

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**INSTALACIÓN Y CONTRIBUCIÓN INICIAL DE *BROMUS  
AULETICUS* TRIN. EX NEES EN SIEMBRAS EN COBERTURA  
SOBRE CAMPO NATURAL DE BASALTO**

**por**

Rodolfo Andrés **FRANCO AQUINO**

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título de  
Magíster en Ciencias Agrarias  
opción Ciencias Vegetales

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
Febrero 2018

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Ing. Agr. (PhD) Federico Condón, Ing. Agr. (PhD) Pablo Boggiano y Zoot. (PhD) Jean Fedrigo, el (día) de (mes) de (año).  
Autor: Ing. Agr. Rodolfo Franco. Director: Ing. Agr. (PhD) Rafael Reyno.

## **DEDICATORIA**

A mi familia, a mis amigos y muy especialmente  
a Marcela y María Cecilia.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los compañeros de INIA que colaboraron en la realización de los muestreos en la Unidad Experimental Glencoe, especialmente a Saulo Díaz, Juan Antúnez y Alfonso Albornoz. También a Rafael Reyno y Martín Jaurena por la paciencia y el aporte desinteresado de sus conocimientos, imprescindibles para el logro de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

Página

PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
<u>1. INTRODUCCIÓN.....</u>	1
1.1 LAS PASTURAS NATURALES DEL BIOMA PAMPA.....	2
1.2 LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN EN LAS PASTURAS NATURALES.....	3
1.3 LA REINTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS.....	4
1.4 CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE <i>BROMUS AULETICUS</i> ...	5
1.5 EL PROBLEMA A RESOLVER.....	7
<u>2. IMPACTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL ESTABLECIMIENTO DE <i>BROMUS AULETICUS</i> EN UN CAMPO NATURAL DE BASALTO.....</u>	9
2.1 RESUMEN.....	10
2.2 SUMMARY.....	11
2.3 INTRODUCCIÓN.....	12
2.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
2.6 CONCLUSIONES.....	23
2.7 BIBLIOGRAFÍA.....	23
<u>3. IMPACTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DE <i>BROMUS AULETICUS</i> EN LA PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE FORRAJE EN MEJORAMIENTOS DE CAMPO EN SUELOS DE BASALTO.....</u>	28

3.1 RESUMEN.....	29
3.2 SUMMARY.....	30
3.3 INTRODUCCIÓN.....	31
3.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
3.6 CONCLUSIONES.....	46
3.7 BIBLIOGRAFÍA.....	46
4. <u>CONCLUSIÓN GENERAL</u> .....	53
5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	55
6. <u>ANEXOS</u> .....	62

# INSTALACIÓN Y CONTRIBUCIÓN INICIAL DE *BROMUS AULETICUS* TRIN. EX NEES EN SIEMBRAS EN COBERTURA SOBRE CAMPO NATURAL DE BASALTO

## RESUMEN

El manejo ganadero con altas cargas y el consecuente sobrepastoreo provocan la degradación de las pasturas naturales. Este proceso se caracteriza por la disminución de especies nativas de alto valor forrajero, como por ejemplo *Bromus auleticus* Trin. ex Nees. La presencia de ecotipos adaptados, la persistencia y su sobrevivencia a los stress hídricos estivales definen a esta especie como de alto potencial para ser reintroducida en campos naturales. Se plantea como objetivo evaluar el impacto de la densidad de siembra en la reintroducción de *Bromus auleticus* sobre campo natural. En el norte del Uruguay en suelos de Basalto superficial y mediante siembras al voleo se realizaron dos experimentos en mayo del 2013 y mayo de 2014. Los tratamientos consistieron en diferentes densidades de siembra 20, 40, 60 y 80 kg de semilla.ha<sup>-1</sup> manteniendo un testigo con igual fertilización que el resto de los tratamientos (CNF). Se evaluó el efecto de los tratamientos en el número de plantas.m<sup>-2</sup> logradas al año de siembra y su impacto en la producción de forraje acumulada y estacional del campo natural. El número de plantas.m<sup>-2</sup> logrado al año de siembra se incrementó hasta la densidad de 60 kg ha<sup>-1</sup> alcanzando entre 100 y 120 plantas.m<sup>-2</sup>. El uso de densidades altas entre 60 y 80 kg ha<sup>-1</sup>, resultaron claves para contrarrestar la disminución de plantas luego del período estival. En el tercer y cuarto año para el experimento 2014 y 2013, respectivamente, con el uso de densidades iguales o por encima de 40 kg ha<sup>-1</sup> se obtuvo una mayor producción relativa de forraje en el período de otoño-invierno (kg MS.ha<sup>-1</sup>) mejorando la distribución de la producción de forraje y sin cambios en la producción acumulada de forraje (kg MS.ha<sup>-1</sup>). En síntesis, estos experimentos evidenciaron que fue posible reintroducir *Bromus auleticus* en siembras al voleo en un campo natural sobre suelos superficiales de basalto. Adicionalmente, la utilización de esta tecnología de bajo costo permitió mejorar la estacionalidad del campo natural.

**Palabras clave:** *Bromus auleticus*, densidad de siembra, forrajeras nativas

## INSTALLATION AND INITIAL CONTRIBUTION OF *BROMUS AULETICUS* TRIN. EX NEES OVERSOWING ON BASALTO NATURAL GRASSLANDS

### SUMMARY

Livestock management with high stocking rates, and their consequent overgrazing effects, cause the degradation of the natural grasslands. This process is characterized by the decrease of native species of high forage value such as *Bromus auleticus* Trin. Ex Nees. The presence of adapted ecotypes, persistence and survival to summer hydric stress define this species as a target species for reintroduction into natural grasslands. Two experiments were carried out in Basaltic shallow soils in the northern region of Uruguay. The objective is to evaluate the impact of *Bromus auleticus* sowing density in the reintroduction on a natural grassland. In the north of Uruguay in superficial Basalt soils and by oversowing two experiments were carried out in May 2013 and May 2014. The treatments consisted of different planting densities: 20, 40, 60 and 80 kg. of seed.ha<sup>-1</sup> keeping a treatment of natural grassland equally fertilized as the rest of the treatments. The effect of the treatments was evaluated in the number of plants achieved one year after sowing and its impact on the accumulated and seasonal forage production of the natural grassland. The number of plants.m<sup>-2</sup> achieved one year after sowing, was maximum for the 60 kg ha<sup>-1</sup> sowing density, reaching between 100 and 120 plants.m<sup>-2</sup>. The use of high densities between 60 and 80 kg ha<sup>-1</sup>, were key to counteract the decrease of plants after the summer period. In the third and fourth year for the 2014 and 2013 experiment, respectively, with the use of equal densities or above 40 kg ha<sup>-1</sup>, a greater relative production of forage was obtained in the autumn-winter period (kg MS.ha<sup>-1</sup>) improving the distribution of forage production and without changes in the accumulated forage production (kg MS.ha<sup>-1</sup>). In summary, these experiments showed that it was possible to reintroduce *Bromus auleticus* by oversowing in natural grassland on superficial basalt soils. Additionally, the use of this low cost technology allowed to modify the seasonal distribution of the natural grassland.

**Keywords:** *Bromus auleticus*, sowing density, native forages

## 1. INTRODUCCIÓN

El campo natural ocupa el 65% del territorio nacional (MGAP-DIEA, 2014) y es la principal fuente de alimentación para la ganadería en el país. El sobrepastoreo modifica la estructura de las praderas naturales disminuyendo su biomasa aérea y la frecuencia de gramíneas cespitosas de alta calidad forrajera (Jaurena et al., 2011). Además de la pérdida de productividad aérea, el sobrepastoreo puede generar procesos de degradación caracterizados por la pérdida de fertilidad y erosión de suelos, lo que resulta incompatible con una ganadería sustentable (Padilla et al., 2009; Millot y Mas, 2004).

La reintroducción de especies nativas de alto valor forrajero como el *Bromus auleticus* es una tecnología que permitiría mejorar la contribución total y estacional de forraje en campos naturales degradados. La especie *Bromus auleticus* posee una amplia distribución en Uruguay, en el sur de Brasil y Argentina (Millot, 2001; Moraes et al., 2000; Olmos, 1993). En condiciones de cultivo, esta especie posee gran persistencia, crecimiento otoño-invernal y con gran sobrevivencia a los stress hídricos estivales (Oliveira y Moraes, 1993; Olmos, 1993; Formoso y Allegri, 1984). Entre las cualidades más importantes, se destaca la adaptación para convivir con especies C4 del campo natural lo que le brinda una excelente capacidad para establecerse en siembras en cobertura (Carriquiry et al., 1990).

A pesar de estas cualidades, la especie posee un muy bajo vigor inicial, lo que implica una limitada competencia inicial en siembras en cobertura (Silva y Moraes, 2009; Olmos, 1993; Ayala y Carámbula, 1992; Boggiano, 1990). En ese sentido, la densidad de siembra constituye uno de los factores más importantes que permitirían acelerar el proceso de instalación de la especie (Carámbula, 2003; Silva et al., 2001; Donald, 1963).

El presente trabajo plantea las siguientes hipótesis: en primer término el incremento de la densidad de siembra permite aumentar el número de plantas logradas al año, y en



segundo término que ello incrementa la productividad de forraje, especialmente en otoño-invierno. En caso de verificar las hipótesis, el estudio contribuirá a generar conocimientos para mejorar la productividad primaria del campo natural.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo, es evaluar la respuesta a la densidad de siembra en cobertura de *Bromus auleticus* sobre campo natural en el número de plantas al año de siembra y en la producción de forraje estacional y total del campo natural.

### 1.1 LAS PASTURAS NATURALES DEL BIOMA PAMPA

La región de los pastizales del Cono Sur representa un importante centro de biodiversidad mundial y proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos a escala mundial (Pillar et al., 2009). La región representada por las pampas en el occidente del Río Uruguay (Pampas de Argentina), los campos del Uruguay y los del Sur de Brasil presentan una gran riqueza de plantas vasculares, aves y mamíferos (Bilenca y Miñarro, 2004; Soriano et al., 1992) y ocupan una superficie de 700.000 km<sup>2</sup> (Soriano et al., 1992). Se reportan más de 2500 plantas vasculares - entre las cuales se encuentran más de 400 gramíneas – entre 430 y 460 especies de aves y 85 especies de mamíferos constituyendo una de las regiones de mayor riqueza de gramíneas del mundo (Bilenca y Miñarro, 2004).

