* y verde claro: *B. stamineus*.



Tratamientos de déficit hídrico

Figura 11. Número de hojas vivas de las tres especies para los tratamientos de déficit hídrico.

En cuanto a los tratamientos de salinidad no hubo diferencias significativas entre las especies para los distintos tratamientos, ni tampoco dentro de cada especie (Figura 12), demostrando nuevamente la tolerancia de estas especies a la salinidad y que el riego salino no afectó y que el riego salino no afectó la supervivencia de las hojas.



Tratamientos de salinidad (dS m⁻¹)

Figura 12. Número de hojas vivas de las tres especies para los tratamientos de salinidad.

Al comparar los resultados de salinidad con los de déficit hídrico, se observó que *Bromus stamineus* con salinidad alta tuvo un 42% más de hojas vivas que con un déficit hídrico alto (Tabla 4), evidenciando que un riego con alta salinidad fue menos perjudicial para las plantas que un déficit hídrico.

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,97647
 Error: 1,4105 gl: 122

ESPECIE	Medias	n	E.E.					
FA CC	6,88	8	0,42	A				
FA 3	6,33	6	0,48	A	B			
BC CC	6,00	8	0,42	A	B	C		
BS 6	6,00	8	0,42	A	B	C		
BC 50	6,00	8	0,42	A	B	C		
BS 50	5,38	8	0,42	A	B	C	D	
BS CC	5,38	8	0,42	A	B	C	D	
BS 3	5,25	8	0,42	A	B	C	D	
FA 9	5,25	8	0,42	A	B	C	D	
FA 50	5,13	8	0,42	A	B	C	D	
BC 6	5,00	8	0,42	A	B	C	D	
BC 3	5,00	6	0,48	A	B	C	D	
BS 9	4,75	8	0,42	B	C	D		
FA 6	4,63	8	0,42	B	C	D	E	
BC 25	4,25	8	0,42	C	D	E		
BC 9	4,00	8	0,42	D	E			
FA 25	3,63	8	0,42	D	E			
BS 25	2,75	8	0,42	E				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Tabla 4. Resultados de ANOVA para valores medios de hojas vivas. Marcado con color verde: *B. stamineus* con salinidad y déficit hídrico altos.

CONTENIDO RELATIVO DE AGUA (CRA)

Cuando se analizó el efecto del déficit hídrico sobre el CRA, se observó que las tres especies tuvieron un comportamiento similar, en especial cuando se compararon los riegos a CC y a 50% de CC, para los que no se encontraron diferencias y los valores de CRA fueron bastante similares. Sin embargo cuando se evaluó el efecto del tratamiento con 25% CC, se observó que *Bromus stamineus* tuvo un descenso más importante que las otras dos especies, que aunque no fue significativo, cayó alrededor de 15 puntos porcentuales respecto de *Bromus catharticus* y *Festuca arundinacea*. Ese descenso en el contenido relativo de agua debería tener un correlato importante a nivel fisiológico y verse reflejado en otros de los parámetros evaluados. El peso seco de *B. stamineus* no difirió de las otras dos para dicho tratamiento (25% CC), así como para el número de hojas vivas, aunque este parámetro manifestó un descenso que no fue significativo.

Se observó que *Bromus stamineus* tuvo los mayores valores de CRA, aunque no difirió de las otras dos especies. Además, *B. stamineus* mantuvo el CRA elevado con 50% CC, aunque con déficit hídrico alto (25% CC) lo disminuyó en un 38,5%. En el caso de *Festuca arundinacea* y *Bromus catharticus*, no se observó ese descenso con el mayor déficit hídrico. Tampoco se

observaron diferencias significativas al comparar cada tipo de tratamiento para las tres especies (Figura 13 y Tabla 5).

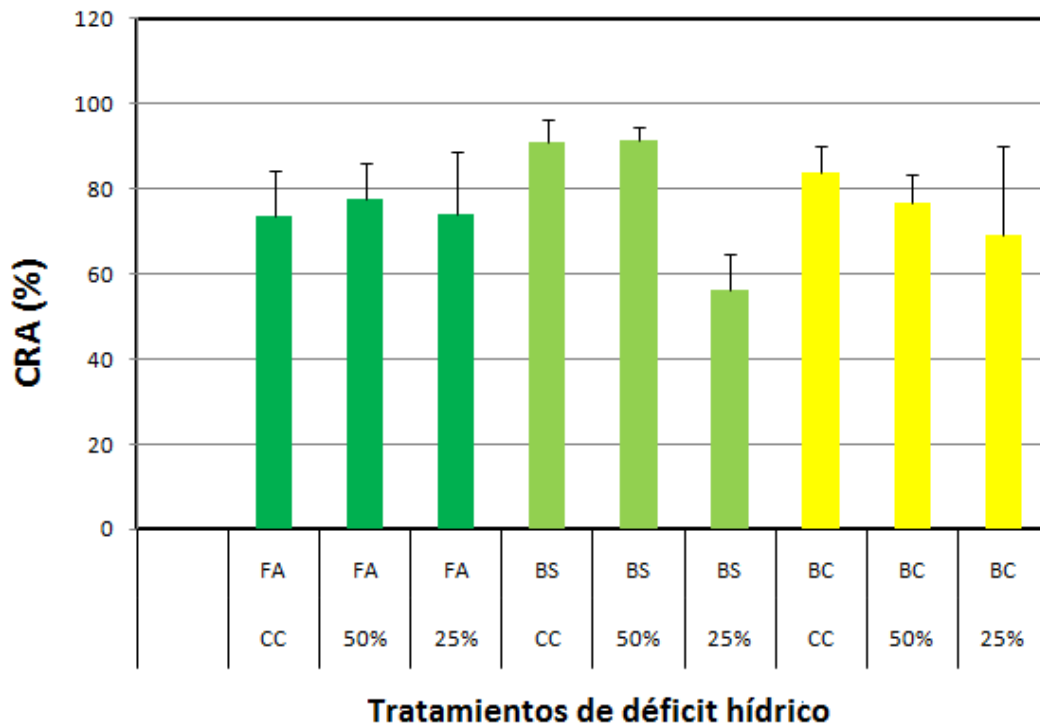


Figura 13. Contenido relativo de agua de las tres especies con los tratamientos de déficit hídrico.

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=23,68376
 Error: 97,6448 gl: 54
 ESPECIE Medias n E.E.

BS 50	91,50	4	4,94	A
BS CC	91,10	4	4,94	A
BS 3	87,42	4	4,94	A
BS 6	85,64	4	4,94	A
BC CC	83,99	4	4,94	A
BC 3	80,47	4	4,94	A
BC 9	80,27	4	4,94	A
BS 9	79,39	4	4,94	A B
FA 9	77,61	4	4,94	A B
FA 50	77,41	4	4,94	A B
FA 3	77,20	4	4,94	A B
BC 50	76,59	4	4,94	A B
BC 6	76,52	4	4,94	A B
FA 25	73,85	4	4,94	A B
FA CC	73,58	4	4,94	A B
FA 6	72,07	4	4,94	A B
BC 25	69,32	4	4,94	A B
BS 25	56,20	4	4,94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Tabla 5. Resultados de ANOVA para valores medios de CRA para las tres especies con tratamientos de déficit hídrico y salinidad. Marcado con color verde oscuro: *F. arundinacea*, con color verde claro: *B. stamineus*, con color amarillo: *B. catharticus*. Indicado con flechas amarillas: *Bromus stamineus* con déficit hídrico alto y salinidad baja e intermedia.

El efecto de los tratamientos de salinidad, como puede verse en el siguiente gráfico (Figura 14) y en la Tabla 5, es que no hubo diferencias significativas entre las especies para cada tratamiento, ni tampoco dentro de cada especie. La salinidad causó menos modificaciones en

el contenido hídrico de los tejidos que el déficit hídrico, como es de suponer y ha sido ampliamente reportado (Hsiao, 1973; Turner 1986).