Los pastizales del bioma Pampa (en adelante campo natural), constituyen un recurso biológico que ha co-evolucionado a partir del efecto de varios factores como el fuego (de origen antropogénico), el cambio climático, el pastoreo de grandes mamíferos hasta el comienzo del Holoceno, y más recientemente los efectos del ganado moderno (Behling y Pillar, 2007).

El campo natural tiene la capacidad de resistir y amortiguar el efecto de eventos climáticos extremos como las sequías, mostrando una gran resiliencia, definida como la capacidad de un sistema de volver a su situación original luego de un disturbio (Hillebrand et al., 2008). Esta capacidad normalmente no se observa en las praderas

sembradas, las cuales al estar formadas por pocas especies exóticas no persisten en el mediano plazo. La recomposición del campo natural luego de un evento climático adverso es un ejemplo de estabilidad ecosistémica y resiliencia, capacidad que estaría asociada a la diversidad de especies que lo constituyen (Chapin et al., 2000) y/o por la estabilidad de las especies dominantes (Sasaki y Lauenroth, 2011).

## 1.2 LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN EN LAS PASTURAS NATURALES

La región de los pastizales ha sufrido importantes modificaciones a partir de los cambios en el uso del suelo con la forestación, los procesos de agriculturización, el impacto del sobrepastoreo (Díaz et al., 2006; Paruelo et al., 2006) y la variabilidad climática (Ellis y Swift, 1988). La intensidad de pastoreo establece cambios en la composición de las especies y en la estructura de la vegetación mientras que los eventos climáticos acortan o prolongan el tiempo y la trayectoria de esos cambios (Fuhlendorf et al., 2001).

Según MGAP-DIEA (2014), el área de campo natural pasó de 12,6 millones de hectáreas en el año 1990 a 10,5 millones en la actualidad (reducción de 16,8%), lo que representa a nivel nacional un 64% del uso del suelo.

En pasturas de clima sub-húmedo como el caso de los pastizales de Sudamérica, tanto el manejo de altas cargas como de bajas cargas de acuerdo a la capacidad de la pastura, repercuten en una disminución de la diversidad de especies (Milchunas et al., 1988), En ese sentido, Jaurena (2009) y Millot et al., (1987) señalan que en las regiones tradicionalmente ganaderas como la región de Basalto Superficial, la utilización de altas cargas ganaderas y altas relación lanar/vacuno en interacción con eventos extremos como las sequías, han evidenciado indicios de procesos de degradación. Los principales síntomas del proceso de degradación se relacionan con un incremento del área de suelo desnudo, pérdida de fertilidad, escasa disponibilidad de forraje y una disminución de especies cespitosas de alta calidad forrajera (pérdida de biodiversidad) (Millot y Mas, 2004; Padilla et al., 2009) las que son reemplazadas por gramíneas

menos productivas y malezas enanas pero con tolerancias al sobrepastoreo, (Rosengurtt, 1943). Este proceso es generalmente acompañado de erosión de suelos, debido a la disminución de la cobertura que protege a éste de los agentes como el viento, la lluvia o el escurrimiento superficial (Oliveira et al., 2004).

Si el nivel de degradación no es avanzado, con la regulación de la carga animal por unidad de superficie, sería posible restituir las funciones del campo natural e incrementar su biodiversidad (Jaurena, 2009; Nabinger et al., 2011). Sin embargo, existe un vacío en el conocimiento acerca de si los procesos de degradación debido al sobrepastoreo son procesos irreversibles en el corto y mediano plazo.

En ese marco, la reintroducción de especies es una tecnología que permitiría mitigar los impactos negativos que genera la degradación por sobrepastoreo, restituyendo especies de valor forrajero en situaciones de alta degradación (Martín, 2014) y mejorando el aporte del campo natural en el período invernal (Boggiano et al., 2000; Ayala et al., 2003).

### 1.3 LA REINTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS

Según Lezama et al. (2006) en 6 comunidades observadas de campo natural en Uruguay 3 de ellas presentaban una mayor cobertura de gramíneas estivales respecto a las invernales, mientras que en las restantes la proporción de gramíneas estivales-invernales era más homogénea. La búsqueda de gramíneas invernales rústicas para reincorporar al campo natural por medio de métodos económicos posibilitaría la recuperación productiva invernal en calidad y cantidad en procura de levantar restricciones productivas de importancia para sistemas extensivos (Silva et al., 2001; Zanoniani et al., 2001; Bermúdez et al., 1996).

La utilización del término “reintroducción” se contrapone al de “introducción” en función de que se trata de especies nativas que forman parte del ecosistema prístino no obstante han disminuido su frecuencia o desaparecido en su totalidad debido a los

factores antes mencionados.

La adaptación de la especie a las siembras en cobertura es un aspecto importante si se pretende realizar siembras en campos superficiales con presencia de rocosidad que impiden la utilización de maquinarias para remoción de tapiz. En estas condiciones, según Carámbula y Terra (2000), se debe recurrir a las especies y cultivares mejores adaptadas a las condiciones ambientales locales. También señalan que en condiciones de competencia del tapiz nativo la especie a introducir (o re-introducir) enfrenta una baja disponibilidad de nitrógeno y baja humedad en suelos con poca capacidad de almacenaje lo que conduce a establecimientos muy variados. Así mismo, la presencia de restos secos o mantillo cumpliría una función protectora, disminuyendo la desecación de la superficie, aumentando la protección del suelo y las semillas a las temperaturas extremas, ofreciendo a las plántulas un microambiente adecuado sin que signifique interacción de competencia (Risso, 1997; Ayala y Carámbula, 1992; Dowling et al., 1971).

*Bromus auleticus* es una especie nativa que posee ventajas ecológicas comparativas para la recuperación de campos naturales degradados en función de su adaptación a la siembra en coberturas, con énfasis en la recuperación de la producción invernal (Millet, 2001; Boggiano et al., 2000; Olmos, 1993) dada por su distribución otoño-invierno y calidad del forraje (Moraes et al., 2000).

#### 1.4 CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE *BROMUS AULETICUS*

*Bromus auleticus* posee una amplia distribución en Uruguay, en el sur de Brasil y Argentina (Millet, 2001; Moraes et al., 2000; Olmos, 1993). Es una especie perenne, con gran capacidad de adaptación (Condón et al., 2017), de gran persistencia, crecimiento otoño-invernal estable, que ha sido reportada con latencia estival breve (Rosengurtt, 1946; Rivas, 2001) o sin latencia estival (García, 2003; Scheffer-Basso et al. 2009), lo que permite su sobrevivencia a los stress hídricos estivales (Oliveira y Moraes, 1993; Olmos, 1993; Formoso y Allegri, 1984) así como la posibilidad de

crecer siempre y cuando las condiciones ambientales lo permitan (Methol y Freire, 1990). En Uruguay existe una muy amplia diversidad de la especie en dimensiones foliares, vellosoidad y producción de rizomas existiendo relación entre el tipo de *Bromus auleticus* y el lugar o región de origen de las accesiones (Condón et al., 2017). Esto genera la oportunidad para la selección de ecotipos adecuados a la incorporación en el tapiz natural con métodos de mínimo laboreo (Carriquiry et al., 1990).

Es de las especies de la tribu *Festuceae* que mejor sobrevive al stress hídrico estival adaptándose a todos los suelos independientemente de su fertilidad y/o profundidad, con la condición de que sean bien drenados por no tolerar el anegamiento (García, 2003; Millot, 2001; Olmos, 1993; Carriquiry et al., 1990).

La productividad de esta especie es estable y persistente en comparación con otras especies invernales evaluadas (García, 2003; Moraes et al., 2000; Oliveira y Moraes, 1993) sobre todo en lugares con suelos superficiales en períodos de temperaturas altas (Millot, 2001). En el año de siembra, presenta menores rendimientos en relación a un conjunto de especies anuales, bianuales y perennes evaluadas, pero mantiene posteriormente rendimientos anuales superiores tanto en siembras convencionales (García, 2003; Davies, 1990; Boggiano, 1990) como en coberturas (Zanoniani et al., 2001). En ese sentido Moliterno y Rucks (1998) afirman que la consideración de la importancia de *Bromus auleticus* tiene que ver con la estabilidad y persistencia productiva en el tiempo.

Es importante el rol de esta especie en términos nutritivos, como complemento al campo natural en período invernal debido a la baja frecuencia de especies invernales (Millot, 2001). *Bromus auleticus* posee muy buena palatabilidad y accesibilidad para los animales en función de su digestibilidad y nivel proteico (Bemhaja, 2001; Olmos, 1993; Berretta et al., 1990; Davies, 1990). Por tratarse de una planta de tipo productivo fino (Rosengurtt, 1979), es muy apetecida por los animales y tiene tendencia a desaparecer con la selectividad animal, es por eso que la especie se adapta mejor a pastoreos con descansos (Bemhaja, 2001; Olmos, 1993).

Otra característica de importancia es la capacidad de resiembra espontánea en condiciones de campo natural, lo que implica asegurar la persistencia de la especie y también la capacidad de resistir la competencia de especies establecidas (Olmos, 1993; Davies, 1990).

### 1.5 EL PROBLEMA A RESOLVER

A pesar de las características favorables de *Bromus auleticus* para las siembras en cobertura en campos naturales, la lenta implantación inicial constituye un factor limitante para el éxito de esta tecnología (Silva y Moraes, 2009; Bemhaja, 2001; Millot, 2001; Boggiano et al., 2000; Moraes et al., 2000; Ayala y Carámbula, 1992; Olmos, 1993; Boggiano, 1990).

Mejoras en el número de plántulas, en la medida en que no se aumente la competencia intraespecífica, implican mejores condiciones para la competencia, sobrevivencia y persistencia futura de la especie con las especies residentes del campo natural (Zarza et al., 2013; Carámbula, 2003; Zanoniani et al., 2001; Bermúdez et al., 1996). Disponer del conocimiento acerca de la existencia de un óptimo número de plantas o densidades de siembras, facilitaría la adopción de paquetes tecnológicos para reintroducir *Bromus auleticus* por parte de los productores en la medida en que disminuye el tiempo en que debe restringir el acceso de los animales y su utilización.

Entre los factores más importantes para mejorar la implantación inicial se encuentra la elección de la densidad de siembra (Zarza et al., 2013; Carámbula, 2003; Silva et al., 2001; Risso, 1998). Las densidades utilizadas en investigaciones previas van de 10 a 60 kg ha<sup>-1</sup> en forma de cultivos puros (García, 2003; Moliterno et al., 2001; Olmos, 1993), o en coberturas sobre campo natural (Ayala et al., 2003; Ayala y Carámbula, 1992; Boggiano et al., 2000).