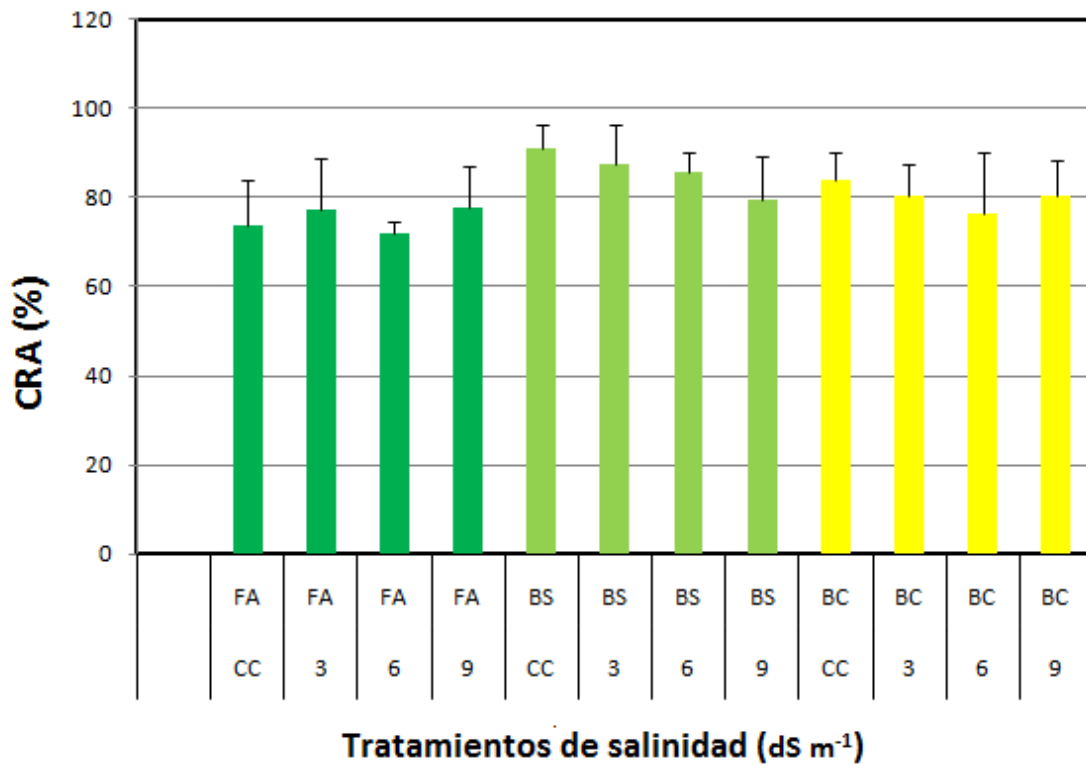


Figura 14. Contenido relativo de agua de las tres especies para los tratamientos de salinidad.

Si se compara salinidad con déficit hídrico, *Bromus stamineus* con salinidad baja e intermedia presentó un 35% más de CRA que con déficit hídrico alto (Tabla 5), evidenciando una vez más que un riego salino fue menos perjudicial para las plantas que un déficit hídrico.

ESTABILIDAD RELATIVA DE MEMBRANAS (ERM)

No hubo diferencias significativas en los valores obtenidos para la estabilidad relativa de membranas entre las especies por efecto del déficit hídrico (Figura 15 y Tabla 6). Tampoco hubo diferencias significativas entre los tratamientos dentro de cada especie.

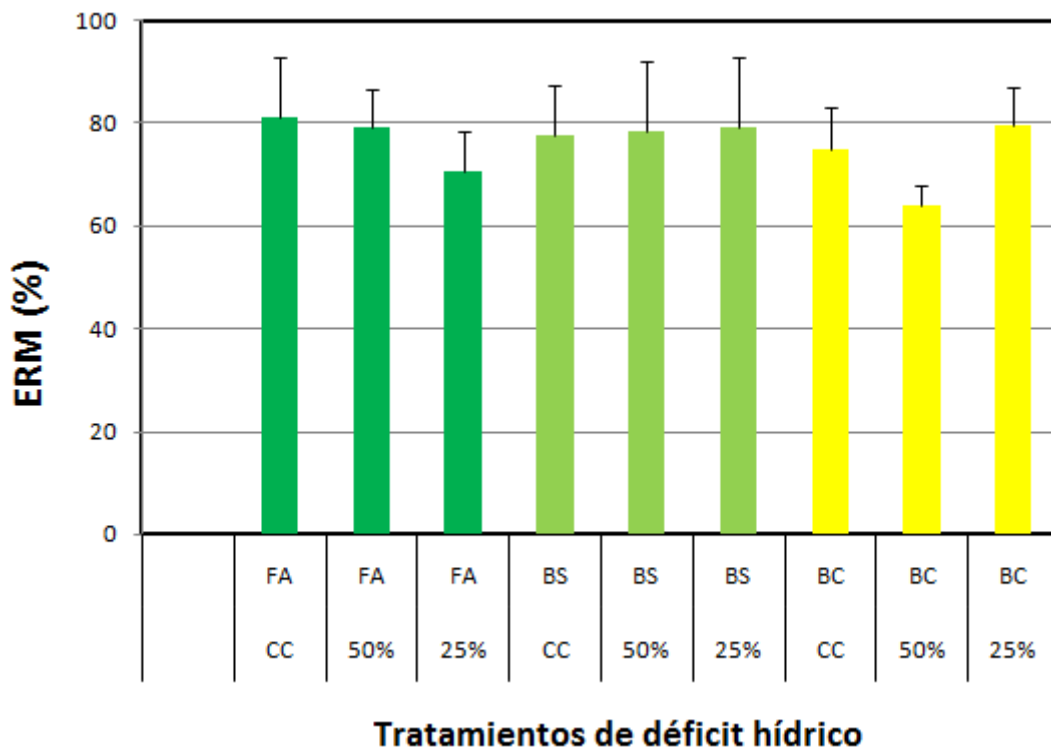


Figura 15. ERM de las tres especies para los tratamientos de déficit hídrico.

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=25,01587

Error: 108,9379 gl: 54

ESPECIE Medias n E.E.

FA CC	81,24	4	5,22	A
BC 25	79,58	4	5,22	A
FA 50	79,24	4	5,22	A
BS 25	79,19	4	5,22	A
BS 50	78,60	4	5,22	A
BS CC	77,83	4	5,22	A B
FA 3	77,39	4	5,22	A B
BC CC	75,09	4	5,22	A B
FA 6	73,66	4	5,22	A B C
FA 25	70,48	4	5,22	A B C D
FA 9	68,58	4	5,22	A B C D E
BS 3	66,92	4	5,22	A B C D E
BC 3	65,67	4	5,22	A B C D E
BC 50	63,95	4	5,22	A B C D E
BS 6	53,52	4	5,22	B C D E
BS 9	48,71	4	5,22	C D E
BC 9	48,21	4	5,22	D E
BC 6	44,42	4	5,22	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Tabla 6. ANOVA para valores medios de ERM de las especies para los diferentes tratamientos. Indicado con flechas amarillas: *Festuca arundinacea* y *Bromus catharticus* con salinidad 6dS m⁻¹. Marcado con color verde: *Festuca arundinacea* a CC, con déficit hídrico intermedio, con salinidad intermedia y alta; *Bromus stamineus* con déficit hídrico y salinidad intermedios y altos; *Bromus catharticus* con déficit hídrico alto, y salinidad intermedia y alta.

Los tratamientos de salinidad causaron diferencias significativas en la estabilidad de membranas entre *Festuca arundinacea* y *Bromus catharticus* para el tratamiento con riego de

6 dS m⁻¹ (salinidad intermedia) donde *Festuca* tuvo un valor 39% mayor (Tabla 6). Un mayor valor de ERM demuestra que estas estructuras fueron menos afectadas por la salinidad.

Con excepción de lo explicado anteriormente, no se observaron diferencias significativas entre la ERM de las diferentes especies para cada tratamiento, ni tampoco dentro de cada especie, aunque -como se observa en la Figura 16- se manifestó una tendencia descendente en la ERM por causa del riego salino.