La densidad de siembra debe aumentar, especialmente en la medida en que el grado de perennidad de una especie se incrementa, y/o en suelos mal preparados con alto potencial de enmalezamiento (Carámbula, 2003; Davies, 1990), o en siembras en

coberturas, suelos pobres y tapices densos (Barreto, 2001). La productividad de forraje se eleva en respuesta al aumento de la densidad de siembra hasta alcanzar rendimientos máximos constantes a partir de los cuales no hay impacto del aumento de la cantidad de semilla sembrada (Davies, 1990; Donald, 1963).

En términos generales han sido muy escasas las experiencias de siembras en coberturas de gramíneas en suelos de Basalto orientadas a la recuperación productiva y ecológica de los campos. En los artículos de la presente tesis se plantean los objetivos de cuantificar el efecto de la densidad de siembra de *Bromus auleticus* en: i) el establecimiento de plantas, y ii) la productividad de forraje de un campo natural de Basalto superficial.

En el primer artículo se estudia el efecto de la densidad de siembra en el número y evolución de plantas de *Bromus auleticus* a los 30, 60, 90, 120 y un año post siembra, en el coeficiente de logros de plantas y el porcentaje de sobrevivencia estival en dos experimentos (2013 y 2014).

En el segundo artículo se estudia la relación del número de plantas.m<sup>-2</sup> logrado al año de siembra con la producción total de forraje (kg MS.ha<sup>-1</sup>) acumulada en el segundo y tercer año para cada experiencia y la producción estacional relativa del campo natural en los experimentos 2013 y 2014 en el cuarto y tercer año, respectivamente.

2. IMPACTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL ESTABLECIMIENTO DE BROMUS AULETICUS EN UN CAMPO NATURAL DE BASALTO<sup>1</sup>

Franco Rodolfo<sup>1</sup>, Jaurena Martín<sup>2</sup>, Reyno Rafael <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sede Tacuarembó, Universidad de la República. Ruta 5 km 386,200, CP 45000, Tacuarembó, Uruguay. Correo electrónico: [rodolfo.franco@cut.edu.uy](mailto:rodolfo.franco@cut.edu.uy)

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Programa Pasturas y Forrajes. Estación Experimental INIA Tacuarembó. Ruta km 386, Tacuarembó, Uruguay.

---

<sup>1</sup> Artículo escrito para presentar en Revista Agrociencia (Uruguay).



## 2.1 RESUMEN

### **Impacto de la densidad de siembra en el establecimiento de *Bromus auleticus* en un campo natural de Basalto**

El sobrepastoreo de los campos naturales ha determinado la disminución de especies nativas de alto valor forrajero, como es el caso de *Bromus auleticus* Trin. ex Nees en el bioma Pampa. La reintroducción de especies nativas de alto valor forrajero sembradas sobre el campo natural aparece como una tecnología promisoría para la recuperación de dichos ambientes. No obstante, no ha sido suficientemente desarrollada principalmente por la falta de semilla comercial de la especie y por falta de información que oriente el manejo de la implantación. En ese sentido, se hace necesario conocer cuál es la densidad de siembra de *Bromus auleticus* más adecuada para lograr la reintroducción de la especie. Se presentan resultados de dos experimentos de campo en los que se evaluó el efecto de la densidad de siembra de *Bromus auleticus* sembrado al voleo sobre campo natural en el año 2013 y en el año 2014, en la región de Basalto de Uruguay. Los tratamientos consistieron en diferentes densidades de siembra: 20, 40, 60 y 80 kg ha<sup>-1</sup>. Con densidades de siembra de hasta 60 ha<sup>-1</sup>, se alcanzaron coeficientes de logro de 18 y 26% a los 120 días post siembra y niveles de sobrevivencia estival de 52 y 30% en los experimentos 2013 y 2014, respectivamente, obteniéndose al año de siembra 115 y 103 plantas.m<sup>-2</sup> de *Bromus auleticus*, para las siembras 2013 y 2014, respectivamente. Densidades de siembra de 60-80 kg ha<sup>-1</sup> permitieron lograr una mayor cantidad de plantas de *Bromus auleticus* en el período de establecimiento de la pastura, compensando con menores porcentajes de sobrevivencia en el verano.

Palabras clave: *Bromus auleticus*, campo natural, especies nativas, densidad de siembra.

## 2.2 SUMMARY

### **Impact of sowing density on the establishment of *Bromus auleticus* in a Basaltic natural grasslands**

The overgrazing of natural grasslands has determined the decrease of native species of high forage value, as in the case of *Bromus auleticus* Trin. ex Nees in the Pampa biome. The reintroduction of native species of high forage value overseeded into natural grasslands appears as a promising technology for the recovery of these environments. However, has not been sufficiently described, as the consequence of the absence of commercial seed of the species and the lack of information to guide the establishment management. In this sense, it is necessary to know the sowing rate ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) of *Bromus auleticus* necessary to achieve the reintroduction of the species. Two field experiments were carried out to assess the effect of the sowing density of *Bromus auleticus* sown into the natural grasslands in 2013 and in 2014, in the Basaltic region of Uruguay. The treatments consisted of different sowing rates: 20, 40, 60 and 80  $\text{kg ha}^{-1}$ . With sowing rates up to 60  $\text{kg ha}^{-1}$ , achievement coefficients of 18 and 26% were reached at 120 days post-sowing and summer survival percentages of 52 and 30% in the 2013 and 2014 experiments, respectively, obtaining the year of sows 115 and 103  $\text{plantas.m}^{-2}$  of *Bromus auleticus*, for 2013 and 2014 experiments, respectively. Seeding densities of 60-80  $\text{kg ha}^{-1}$  allowed to achieve a greater amount of *Bromus auleticus* plants achieved in the establishment period, compensating with lower percentages of survive during the first summer.

Key words: *Bromus auleticus*, native grasslands, native species, sowing density.

## 2.3 INTRODUCCIÓN

En las regiones tradicionalmente ganaderas de Uruguay como la región de Basalto, y en particular en las zonas en que dominan los suelos superficiales, la utilización de altas cargas ganaderas y alta relación lanar/vacuno pueden generar procesos de degradación productiva del campo natural (Millot et al., 1987). Especialmente, cuando estos manejos se dan en interacción con eventos climáticos extremos como las sequías severas. Estos procesos son incompatibles con sistemas ganaderos sustentables y se caracterizan principalmente por la disminución de la frecuencia de especies de interés forrajero, pérdida de biodiversidad y pérdida de productividad (Rosengurtt, 1943; Milchunas et al., 1988; Millot y Mas, 2004; Oliveira et al., 2004; Padilla et al., 2009). En ese marco, la reintroducción de especies de alto valor forrajero es una tecnología que permitiría mitigar los impactos negativos que genera la degradación por sobrepastoreo, recuperando la productividad y mejorando el aporte de forraje invernal (Boggiano et al., 2000; Silva et al., 2001; Ayala et al., 2003).

Entre las especies mayormente descritas, la especie nativa *Bromus auleticus* Nees, con amplia distribución en Uruguay, sur de Brasil y Argentina (Olmos, 1993; Moraes et al., 2000; Millot, 2001), aparece como una de las más prometedoras para la recuperación de campos naturales degradados. Esta especie presenta ventajas comparativas para desarrollar tecnologías de recuperación debido a su: i) adaptación a las siembras en coberturas, ii) aporte otoño-invernal, iii) capacidad de resiembra espontánea, iv) alto valor nutricional (digestibilidad y nivel proteico), y v) alta persistencia, estabilidad productiva y tolerancia a los estrés hídricos estivales (Berretta et al., 1990; Davies, 1990; Oliveira y Moraes, 1993; Olmos, 1993; Formoso y Allegri, 1984; Boggiano et al., 2000; Moraes et al., 2000; Bemhaja, 2001; Millot, 2001; García, 2003).

En la medida en que aumenta el grado de perennidad de una especie, también se incrementa su susceptibilidad a la competencia y la velocidad de implantación es más lenta (Olmos, 1993; Carámbula, 2003). El incremento en la densidad de siembra, y por ende el número de plantas logradas, permitiría entre otros beneficios alcanzar producciones más altas y en forma anticipada (Donald, 1963). A pesar de todas sus características favorables, la lenta

implantación de *Bromus auleticus* constituye un factor limitante para la instalación inicial de la especie tanto en siembras convencionales como en coberturas, afectando la capacidad de competencia, su sobrevivencia y persistencia futura (Boggiano, 1990; Ayala y Carámbula, 1992; Olmos, 1993; Boggiano et al., 2000; Moraes, et al., 2000; Bemhaja, 2001; Millot, 2001; Zanoniani et al., 2001; Silva y Moraes, 2009). Las mejoras en la instalación inicial de *Bromus auleticus* también mejoraría las posibilidades de adopción productiva de técnicas de recuperación, en la medida en que disminuye el tiempo en que debe restringir el acceso de los animales y su utilización.

Entre los factores más importantes que inciden en la instalación de la especie se encuentra la densidad de siembra (Silva et al., 2001; Carámbula, 2003). Las densidades de *Bromus auleticus* utilizadas en investigaciones anteriores van de 10 a 60 kg ha<sup>-1</sup>, tanto en forma de cultivos puros (Olmos, 1993; Moliterno et al., 2001; García, 2003), como en coberturas sobre campo natural (Ayala y Carámbula, 1992; Boggiano et al., 2000; Ayala et al., 2003). En la región del Bioma Campos han sido escasas las experiencias de siembras en coberturas de gramíneas nativas en suelos superficiales orientadas a la recuperación productiva y ecológica de los campos naturales. En consecuencia, se hace necesario estudiar los factores que inciden en la instalación y competencia inicial de *Bromus auleticus* en resiembras sobre campo natural.

De esta forma, se plantea la hipótesis de que existe un nivel óptimo de densidad de siembra de *Bromus auleticus* que permite maximizar el número de plantas logradas en el año de siembra. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra de *Bromus auleticus* en el coeficiente de logro, en el porcentaje de sobrevivencia estival y en el número de plantas establecidas en el año siguiente a la siembra.