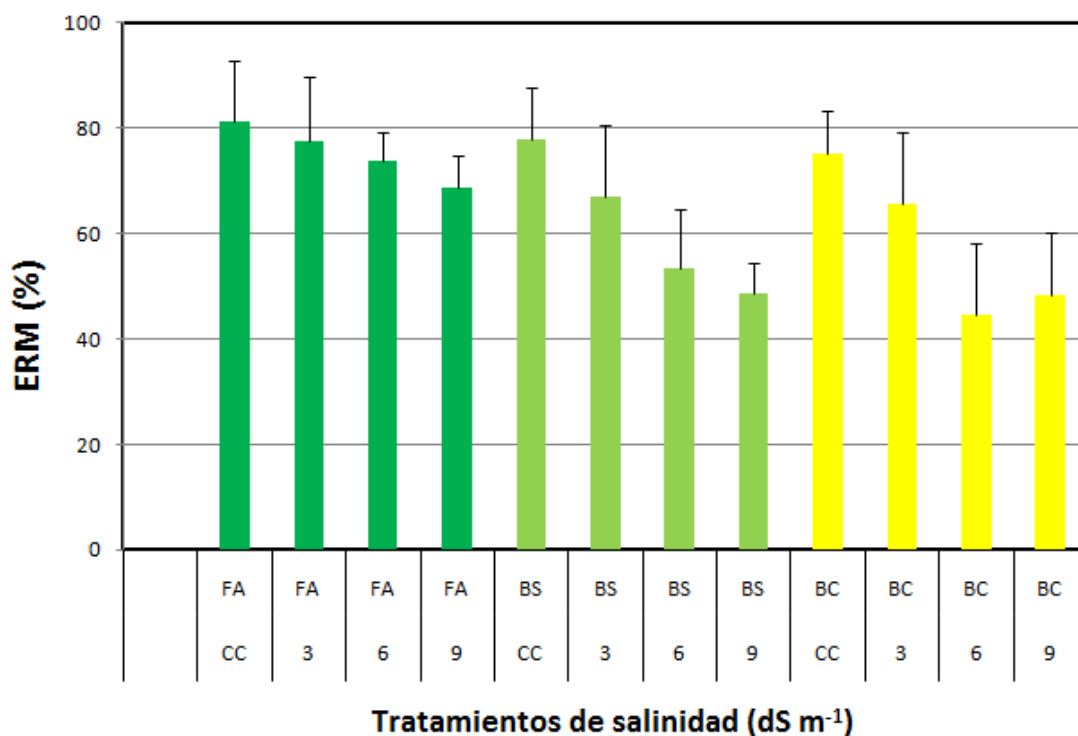


Figura 16. Estabilidad relativa de membranas de las tres especies para los tratamientos de salinidad.

Si comparamos el efecto del riego salino con déficit hídrico, se observó que la salinidad baja (3 dS m⁻¹) y la intermedia (6 dS m⁻¹) en ambos *Bromus* afectaron más a la ERM que el déficit hídrico, tanto alto como intermedio (35,2% para *B. stamineus* y 41,8% para *B. catharticus*). En cambio, *Festuca arundinacea* no mostró diferencias significativas para esos mismos tratamientos (Tabla 6).

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir que:

- Cuanto mayor fue la restricción hídrica, más afectado se vio el crecimiento de las plantas en las tres especies, lo que se vio reflejado en el peso seco aéreo.
- La restricción hídrica tuvo mayor efecto sobre la producción de hojas que la salinidad.
- El riego con alta salinidad es menos perjudicial para las especies evaluadas que una restricción hídrica severa como el riego a 25% de la capacidad de campo, ya que presentaron mayor peso seco aéreo y número de hojas vivas.
- Ante un déficit hídrico importante, ambas especies del género *Bromus* producen el mismo peso seco aéreo que *Festuca arundinacea* con un déficit hídrico intermedio, lo que demostraría una mejor adaptación a estas condiciones adversas por parte de los *Bromus*.
- Ante condiciones de déficit hídrico intermedio, *Bromus stamineus* produce el doble de peso seco aéreo que *Festuca arundinacea*, indicando nuevamente que esta especie presenta una mayor resistencia a la sequía.
- En cuanto al CRA, *Bromus stamineus* mostró ser más sensible que las otras dos especies cuando la restricción hídrica fue alta. Sin embargo, esto no afectó el peso seco aéreo ni el número de hojas vivas, ya que *B. stamineus* no difirió de las otras dos especies para dicho tratamiento (25% CC).
- Para la estabilidad relativa de membranas, el género *Bromus* fue más sensible a la salinidad que al déficit hídrico, mientras que *Festuca arundinacea* no mostró diferencias entre ambos tipos de tratamientos.

Los resultados obtenidos nos indican que se deberían profundizar los estudios sobre esta especie, ya que se observaron algunas tendencias que no tuvieron respaldo estadístico, pero que con otro diseño experimental y ajustando los tratamientos podrían comprobarse.