## 2.4 MATERIALES Y MÉTODOS

### **Material experimental y condiciones climáticas**

La investigación fue realizada en la Unidad Experimental Glencoe en el norte de Uruguay (32,09°S; 57,81°W). Se realizaron dos experimentos de campo en los que se evaluó el efecto de la densidad de siembra de *Bromus auleticus* sembrado al voleo sobre un campo natural en

un suelo de Basalto. Las 10 principales especies observadas en el sitio donde se realizaron ambas experiencias fueron *Bothriochloa laguroides*, *Paspalum notatum*, *Schizachirium spicatum*, *Coelorhachis seloana*, *Stipa setigera*, *Baccharis coridifolia*, *Eragrostis lugens*, *Piptochaetium stipoides*, *Aristida uruguayensis* y *Cyperus sp.* Mientras que la cobertura del suelo fue la siguiente: restos secos 40%, fracción verde 56%, suelo desnudo 2% y piedra 2%. Los sitios donde se realizaron ambos experimentos estuvieron sin corte o pastoreos por 120 días hasta que previo a la siembra se aplicó una pastera experimental a 3 cm de altura. Este manejo incrementaría las fracciones de restos secos y mantillo la que cumple una función de protección preservando humedad y evitando fluctuaciones drásticas de temperaturas lo que se relaciona a mejoras en la implantación (Dowling, 1971, Risso, 1997, Ayala y Carámbula, 1992). El primer experimento se instaló en el mes de mayo del 2013, y luego se repitió en el mes de mayo de 2014. Los sitios experimentales se ubicaron en áreas contiguas, no obstante, se detectaron diferencias en la profundidad promedio del suelo: 31 cm y mayor a 50 cm para los experimentos 2013 y 2014, respectivamente. Las siembras fueron realizadas al voleo los días 7 y 28 de mayo para los años 2013 y 2014, respectivamente. En la Cuadro 1 se presentan las características climáticas acontecidas en el período siembra-120 días pos siembra (dps) y para el primer período estival (tomado desde mediados de diciembre a mediados de marzo).

Cuadro 1. Precipitaciones (mm) y Evapotranspiración potencial (mm) ocurridas en el período entre la siembra y los 120 días después de la siembra (dps) y en el período estival para ambos experimentos.

Expto	Variable	Período 120 dps					Período Verano dps				
		May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Dic	Ene	Feb	Mar
2013	PP (mm)	212	75	46	6	153	196	15	160	175	61
	ETP(mm)	39	28	34	59	85	114	196	174	122	99
2014	PP (mm)	76	205	53	100	61	250	114	103	5	6
	ETP(mm)	27	31	60	76	113	135	145	154	138	118

\*Las siembras se realizan el 7 y el 28 de Mayo de 2013 y 2014, respectivamente.

Estación Meteorológica Glencoe, Coordenadas: 32° 1' 11,91" Sur, 57° 9' 18,58" Oeste.

Las precipitaciones en ambos experimentos, durante el período entre la siembra y los 120 días post siembra, no fueron limitantes si se compara con la evapotranspiración potencial. En cambio, las lluvias en el período estival fueron muy deficitarias para el experimento 2014 lo que se desprende de la diferencia entre las precipitaciones ocurridas y la evapotranspiración principalmente para los meses de febrero y marzo del año 2015 correspondientes con el primer verano para esa siembra (Cuadro 1).

### **Diseño experimental y tratamientos**

El diseño experimental utilizado en cada experimento fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las unidades experimentales fueron parcelas de 10 m<sup>2</sup> (2x5 m) sembradas al voleo sobre un tapiz de campo natural de basalto. Las parcelas se fertilizaron previo a la siembra con 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y a los 100 días post siembra se realizó una fertilización con 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (en forma de urea). Los tratamientos consistieron en densidades de siembra de 20, 40, 60 y 80 kg ha<sup>-1</sup>, los cuales implicaron 375, 750, 1125 y 1500 semillas viables.m<sup>2</sup> (con porcentajes de germinación de 74 y 76% y peso de 1000 semillas de 4,0 y 4,2, para los experimentos 2013 y 2014, respectivamente). Se utilizó una línea experimental de *Bromus auleticus*, generada por el Programa de Pasturas y Forrajes de INIA, seleccionado a partir de un ecotipo proveniente de la Unidad Experimental Glencoe denominado “Los Paraísos”. La semilla sembrada correspondió a la cosecha de los años 2012 y 2013 para los experimentos 2013 y 2014, respectivamente. Previo a la siembra, el forraje del área experimental fue cortado con rotativa experimental dejando un remanente de 3 cm. La semilla utilizada en los experimentos fue tratada previamente con fungicida TMTD + Carbendazim (0,02 ml kg<sup>-1</sup> de semilla) más insecticida Tiamethoxan (0,02 ml kg<sup>-1</sup> de semilla).

### **Variables evaluadas**

Se registró el número de plantas por m<sup>2</sup> por medio de conteo directo utilizando 3 rectángulos fijos de 0,1 m<sup>2</sup> en cada unidad experimental, los cuales fueron evaluados en los momentos de conteo 30, 60, 90, 120 días y 1 año post siembra para cada experimento (siembras 2013 y 2014). A partir de esta información se determinó: i) el coeficiente de logro (%) calculado como el cociente entre las plantas de *Bromus auleticus* observadas.m<sup>-2</sup> a los 120 días desde la

siembra (120 dps) y el número de semillas viables sembradas.m<sup>-2</sup>, y ii) la sobrevivencia estival (%) calculado como el cociente entre el número de plantas presentes al año de siembra y el número de plantas registrado a los 120 días.

### **Análisis estadístico**

Para analizar la variable número de plantas se utilizó un modelo lineal generalizado mixto, el cual fue ajustado usando una distribución *Poisson*. Los datos se transformaron usando la función logarítmica para asegurar el ajuste del modelo. Se realiza test de Normalidad de *Shapiro Wilks* y test de homogeneidad de varianzas a los efectos de descartar la distribución Normal. Los efectos fijos incluidos en el modelo correspondieron al efecto bloque, densidad, momento de conteo y la interacción densidad por momento de conteo. El efecto de parcela se modeló como aleatorio. A los efectos de determinar el efecto experimento e interacción tratamiento por experimento, en el análisis conjunto 2013 y 2014 se agregaron en el modelo los factores fijos experimento y la interacción tratamiento por experimento. Los efectos significativos fueron comparados con la prueba de comparaciones de medias LSD de Fisher ( $\alpha=0,05$ ) sobre las medias ajustadas. En el caso de la variable número de plantas los tratamientos se compararon longitudinalmente y en cada momento de conteo.

Para las variables coeficiente de logros y sobrevivencia estival, el modelo estadístico utilizado es el mismo a la variable número de plantas, no obstante, no incluye el factor fijo “momento de conteo” ni su interacción con la densidad. A los efectos de estudiar la relación entre coeficiente de logro y sobrevivencia estival se realizó un análisis de regresión lineal simple utilizando como variable dependiente a la sobrevivencia estival y como variable independiente al coeficiente de logro. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2017) con su interfaz con el software R (R Core Team, 2014).

## **2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Número de plantas de *Bromus auleticus* al año post siembra**

Las diferencias climáticas de 2013 y 2014 no generaron un efecto experimento ( $p=0,3927$ ), ni interacción densidad de siembra x experimento ( $p=0,2531$ ) para la variable número de

plantas.m<sup>-2</sup>. En cambio, la densidad de siembra presentó efectos significativos ( $p < 0,0001$ ) en el número de plantas de *Bromus auleticus* en los diferentes momentos de evaluación. A pesar de las diferencias en las lluvias estivales ocurridas en los experimentos 2013 y 2014, el efecto de los tratamientos de densidad de siembra fue consistente, evidenciando que el efecto fue independiente del efecto año. En función de estos resultados, a continuación, se presentan en forma conjunta los resultados de la evolución del número de plantas de los experimentos 2013 y 2014.

En las determinaciones realizadas a los 30, 60, 90, 120 días post siembra (dps), el número de plantas por m<sup>2</sup> se incrementó en forma significativa ( $p < 0,05$ ) al aumentar la densidad de siembra hasta 80 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1). A los 120 dps los tratamientos con densidades de 20, 40 y 60 kg ha<sup>-1</sup> alcanzaron el 24%, 45% y 72% de las plantas obtenidas con 80 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

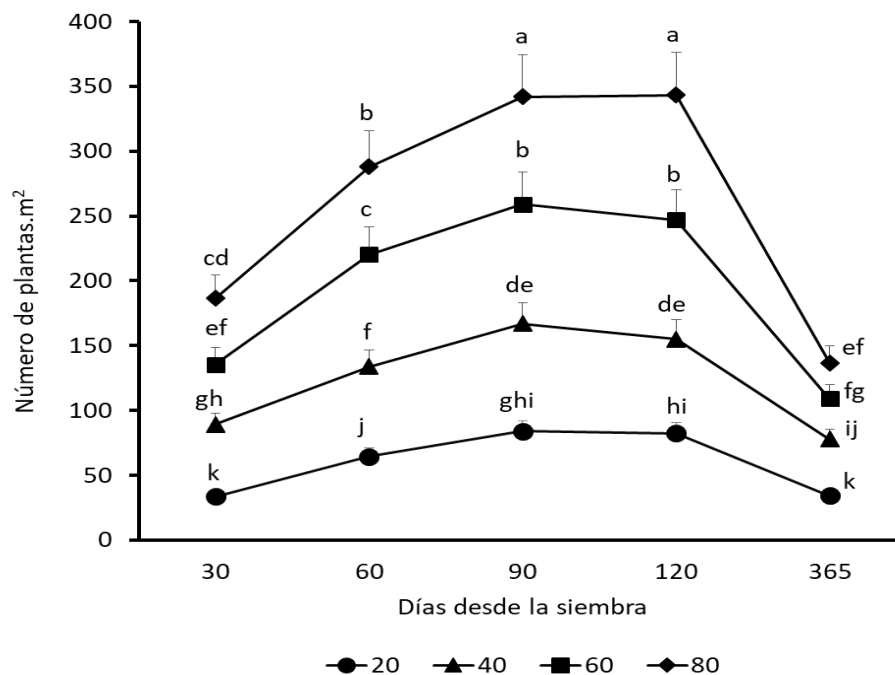


Figura 1. Evolución del número de plantas por m<sup>2</sup> de *Bromus auleticus* según densidad de siembra y días desde la siembra para los experimentos 2013 y 2014 en forma conjunta. Letras diferentes significan diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ).



Al año post siembra, el número de plantas.m<sup>-2</sup> promedio obtenido para ambos experimentos fue de 34, 78, 109 y 137 plantas.m<sup>-2</sup> para los tratamientos 20, 40, 60 y 80 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En este último momento de conteo el número de plantas se incrementó hasta la densidad de 60 kg ha<sup>-1</sup> por encima del cual no existieron aumentos significativos de plantas.

La competencia intraespecífica es señalada por Donald (1963) como densidad de siembra límite, a partir de la cual no hay más aumentos, lo que responde a un proceso de competición en un contexto de recursos del ambiente finitos. La cantidad de plantas al año post siembra alcanzadas a partir de los 40 kg ha<sup>-1</sup> son superiores al umbral de 40–50 plantas por m<sup>2</sup> destacado por Zanoniani et al. (2001) para alcanzar contribuciones importantes al tapiz a partir del macollaje de la especie en siembras en cobertura (Figura 1). Por otra parte, Vidal et al. (1982) obtuvieron al año de siembra 141 plantas.m<sup>-2</sup> utilizando 30 kg ha<sup>-1</sup>, las cuales superan los logros de plantas de la presente experiencia.

Los resultados de los experimentos 2013 y 2014 evidenciaron un patrón de evolución temporal de la densidad de plantas. En todas las densidades de siembra se registró la misma dinámica: una primera fase en la que aumenta el número de plantas hasta los 90 días post siembra, una segunda fase en la que el número de plantas permanece constante entre los 90 y 120 días, y luego una tercera fase en la que disminuye el número de plantas hasta el año post siembra. La evolución en la fase inicial según Zanoniani et al. (2001) se debería a que la especie presenta tandas germinativas a lo largo del tiempo, lo que le permitiría encontrar condiciones favorables en diferentes momentos. Específicamente, la lenta implantación de la especie, la cual ha sido repetidamente reportada, se relacionaría con que esta especie presenta requerimientos de frío para levantar la dormancia, por lo cual a medida que se aproxima el inicio del invierno los porcentajes de germinación de la semilla van incrementándose (Olmos, 1993).

Luego, al año de siembra, se produjo un significativo descenso en el número de plantas en cada uno de los tratamientos ( $p < 0,05$ ) respecto al conteo previo (120 dps). Si bien, las plantas adultas de *Bromus auleticus* sobreviven adecuadamente a períodos normales de déficit hídricos, el descenso en el número de plantas en el período estival es reportado por diversos autores (Vidal et al., 1982; Zanoniani et al., 2001; Baycé et al., 1981). El verano es el período

en el que se daría la mayor competencia intraespecífica, lo que redundaría en un ajuste a la baja de las poblaciones de plantas independientemente de la densidad además de la competencia interespecífica que se genera con el tapiz del campo natural con alta frecuencia de especies estivales.

### **Coefficientes de logro de plantas (%) y sobrevivencia estival (%)**

Al analizar los datos conjuntos de ambos experimentos, tanto para la variable coeficiente de logros (%) como de la sobrevivencia estival (%) se observa efecto experimento significativo ( $p < 0,0001$ ) e interacción densidad de siembra por experimento significativa ( $p = 0,0003$  y  $< 0,0001$  para el coeficiente de logros y sobrevivencia estival, respectivamente). Con esta información se analizan los datos para cada variable en experimentos por separados (Figura 2).

En el experimento 2013 se observó un coeficiente de logros a los 120 dps inferior respecto al experimento 2014 (18 vs 26%, respectivamente) lo que estaría relacionado a las diferencias en el régimen hídrico a favor del experimento 2014 además de las diferencias en relación al sitio experimental. Las precipitaciones si bien en ningún caso fueron limitantes, en el experimento 2014 fue un 30% superior al promedio histórico para ese período (Cuadro 1).

Para el momento de muestreo en que se determinó el porcentaje de logros (120 dps) existieron diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) a favor de densidades más altas en el experimento 2013 mientras que en el experimento 2014 no tuvieron un patrón conforme al cambio en la densidad de siembra. Este resultado estaría relacionado a las diferencias en las precipitaciones entre experimentos donde en ambientes menos favorables (ej. 2013 en el período entre 0 y 120 dps) las densidades más bajas tendrían máximos porcentajes de logros en momentos anteriores a los 120 dps (Figura 2).

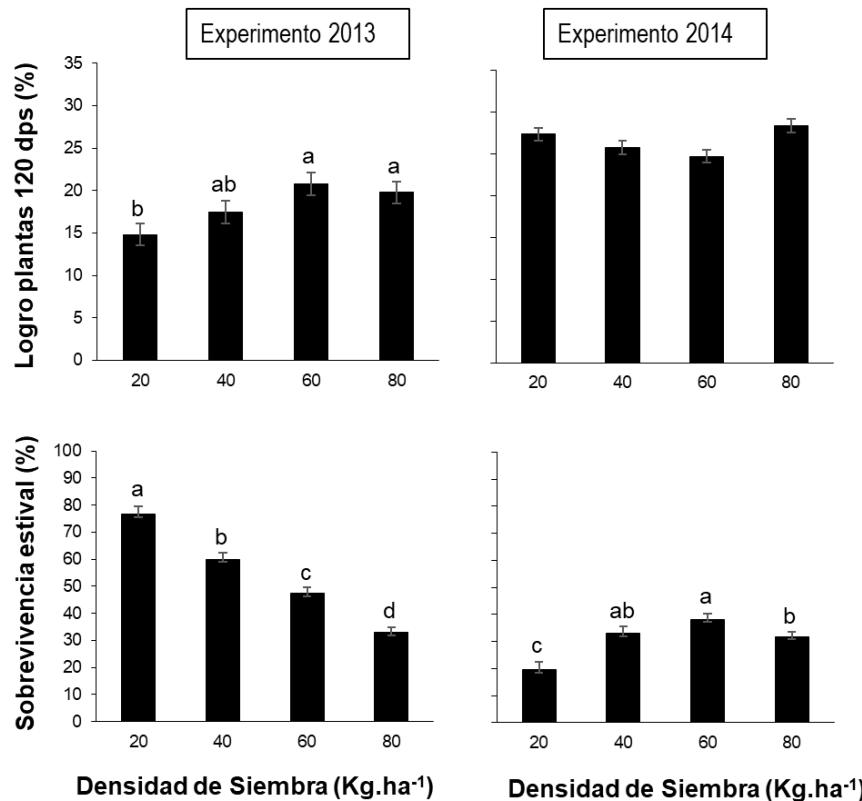


Figura 2. Logro de plantas (%) según densidad de siembra (kg ha<sup>-1</sup>) para los experimentos 2013 y 2014 (gráficos A y B, respectivamente) y Sobrevivencia estival (%) según densidad de siembra (kg ha<sup>-1</sup>) para los experimentos 2013 y 2014 (gráficos C y D, respectivamente). Letras minúsculas diferentes significan diferencias significativas para una misma variable ( $p < 0,05$ ).

A diferencia de lo ocurrido para el porcentaje de logros, en el caso de la sobrevivencia estival se observaron menores porcentajes ( $p < 0,0001$ ) en el experimento 2014 respecto al experimento 2013. Los porcentajes de sobrevivencia estival para este último fueron de 52% mientras que en el experimento 2014 fue de 30% promedio entre los tratamientos (Figura 2). Estos resultados se relacionan al mayor déficit hídrico estival ocurrido en el experimento 2014 con 320 mm menos que el promedio histórico frente a 92 mm de déficit ocurrido para el experimento 2013. Sumado a las condiciones climáticas, siendo el sitio del experimento 2014 de una profundidad superior, la capacidad de competencia del tapiz también estaría aumentando la competencia negativa ejercida sobre las plantas de *Bromus auleticus*.

Por otro lado, tanto en el experimento 2013 como en el experimento 2014 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,0001$ ) en relación con la sobrevivencia estival. Para el experimento 2013 se presenta en forma clara un descenso en la sobrevivencia estival en la medida en que aumenta la densidad de siembra ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) mientras que ese patrón no se corresponde de igual forma en el experimento 2014. Para ampliar la información que permita explicar estos resultados se analiza la asociación de esta variable con el porcentaje de logros a los 120 dps (Figura 3). En la figura también se identifican cada una de las siembras.

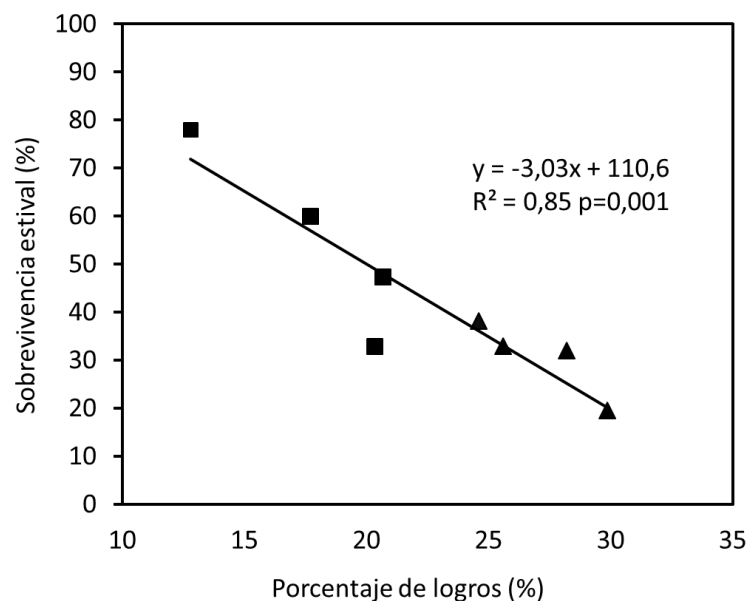


Figura 3. Porcentaje de sobrevivencia estival de *Bromus auleticus* (%), según el logro de plantas (%) a los 120 dps. Los cuadrados pertenecen al experimento 2013 y los triángulos al experimento 2014.

De acuerdo con Harper (1977) las condiciones abióticas, las interacciones bióticas y la densidad de propágulos son factores que son claves en establecimiento de una especie. En el contexto de este estudio se verificó que la densidad de siembra aumenta las poblaciones de plántulas, pero que también existen importantes efectos de interacción biótica. La interacción biótica, entendida como la competencia entre plantas de *Bromus auleticus* en el periodo estival fue evidenciada por la relación negativa entre logro de plantas en la primavera y sobrevivencia en el verano posterior encontrada en los dos experimentos (Figura 3,  $p < 0,004$ ). Sin embargo, el número de plantas obtenido al año post siembra aumentó junto con el incremento de la

densidad de siembra de 20 a 60 kg ha<sup>-1</sup>, indicando que el efecto densidad fue sólo parcialmente compensando la disminución de sobrevivencia estival. En cambio, en la densidad mayor (80 kg ha<sup>-1</sup>) el efecto de la densidad en el establecimiento de la especie fue neutralizado por la disminución de sobrevivencia estival.