Para finalizar, se puede decir que *Bromus stamineus* es una muy buena alternativa como pastura para la ganadería en una zona semiárida como lo es el Sudoeste Bonaerense ya que demuestra tener una buena tolerancia al déficit de agua y a la salinidad durante la implantación, que es una etapa crítica para obtener un cultivo a campo. Sería interesante que se difundiera su existencia, ya que su implementación traería beneficios económicos y ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- Azcón Bieto, J., y Talón, M. (2000). Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill Interamericana.
- Baioni, S. S. 2020. Implantación de *Panicum coloratum*: acondicionamiento pregerminativo, tolerancia a la deficiencia de agua y salinidad, evaluación de la maduración y retención de semillas. Tesis de magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca Argentina.
- Bárbaro, L. A., Karlanian, M., y Mata, D. A. (2018). Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. Ediciones INTA; Instituto de Floricultura, INTA.
- Bertolotti, N. (2010). Novedades en forrajeras templadas. Sitio argentino de producción animal. Producir XXI, Bs. As., 18(220):18-26. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/139-novedades_templadas.pdf
- Bona, L. (2021). Tendencias recientes en los cultivos y la producción ganadera en la provincia de Buenos Aires. Una mirada desde sus regiones productivas. Ciencia, Docencia y Tecnología, ISSN 0327-5566. Vol. 32, núm. 62, 1-39.
- Campo, A. M., Ramos, M. B., y Zapperi, P. A. (2009). Análisis de las variaciones anuales de precipitación en el suroeste bonaerense, Argentina. XII Encuentro de Geógrafos de América Latina. Disponible en: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Climatologia/16.pdf>
- Consejo Argentino para la Información y el desarrollo de la biotecnología (ArgenBio). Programa Educativo: Por qué Biotecnología. (2011). Disponible en: Colección El Cuaderno- Estrés de Plantas: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_125.pdf
- Demanet Filippi, R. (2012). Gramíneas perennes. Disponible en: https://praderasypasturas.com/files/menu/catedras/praderas_y_pasturas/2007/23-Granineas-Perennes.pdf
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. and Robledo, C.W. (2011) InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Escaso Santos, F., Martínez Guitarte, J. L., y Planelló Carro, M. d. (2010). Fundamentos Básicos de Fisiología Vegetal y Animal. Pearson Educación, S.A. ISBN: 9788483227350
- Ferrelli, F. (2020). Evaluación de la tendencia y la periodicidad de eventos térmicos y pluviométricos en el Sudoeste Bonaerense (Argentina). Revista Huellas, volumen 24, N°2, 11-25.
- Ferelli, F., Bustos, M. L., y Piccolo, M. C. (2017). Variabilidad climática temporal y sus efectos: aportes al ordenamiento territorial de la costa norte del estuario de Bahía Blanca (Argentina). Revista Universitaria de Geografía vol. 26 no.1, 79-96.
- Hsiao, T. C. 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. of Plant Phys.* 24: 519-570.
- Martínez, S. (2019). La salinidad del suelo y su fertilidad. Fertilab. Disponible en: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-19-025-La-salinidad-del-suelo-y-su-fertilidad.pdf>
- Picardi, M. S., y Giacchero, A. (2015). Productividad de la tierra agrícola en el sudoeste bonaerense. Estudios económicos, 32(65), 73-95.
- Ries, R. E. y Svejcar, T. J. 1991. The grass seedling: *when it is established?* *J. Range Man.* 44 (6): 574-576.

Sherger, E. D., y Jaureguizar, M. (2015). Producción de forrajes y calidad de diferentes especies de cebadilla y festuca asociadas con alfalfa. Universidad Nacional de La Pampa.

Schroeder, V. R., y Formiga, N. (2011). Oportunidades para el desarrollo local: el caso del Sudoeste Bonaerense (Argentina). Cuadernos de geografía: revista colombiana de geografía, 20(2), 91-109.

Torres Carbonell, C. (2010). Oportunidad de las pasturas perennes para mejorar la estabilidad frente a la sequía en los sistemas ganaderos de la zona semiárida. Programa forrajero 2010-2011. Bordenave, Buenos Aires, Argentina: Boletín electrónico de Pregón agropecuario.

Turner, N. C. 1986. Crop Water Deficits: A Decade of Progress. *Adv. Agron.* Vol. 39:1-51.

Vasicek, J. P. (2019). Manual de recomendaciones para la implantación y manejo de pasturas perennes cultivadas en el extremo austral bonaerense. Buenos Aires, Argentina: INTA EEA H. Ascasubi. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_manejo_pasturas_perennes.pdf

ANEXO: Tablas del análisis de la varianza obtenidas en INFOTAT

H. VIVAS

Variable N	R ²	R ² Aj	CV
H. VIVAS140	0,44	0,36	23,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	135,20	17	7,95	5,64	<0,0001
ESPECIE	135,20	17	7,95	5,64	<0,0001
Error	172,08	122	1,41		
Total	307,29	139			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=1,97647

Error: 1,4105 gl: 122

ESPECIE	Medias	n	E.E.						
FA CC	6,88	8	0,42	A					
FA 3	6,33	6	0,48	A	B				
BC CC	6,00	8	0,42	A	B	C			
BS 6	6,00	8	0,42	A	B	C			
BC 50	6,00	8	0,42	A	B	C			
BS 50	5,38	8	0,42	A	B	C	D		
BS CC	5,38	8	0,42	A	B	C	D		
BS 3	5,25	8	0,42	A	B	C	D		
FA 9	5,25	8	0,42	A	B	C	D		
FA 50	5,13	8	0,42	A	B	C	D		
BC 6	5,00	8	0,42	A	B	C	D		
BC 3	5,00	6	0,48	A	B	C	D		
BS 9	4,75	8	0,42		B	C	D		
FA 6	4,63	8	0,42		B	C	D	E	
BC 25	4,25	8	0,42			C	D	E	
BC 9	4,00	8	0,42				D	E	
FA 25	3,63	8	0,42				D	E	
BS 25	2,75	8	0,42					E	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