Zanoniani et al. (2001) analizando varios experimentos con siembra de *Bromus auleticus* en cobertura encontraron establecimientos entre 4 y 30% para densidades de siembra de 25 kg ha<sup>-1</sup>, valores similares a los encontrados en esta experiencia. También Baycé et al. (1981) en siembras en cobertura observaron 20% de plantas persistentes al año. Por otro lado, en siembras convencionales Palacio (2015) observó porcentajes de establecimiento a los 56 dps muy bajos (4%) utilizando 20 kg ha<sup>-1</sup>. Moliterno et al. (2001), en condiciones de siembra convencional libres de vegetación, utilizando dos variedades de *Bromus auleticus* encontraron porcentajes de establecimiento a los 89 dps en Basalto de 55% en densidades altas (41 kg ha<sup>-1</sup>) y 85% en densidades bajas (15 kg ha<sup>-1</sup>) las que fueron superiores a esta experiencia. También Moliterno y Rucks (1998) en siembras convencionales encuentran valores de 60% de logros a 52 dps. Estas grandes diferencias entre experimentos anteriores estarían relacionadas con variaciones en la germinación y vigor de las semillas.

Moliterno et al. (2001) señala que el aumento en la cantidad de plantas logradas a través del incremento en la densidad de siembra se da a costas de una disminución en el % de logros o eficiencia de logro: 80, 60 y 48% para Baja, Media y Alta densidad lo que no pudo ser demostrado en esta experiencia. A nuestro conocimiento, este es el primer trabajo que evalúa no sólo las relaciones densidad-coeficiente de logro, sino que evalúa también el establecimiento de *Bromus auleticus* hasta el año post-siembra en dos años sucesivos e identifica relaciones de compensación coeficiente de logro-sobrevivencia estival.

Los resultados de los presentes experimentos resaltan la importancia del manejo de la densidad de siembra en procura de lograr alto número de plantas y disminuir los riesgos de bajas implantaciones en el período entre la siembra y los 120 días. Por otra parte, en el verano ocurren procesos de competencia entre plantas que modulan la población inhibiendo el efecto de la mayor densidad de siembra. No está claro por qué ocurre este proceso de competencia,

en principio podría estar relacionado con las densidades y/o coeficientes de logros mayores que promueven plantas más débiles, con menor crecimiento radicular. Estas plantas más débiles tendrían que enfrentar la competencia interespecífica con las especies del campo natural fertilizadas con N y P -lo que aumenta la capacidad competitiva del tapiz residente- y/o los efectos abióticos de déficit hídricos y altas temperaturas de verano, y ello explicaría su mayor mortalidad.

## 2.6 CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra que es posible lograr la reintroducción de *Bromus auleticus* en un campo natural de Basalto con diferentes densidades de siembra. En las condiciones de estos experimentos, las plantas de *Bromus auleticus* en una resiembra sobre campo natural aumentan con la densidad de siembra de 20 a 60 kg de semillas (375 a 1125 semillas viables.m<sup>-2</sup>). Implica, de acuerdo a la hipótesis planteada, que la utilización de 60 kg ha<sup>-1</sup> permitió maximizar el número de plantas logradas en el año de siembra. El presente trabajo identifica relaciones negativas entre las plantas logradas en la primavera del año de siembra con su sobrevivencia estival posterior que estaría modulando la población en el establecimiento de la especie al año post siembra. En estas especies de implantación lenta, el éxito de esta tecnología dependerá no sólo de las densidades y tecnologías de siembras que usemos, sino también de las condiciones ambientales a las que se enfrenten esas plántulas durante su período estival. A partir de estos resultados recomendamos continuar investigando el efecto de las prácticas de manejo y el clima en la sobrevivencia estival de la especie.

## 2.7 BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, W., Bermúdez, R., Ferrés, S. (2003). Evaluación de diferentes gramíneas para mejoramientos de campo sobre suelos de sierra. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 324, 4-10.
- Ayala, W., Carámbula, M. (1992). Gramíneas para mejoramientos extensivos. En C. Mas, M. Carámbula, R. Bermúdez, W. Ayala, E. Carriquiry (Eds.). *Mejoramientos extensivos en*

*la región este: resultados experimentales 1991-92* (pp. 39-48). Treinta y Tres, Uruguay: INIA.

Baycé, D., Caldeyro, E. y Puppo, E. (1981). Siembra de gramíneas nativas sobre campo. En *Reunión técnica de la Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay* (pp. 84-85). Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía.

Bemhaja, M. (2001). Gramínea nativa perenne invernal para suelos arenosos: *Bromus auleticus* cv INIA Tabobá. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 103-104). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.

Berretta, E. J., Estefanell, N., Arias, P., Sotuyo, A. (1990). Evaluación de la producción y calidad de la semilla de *Bromus auleticus* Trin. cosechada en diferentes estados de madurez. En *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp. 159-171). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.

Boggiano, P. (1990). Evaluación de 14 gramíneas perennes bajo pastoreo. En *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp. 185-195). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.

Boggiano, P., Zanoniani, R., Saldanha, S. (2000). Implantación de *Bromus auleticus* Trin. en cobertura. En *Reunião temática internacional sobre o gênero Bromus* (pp. 12-13). Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.

Carámbula, M. (2003). Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.

Davies, P. (1990). Efecto del nivel de nitrógeno y densidad de siembra en *Bromus auleticus*. En *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp. 105-144). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.

- Di Rienzo J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo C. W. (2017). *InfoStat, versión 2017*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Donald, C. M. (1963). Competition among crops and pasture plants. *Advances in Agronomy* 15:1-18.
- Dowling, P.M., Clements, R.J., McWilliam, J.R. (1971). Establishment and survival of pasture species from seeds sown on the soil surface. *Australian Journal of Agricultural Research*. 22(1), 61-74.
- Formoso, F. A., Allegri, M. A., (1984). *Gramíneas Perennes en el noreste*. Montevideo, Uruguay: CIIAB.
- García, J. (2003). *Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en la Estanzuela*. Montevideo, Uruguay: INIA.
- Harper, J. (1977). *Population biology of plants*. Academic Press, New York, New York, USA.
- Milchunas, D. G., Sala, O. E. y Lauenroth, W. K. (1988). A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist*. 132(1), 87-106.
- Millot, J. C. (2001). *Bromus auleticus*: una nueva especie domesticada. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el cono Sur* (pp. 3-6). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Millot, J. C., Mas, C. (2004). Análisis retrospectivo del Grupo Campos: aportes y perspectivas. En Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos (pp. 21-33). Salto, Uruguay: Regional Norte. Universidad de la República.



- Millot, J., Risso, D., Methol, R. (1987). *Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay*. Montevideo, Uruguay: MAP.
- Molitero A. E., y Rucks F. (1998). Evaluación agronómica de cultivares de *Bromus auleticus*. *Cangüé*, 5(13), 26-29.
- Molitero, E. Saldanha, S., Rucks, F. (2001). Establecimiento y producción inicial de mezclas de dos cultivares de *Bromus auleticus* y uno de *Festuca arundinacia* con leguminosas. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 87-95). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Moraes. C.O.C., Oliveira, J. C. P., Paim, N. R. (2000). *Comparação de Bromus auleticus Trinius com outras gramíneas perenes de inverno*. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.
- Oliveira, J. C. P., Borba, M. F., Genro, T. C. M. (2004). Manejo da pastagem natural: uma forma de sustentabilidade do ecossistema campo no sul do Brasil. En *Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos* (pp. 39-46). Salto, Uruguay: Regional Norte. Universidad de la República.
- Oliveira, J. C. P. y Moraes, C. O. C. (1993). Distribuição da produção equalidade de forragem de *Bromus auleticus* Trinius. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 28(3), 391-398.
- Olmos, F. (1993). *Bromus auleticus*. Montevideo, Uruguay: INIA.
- Padilla, C., Crespo, G. y Sardiñas, Y. (2009). Degradación y recuperación de pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(4), 351-354.
- Palacio, L. (2015). *Implantación de mezclas forrajeras con gramíneas perennes con riego y sin riego suplementario*. (Tesis Ing. Agr.) Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

- Rosengurtt, B. (1943). *Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: la estructura y el pastoreo de las praderas de la región de Palleros, flora de Palleros*. Montevideo, Uruguay: Barreiro y Ramos.
- Risso, D. (1997). Siembras en el tapiz: consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre Cristalino. En Carámbula, M. Vaz Martins, D. Indarte, E. (Eds.). *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva* (pp. 71-82). Montevideo, Uruguay: INIA.
- Silva, G. M., Maia, M. S., Moraes, C. O. C. (2001). Efeito da população de plantas sobre o rendimento e a qualidade de sementes de cevadilha-vacariana (*Bromus auleticus* Trinius). En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 77-80). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Silva, G. M., Moraes, C. O. C. (2009). *Cevadilha Vacariana (Bromus auleticus Trinius): Histórico, Utilização e Perspectivas*. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.
- Vidal, A., Boggiano, P., Baycé, D., Armand Ugon, P. (1982). Siembra de gramíneas invernales sobre tapiz de estivales. En *Reunión técnica de la Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay* (pp. 37-38). Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía.
- Zanoniani, R., Boggiano, P., Saldanha, S. (2001). Implantación de *Bromus auleticus* Trinius en cobertura, 2001. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 35-38). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.

3. IMPACTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DE *BROMUS AULETICUS* EN LA PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE FORRAJE EN MEJORAMIENTOS DE CAMPO EN SUELOS DE BASALTO<sup>2</sup>

Franco Rodolfo<sup>1</sup>, Jaurena Martín <sup>2</sup>, Reyno Rafael<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sede Tacuarembó, Universidad de la República. Ruta 5 km 386,200, CP 45000, Tacuarembó, Uruguay. Correo electrónico: [rodolfo.franco@cut.edu.uy](mailto:rodolfo.franco@cut.edu.uy)

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Programa Pasturas y Forrajes. Estación Experimental INIA Tacuarembó. Ruta km 386, Tacuarembó, Uruguay.