PSA

Variable N	R ²	R ² Aj	CV
PSA	139	0,65	0,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,15	17	0,13	13,43	<0,0001
ESPECIE	2,15	17	0,13	13,43	<0,0001
Error	1,14	121	0,01		
Total	3,30	138			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=0,16281

Error: 0,0094 gl: 121

ESPECIE	Medias	n	E.E.						
FA CC	0,55	8	0,03	A					
BS CC	0,48	8	0,03	A	B				
BC CC	0,43	8	0,03	A	B	C			
BS 6	0,36	8	0,03		B	C	D		

BC 6	0,35	8	0,03	B	C	D			
BS 50	0,33	8	0,03	B	C	D			
BC 50	0,31	8	0,03		C	D	E		
BS 3	0,29	8	0,03		C	D	E	F	
BC 9	0,27	8	0,03			D	E	F	
FA 3	0,26	5	0,04			D	E	F	
BC 3	0,25	6	0,04			D	E	F	
BS 9	0,23	8	0,03			D	E	F	
FA 6	0,23	8	0,03			D	E	F	
FA 50	0,17	8	0,03				E	F	G
FA 9	0,17	8	0,03				E	F	G
BS 25	0,14	8	0,03					F	G
BC 25	0,14	8	0,03					F	G
FA 25	0,06	8	0,03						G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

PSR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PSR	140	0,42	0,34	42,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,87	17	0,11	5,28	<0,0001
ESPECIE	1,87	17	0,11	5,28	<0,0001
Error	2,54	122	0,02		
Total	4,40	139			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,23998

Error: 0,0208 gl: 122

ESPECIE	Medias	n	E.E.					
BS 6	0,48	8	0,05	A				
BC 6	0,44	8	0,05	A				
BC 9	0,44	8	0,05	A				
BS 50	0,44	8	0,05	A				
FA CC	0,43	8	0,05	A				
FA 9	0,42	8	0,05	A				
BS 3	0,41	8	0,05	A	B			
BC 50	0,40	8	0,05	A	B	C		
BS 9	0,39	8	0,05	A	B	C		
BS CC	0,37	8	0,05	A	B	C		
BC 3	0,36	6	0,06	A	B	C		
FA 3	0,33	6	0,06	A	B	C		
BC CC	0,32	8	0,05	A	B	C		
FA 6	0,31	8	0,05	A	B	C	D	
BC 25	0,18	8	0,05		B	C	D	
FA 50	0,18	8	0,05		B	C	D	
BS 25	0,16	8	0,05			C	D	
FA 25	0,08	8	0,05				D	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

LONG. AEREO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONG. AEREO	140	0,51	0,45	12,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3639,70	17	214,10	7,60	<0,0001
ESPECIE	3639,70	17	214,10	7,60	<0,0001
Error	3435,78	122	28,16		
Total	7075,49	139			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=8,83148

Error: 28,1622 gl: 122

ESPECIE	Medias	n	E.E.							
BS CC	50,29	8	1,88	A						
BS 50	50,28	8	1,88	A						
BS 6	48,64	8	1,88	A	B					
BC CC	48,49	8	1,88	A	B					
BS 3	47,95	8	1,88	A	B					
BC 50	46,46	8	1,88	A	B	C				
FA 6	45,76	8	1,88	A	B	C	D			
BC 9	44,84	8	1,88	A	B	C	D			
BC 6	44,74	8	1,88	A	B	C	D			
FA 3	43,88	6	2,17	A	B	C	D			
FA CC	43,14	8	1,88	A	B	C	D	E		
FA 50	41,86	8	1,88	A	B	C	D	E	F	
BS 25	40,29	8	1,88		B	C	D	E	F	
BC 3	38,42	6	2,17			C	D	E	F	
BS 9	38,08	8	1,88			C	D	E	F	
FA 9	37,58	8	1,88				D	E	F	
BC 25	34,99	8	1,88					E	F	
FA 25	33,23	8	1,88						F	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

LONG.RADICAL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONG.RADICAL	140	0,59	0,54	19,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7853,39	17	461,96	10,50	<0,0001
ESPECIE	7853,39	17	461,96	10,50	<0,0001
Error	5367,77	122	44,00		
Total	13221,16	139			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=11,03868

Error: 43,9981 gl: 122

ESPECIE	Medias	n	E.E.							
BS 3	46,59	8	2,35	A						
BC CC	45,64	8	2,35	A	B					
BC 3	43,52	6	2,71	A	B					
BS CC	42,15	8	2,35	A	B					
BS 6	39,71	8	2,35	A	B	C				
FA CC	38,25	8	2,35	A	B	C				
BC 9	36,61	8	2,35	A	B	C	D			
FA 6	35,99	8	2,35	A	B	C	D			
FA 3	35,58	6	2,71	A	B	C	D			
BC 6	35,36	8	2,35		B	C	D			
BC 25	29,76	8	2,35			C	D	E		
BS 25	29,73	8	2,35			C	D	E		

FA 50	29,28	8	2,35	C	D	E
BS 9	27,13	8	2,35		D	E
BS 50	26,58	8	2,35		D	E
FA 25	25,88	8	2,35		D	E
FA 9	23,71	8	2,35			E
BC 50	21,53	8	2,35			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

PSA/PSR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PSA/PSR		140	0,57	0,51 28,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,21	17	0,54	9,50	<0,0001
ESPECIE	9,21	17	0,54	9,50	<0,0001
Error	6,96	122	0,06		
Total	16,18	139			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=0,39759

Error: 0,0571 gl: 122

ESPECIE	Medias	n	E.E.			
FA CC	1,44	8	0,08	A		
BC CC	1,38	8	0,08	A		
BS CC	1,28	8	0,08	A	B	
FA 50	0,97	8	0,08		B	C
FA 25	0,86	8	0,08			C
BS 25	0,84	8	0,08			C D
FA 3	0,80	6	0,10			C D
BC 6	0,78	8	0,08			C D
BC 50	0,77	8	0,08			C D
BS 50	0,76	8	0,08			C D
BS 3	0,75	8	0,08			C D
BS 6	0,74	8	0,08			C D
BC 25	0,73	8	0,08			C D
FA 6	0,73	8	0,08			C D
BC 3	0,70	6	0,10			C D
BS 9	0,64	8	0,08			C D
BC 9	0,64	8	0,08			C D
FA 9	0,46	8	0,08			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

CRA %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CRA %	72	0,47	0,31	12,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4703,07	17	276,65	2,83	0,0019
ESPECIE	4703,07	17	276,65	2,83	0,0019
Error	5272,82	54	97,64		
Total	9975,89	71			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=23,68376

Error: 97,6448 gl: 54

ESPECIE	Medias	n	E.E.		
BS 50	91,50	4	4,94	A	
BS CC	91,10	4	4,94	A	
BS 3	87,42	4	4,94	A	
BS 6	85,64	4	4,94	A	
BC CC	83,99	4	4,94	A	
BC 3	80,47	4	4,94	A	
BC 9	80,27	4	4,94	A	
BS 9	79,39	4	4,94	A	B
FA 9	77,61	4	4,94	A	B
FA 50	77,41	4	4,94	A	B
FA 3	77,20	4	4,94	A	B
BC 50	76,59	4	4,94	A	B
BC 6	76,52	4	4,94	A	B
FA 25	73,85	4	4,94	A	B
FA CC	73,58	4	4,94	A	B
FA 6	72,07	4	4,94	A	B
BC 25	69,32	4	4,94	A	B
BS 25	56,20	4	4,94		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

ERM %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ERM %	72	0,63	0,51	15,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9982,2017		587,19	5,39	<0,0001
ESPECIE	9982,2017		587,19	5,39	<0,0001
Error	5882,6554		108,94		
Total	15864,84		71		

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=25,01587

Error: 108,9379 gl: 54

ESPECIE	Medias	n	E.E.						
FA CC	81,24	4	5,22	A					
BC 25	79,58	4	5,22	A					
FA 50	79,24	4	5,22	A					
BS 25	79,19	4	5,22	A					
BS 50	78,60	4	5,22	A					
BS CC	77,83	4	5,22	A	B				
FA 3	77,39	4	5,22	A	B				
BC CC	75,09	4	5,22	A	B				
FA 6	73,66	4	5,22	A	B	C			
FA 25	70,48	4	5,22	A	B	C	D		
FA 9	68,58	4	5,22	A	B	C	D	E	
BS 3	66,92	4	5,22	A	B	C	D	E	
BC 3	65,67	4	5,22	A	B	C	D	E	
BC 50	63,95	4	5,22	A	B	C	D	E	
BS 6	53,52	4	5,22		B	C	D	E	
BS 9	48,71	4	5,22			C	D	E	
BC 9	48,21	4	5,22				D	E	
BC 6	44,42	4	5,22					E	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)