---

<sup>2</sup> Artículo escrito para publicar en Revista Agrocencia (Uruguay)

### 3.1 RESUMEN

#### **Impacto de la densidad de siembra de *Bromus auleticus* en la producción y distribución de forraje en mejoramientos de campo en suelos de basalto**

El manejo ganadero con altas cargas ha determinado la disminución de especies nativas de alto valor forrajero como el caso de *Bromus auleticus* Trin. ex Ness en la región Campos. La especie *Bromus auleticus* posee algunas características agronómicas y ecológicas que la definen como de alto potencial para ser reintroducida en campos naturales degradados por pérdidas productivas. Sin embargo, no ha sido lo suficientemente estudiada a partir de la falta de semilla comercial e información sobre el manejo en la etapa de instalación. Es por ello que se realizaron dos experimentos de campo en el año 2013 y en el año 2014, a partir de la reintroducción de *Bromus auleticus* en cobertura sobre campo natural en la región de Basalto, con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de siembra en producción anual de forraje y en la distribución estacional. Los tratamientos consistieron en diferentes densidades de siembra: 20, 40, 60 y 80 kg ha<sup>-1</sup> y la inclusión de un control sin siembra y con igual fertilización (CNF). Tomando en cuenta el manejo realizado y el período evaluado (4 años para el experimento 2013 y 3 años para el experimento 2014), la inclusión en cobertura de *Bromus auleticus* utilizando diferentes densidades de siembra (kg ha<sup>-1</sup>) no modificó la productividad total (kg MS.ha<sup>-1</sup>) en ninguna de las siembras para el período evaluado. Sin embargo, la utilización de densidades de siembra iguales o superiores a 40 kg ha<sup>-1</sup> permitió modificar la distribución estacional de la producción de forraje con un mayor aporte en el período otoño-invernal y una producción más equilibrada durante el año.

Palabras clave: *Bromus auleticus*, campo natural, especies nativas, densidad de siembra.

## 3.2 SUMMARY

### **Impact of sowing density of *Bromus auleticus* in the production and distribution of forage in field improvements in Basaltic soils**

High stocking rate livestock management has determined the decline of native species of high forage value as *Bromus auleticus* Nees in the Campos region. The species *Bromus auleticus* has some agronomic and ecological characteristics that defines it as of high potential to be reintroduced in degraded natural grasslands. However, has not been sufficiently described, since there is no commercial seeds available, and the lack of information regarding the establishment stage. Therefore, two field experiments were carried out in 2013 and in 2014, reintroducing *Bromus auleticus* into the native grasslands in the Basaltic region, with the objective of evaluating the impact of sowing density in the total productivity and in the seasonal distribution. The treatments consisted of different sowing densities: 20, 40, 60 and 80 kg ha<sup>-1</sup>, and the inclusion of one check treatment without *Bromus* but equals fertilization (CNF). Considering the management and the evaluated period (4 and 3 years for experiments 2013 and 2014, respectively), the reintroduction of *Bromus auleticus* using different sowing densities (kg ha<sup>-1</sup>) did not modify the total dry matter production (kg MS.ha<sup>-1</sup>) in any of the sowing rates for the evaluated period. However, having a greater number of plants a year after sowing, which is achieved by sowing densities equals or above 40 kg ha<sup>-1</sup>, allowed to modify the seasonal distribution of forage production with a better contribution in the autumn-winter, and more stable along the year.

Key words: *Bromus auleticus*, Grassland, native species, planting density.

### 3.3 INTRODUCCIÓN

Diversos autores han denominado a las tecnologías de “mejoramiento” de campo como aquella que permite el aumento en la productividad sin daños en el medio ambiente natural (Risso et al. 2002; Jacques et al., 2009). En la región del bioma Campos las principales estrategias de mejoramiento se basan en el uso de especies exóticas, principalmente leguminosas de los géneros *Lotus* y *Trifolium*, acompañada por la fertilización nitrogenada y/o fosfatada. Si bien en los primeros años de aplicada la tecnología mejora la productividad, a mediano plazo las especies sembradas no persisten, dejando espacios que generalmente son ocupados por *Cynodon dactylon* y otras malezas (Jaurena et al. 2016). Aunque existen trabajos en Basalto que demuestran persistencia lo que dependería en tal caso del manejo realizado (Berretta y Bemhaja, 1998).

La reintroducción de especies nativas permitiría revertir a una de las principales modificaciones que produce el sobrepastoreo: la pérdida de especies perennes invernales de alto valor forrajero (Jaurena et al., 2011). En ese sentido, la inclusión de una especie perenne invernales junto con la adición de nutrientes permitiría la recuperación productiva, especialmente en el período otoño-invernal (Bermúdez et al., 1996; Boggiano et al., 2000; Silva et al., 2001; Ayala et al., 2003).

*Bromus auleticus* Trinius es una especie perenne invernales de la tribu *Festuceae* ampliamente descrita en el sur de Brasil, Uruguay y Argentina (Olmos, 1993; Moraes et al., 2000; Millot, 2001). Constituye una de las especies más promisorias para la recuperación de campos naturales degradados. Esta especie presenta ventajas ecológicas para su introducción (reintroducción): i) adaptación a siembras en cobertura ii) aporte otoño-invernal al campo natural de calidad y alta digestibilidad iii) adaptación a baja fertilidad y tolerancia a estrés hídricos estivales iv) capacidad de resiembra espontánea y estabilidad productiva (Formoso y Allegri, 1984; Berretta et al., 1990; Carriquiry et al., 1990; Davies, 1990; Olmos, 1993; Oliveira y Moraes, 1993; Boggiano et al., 2000; Moraes et al., 2000; Bemhaja, 2001; Millot, 2001; García, 2003). La especie posee además gran diversidad de ecotipos adaptados asociados a

diferentes regiones edafo-climáticas, lo que constituye una oportunidad para la selección de ecotipos locales (Condón et al., 2017).

A pesar de todas sus características favorables, la lenta implantación de *Bromus auleticus* constituye un factor limitante para la producción inicial de la especie tanto en siembras convencionales como en coberturas, afectando las condiciones para la competencia, su sobrevivencia y persistencia futura (Boggiano, 1990; Ayala y Carámbula, 1992; Olmos, 1993; Boggiano et al., 2000; Moraes et al., 2000; Bemhaja, 2001; Millot, 2001; Silva y Moraes, 2009). Las mejoras en la instalación inicial de *Bromus auleticus* también mejoraría las posibilidades de adopción productiva de técnicas de recuperación, en la medida en que disminuye el tiempo en que se debe restringir el acceso de los animales y su utilización.

Las plantas de *Bromus auleticus* van aumentando paulatinamente su producción y aporte, alcanzando niveles máximos recién a partir del segundo o tercer año de vida (Rosengurtt, 1946; Boggiano, 1990; Ayala y Carámbula, 1992; Bermúdez et al., 1996; Bemhaja, 2001). Tanto en pasturas naturales como cultivadas las variaciones estacionales en la producción de forraje tienen que ver con las fluctuaciones de temperatura, humedad, radiación en el año y por supuesto la presión de pastoreo (Olmos, 1992; Berretta, 1998; Millot y Saldanha, 1998; Carámbula, 2003; García, 2003). En el período de otoño-invierno la producción de forraje es mínima debido a la ocurrencia de bajas temperaturas y heladas que motivan que las especies del campo natural mayoría de ciclo C4 entren en dormancia fisiológica y paralizan su crecimiento (Olmos, 1992; Oliveira y Moraes, 1993; Silva et al., 2015). En el caso del *Bromus auleticus* es reiteradamente reportado su destacado aporte de forraje en cantidad y calidad, especialmente en el período de otoño-invierno debido a su buena digestibilidad y nivel proteico (Berretta et al., 1990; Davies, 1990; Olmos, 1993; Boggiano et al., 2000; Moraes et al., 2000; Bemhaja, 2001; Millot, 2001).

Entre los factores más importantes que inciden en la instalación de la especie se encuentra la densidad de siembra (Silva et al., 2001; Carámbula, 2003). Las densidades de *Bromus auleticus* utilizadas en investigaciones anteriores van de 10 a 60 kg ha<sup>-1</sup>, tanto en forma de cultivos puros (Olmos, 1993; Moliterno et al., 2001; García, 2003), como en coberturas sobre

campo natural (Ayala y Carámbula, 1992; Boggiano et al., 2000; Ayala et al., 2003). En la región del Bioma Campos han sido escasas las experiencias de siembras en coberturas de gramíneas nativas en suelos superficiales orientadas a la recuperación productiva y ecológica de los campos naturales. En consecuencia, se hace necesario estudiar los factores que inciden en la productividad inicial de *Bromus auleticus* en resiembras sobre campo natural.

De esta forma, se plantea la hipótesis de que el aumento de la densidad de siembra de *Bromus auleticus* permite incrementar la producción invernal y total en mejoramientos de campo natural. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra de *Bromus auleticus* en la estacionalidad y producción de forraje del campo natural.

### 3.4 MATERIALES Y MÉTODOS

#### **Material experimental y condiciones climáticas**

La investigación fue realizada en la Unidad Experimental Glencoe en el norte de Uruguay (32,09'S; 57,81'W). Se realizaron dos experimentos de campo en los que se evaluó el efecto de la densidad de siembra de *Bromus auleticus* sembrado al voleo sobre un campo natural en un suelo de Basalto. El primer experimento se instaló en el mes de mayo del 2013, y luego se realizó el mismo ensayo en el mes de mayo de 2014. Los sitios experimentales se ubicaron en áreas contiguas, no obstante, se detectaron diferencias en la profundidad promedio del suelo: 31 cm y mayor a 50 cm para las siembras 2013 y 2014, respectivamente. Las 10 principales especies observadas en el sitio donde se realizaron ambas experiencias fueron *Bothriochloa laguroides*, *Paspalum notatum*, *Schizachirium spicatum*, *Coelorhachis selloana*, *Stipa setigera*, *Baccharis coridifolia*, *Eragrostis lugens*, *Piptochaetium stipoides*, *Aristida uruguayensis* y *Cyperus sp.* Mientras que la cobertura del suelo fue la siguiente: restos secos 40%, fracción verde 56%, suelo desnudo 2% y piedra 2%. Los sitios donde se realizaron ambos experimentos estuvieron sin corte o pastoreos por 120 días hasta que previo a la siembra se aplicó una pastera experimental a 3 cm de altura. Este manejo incrementaría las fracciones de restos secos y mantillo la que cumple una función de protección preservando humedad y evitando fluctuaciones drásticas de temperaturas lo que se relaciona a mejoras en la implantación (Dowling, 1971, Risso, 1997, Ayala y Carámbula, 1992). Las siembras fueron realizadas al



voleo los días 7 y 28 de mayo para los años 2013 y 2014, respectivamente. En el siguiente cuadro, se describen los registros pluviométricos en el período del experimento.

Cuadro 1. Registros pluviométricos en el período 2013-2016 y promedio histórico. Estación Meteorológica Glencoe.

Período	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
Prom. histórico	402	329	256	396	1383
2013	383	302	205	456	1346
2014	396	485	358	425	1664
2015	114	199	483	311	1107
2016	376	725	220	286	1607

Estación Meteorológica Glencoe, Coordenadas: 32° 1' 11,91" Sur; 57° 9' 18,58" Oeste.

En los 120 días posteriores a la instalación del experimento 2013 los registros de lluvias estuvieron apenas por debajo del promedio histórico y luego se dio un período estival siguiente normal. Mientras que en el experimento 2014, a diferencia del anterior, registró lluvias por encima del promedio histórico en los 120 días posteriores a la siembra, y luego un registro bastante inferior al promedio histórico en el primer verano (114 mm). En términos generales, se destacan precipitaciones cercanas o superiores al promedio histórico en el año 2014, menores en el período verano-otoño 2015, un invierno 2015 por encima del normal y un otoño 2016 que duplicó la media histórica. Otro dato importante a resaltar es la ocurrencia de 13 heladas meteorológicas en el mes de Junio del año 2016, las que fueron superiores al resto de los registros.

### **Diseño experimental y tratamientos**

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las unidades experimentales fueron parcelas de 2x5 m sembrada al voleo sobre un tapiz de campo natural de basalto. Los tratamientos consistieron en diferentes densidades de siembra: 20, 40, 60 y 80 kg ha<sup>-1</sup> de semillas (con porcentajes de germinación de 74 y 76% para los experimentos

iniciados en 2013 y 2014, respectivamente) de *Bromus auleticus*, y un tratamiento control sin sembrar y fertilizado (CNF) con igual dosis que los tratamientos sembrados. Se utilizó una línea experimental de *Bromus auleticus* proveniente de la Unidad Experimental Glencoe generada por el Programa de Pasturas y Forrajes de INIA, seleccionado a partir de un ecotipo de Basalto denominado "Los Paraísos". La semilla sembrada correspondió a la cosecha de los años 2012 y 2013 para los experimentos 2013 y 2014, respectivamente. Previo a la siembra, el forraje del área experimental fue cortado con rotativa experimental dejando remanente de 3 cm. La fertilización, previa a la siembra se realizó con 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y a los 100 días post siembra se realizó una fertilización con 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (en forma de urea). En los años siguientes de la pastura, en ambos experimentos, los tratamientos se refertilizaron con 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (en forma de urea) en la estación de otoño. Las semillas utilizadas en los tratamientos fueron tratadas previamente con fungicida TMTD + Carbendazim (0,02 ml kg<sup>-1</sup> de semilla) más insecticida Tiamethoxan (0,02 ml kg<sup>-1</sup> de semilla).

### **Variables evaluadas**

Para cada unidad experimental y para todo el período de evaluación, se estimó: i) la producción de forraje acumulada del campo natural (kg MS.ha<sup>-1</sup>) y ii) la producción de forraje estacional del campo natural (kg MS.ha<sup>-1</sup>). Las determinaciones de la producción de forraje se realizaron utilizando una cortadora con bolsa colectora marca Honda (modelo HRC 216, Japón), a una altura de 10 cm, en una franja de 0,52 m (ancho de la cortadora) por 5 m (largo de cada parcela) lo que representaba una superficie de muestreo de 2,6 m<sup>2</sup>. Se utilizó esta altura de corte porque *Bromus auleticus* presenta baja tolerancia a altas intensidades de defoliación (Zanoniani et al., 2012). El manejo de remanentes altos aumenta la producción de materia seca área y de raíces en esta especie, lo que tendría impactos en su persistencia (Scheffer-Basso et al., 2002; Santos et al., 2012). Además, el manejo de remanentes altos permitiría mantener una estructura favorable a la maximización del consumo de los animales en pastoreo (Da Trindade et al., 2016). Las muestras colectadas se pesaron en fresco, posteriormente se extrajo una muestra representativa de 100 gramos la que fue colocada en estufa a 60 °C durante 72 horas, y luego fue pesada para la determinación del contenido de materia seca. Los cortes fueron realizados a partir de un criterio de altura de forraje (20 cm) en las estaciones de alto crecimiento y/o por estación del año según correspondiere. Se realizaron cortes de limpieza (no incluidos en la

evaluación) el 25/02/14 correspondiente a 2do año de la siembra 2013 y el 24/02/15 correspondiente al 3er. y 2do año de las siembras 2013 y 2014, respectivamente. En el experimento sembrado en 2013 la evaluación de la acumulación de forraje se realizó en las fechas: 28/8/14, 22/12/14, 10/07/15, 10/09/15 y 03/12/15. Para el experimento 2014 la evaluación de la producción de forraje acumulada se realizó en las mismas fechas de evaluación del experimento 2013 en el año 2015 y en las siguientes fechas del año 2016: 09/03/16, 12/05/16, 24/08/16, 31/10/16 y 15/12/2016. De esta forma, para ambos experimentos, la producción de forraje acumulada ( $\text{kg MS.ha}^{-1}$ ) correspondió a la sumatoria de la producción en el segundo más el tercer año de la pastura mientras que la producción de forraje estacional corresponde a las determinaciones realizadas en el año 2016.

### **Análisis estadístico**

La estimación de la producción de forraje estacional se correspondió con el 4to y 3er año de los experimentos 2013 y 2014, respectivamente. En las fechas 09/03, 12/05, 24/08 del año 2016 fueron evaluadas las producciones de verano, otoño e invierno, respectivamente, y con el acumulado de los cortes realizados el 31/10 y 15/12 del mismo año se evaluó la producción de primavera. Una vez estimada la producción de forraje total anual correspondiente al año 2016 también se determinó la contribución porcentual (%) de forraje estacional para cada experimento. La producción de forraje acumulada del campo natural ( $\text{kg MS.ha}^{-1}$ ) fue analizada utilizando un modelo lineal general mixto, el que se ajustó a una distribución normal. Los efectos incluidos en el modelo corresponden a los efectos fijos: bloque, tratamiento, experimento e interacción tratamiento por experimento. A partir de ello y de la presencia de efecto "experimento", se utilizó un modelo lineal general mixto ajustando una distribución normal e incluyendo como efectos fijos bloque y tratamientos para el análisis de la producción de forraje estacional ( $\text{kg MS.ha}^{-1}$ ) y la contribución porcentual de forraje estacional (%) para cada experimento. En los efectos significativos, las medias ajustadas de los tratamientos fueron comparados con la prueba de comparaciones de medias LSD de Fisher ( $\alpha=0,05$ ). Para estimar la relación entre el número de plantas. $\text{m}^{-2}$  al año de siembra con la contribución (%) de forraje estacional para cada siembra se utilizó un análisis de regresión lineal simple ( $y=a+bx$ ) estimando para cada caso los coeficientes de la función y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

Para el análisis de las variables se utilizó el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2017) con su interfaz con el software R (R Core Team, 2014).

### 3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Producción de forraje acumulada

En términos generales, las precipitaciones registradas no fueron limitantes para el crecimiento de la especie, a excepción del verano y otoño 2015, los cuales registraron el 28% y 60% de las precipitaciones históricas. En el año 2016, momento en que se estima la producción de forraje estacional, se registraron precipitaciones otoñales muy superiores, mientras que en el resto de las estaciones fueron similares al promedio histórico (Cuadro 1). Sin embargo, el elevado número de heladas meteorológicas en el mes de junio en interacción con la altura de corte del forraje (10 cm) y características del ecotipo (porte postrado) pueden haber influido en los resultados observados. En la producción de forraje acumulada se observó un fuerte efecto del experimento ( $p < 0,0001$ ), sin interacción entre los tratamientos y experimento ( $p = 0,97$ ) (Cuadro 2). Al realizar el análisis en forma separada, en el experimento 2013 no se presentan diferencias significativas entre las diferentes densidades ( $p = 0,23$ ) mientras que una tendencia ( $p = 0,06$ ) en el experimento 2014 para una menor producción acumulada de la densidad de 20 y 80 kg ha<sup>-1</sup> respecto a densidades intermedias de *Bromus auleticus* y el testigo de campo natural fertilizado.

Cuadro 2. Producción de forraje acumulada (kg MS.ha<sup>-1</sup>) según densidad y experimento.

Densidad de	Experimento 2013	Experimento 2014
CNF±	3179	7151
20	2357	6284
40	2751	7329
60	3100	7145
80	2637	6184
Promedio	2805 b	6819 a

± Campo natural fertilizado

\*Letras minúsculas diferentes significan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

La producción de forraje acumulada en el experimento 2014 fue superior a la del experimento 2013 lo que estaría relacionada a diferencias en la producción de las especies del campo natural por tratarse de sitios experimentales distintos.

### **Producción de forraje estacional**

A partir de la existencia de efecto significativo del experimento para la variable producción de forraje acumulada se realizó un análisis por experimento en forma separada. Existieron diferencias entre tratamientos en el aporte estacional solo en invierno en el experimento 2013 ( $p=0,02$ ), mientras que en el experimento 2014 se destacan las diferencias entre tratamientos generadas en verano ( $p=0,01$ ), invierno ( $p=0,05$ ) y una tendencia en el otoño y la primavera ( $p=0,06$  en ambas estaciones) (Figura 1). En el invierno la producción de forraje de los tratamientos sembrados con *Bromus auleticus* se incrementó 64% (experimento 2013) y 39% (experimento 2014) en promedio respecto al control sin siembra y con fertilización (CNF) (Figura 1). Adicionalmente, en ambos experimentos, la producción de forraje en el invierno se incrementa significativamente hasta la densidad de 40 kg ha<sup>-1</sup> por encima de la cual no hay incrementos. En las estaciones de otoño y primavera del experimento 2014 se observa una tendencia ( $p=0,06$ ) a una producción de forraje superior del tratamiento de 60 kg ha<sup>-1</sup> frente al CNF (37 y 14% mayor para la estación de otoño y primavera, respectivamente).

En el verano, en el experimento 2014, se generaron diferencias significativas ( $p<0,01$ ) a favor del CNF. Los tratamientos sembrados con *Bromus auleticus* tuvieron en promedio un rendimiento de forraje 28% inferior al de CNF y en el tratamiento con densidad más alta de *Bromus* (80 kg ha<sup>-1</sup>) el rendimiento fue 37% inferior.

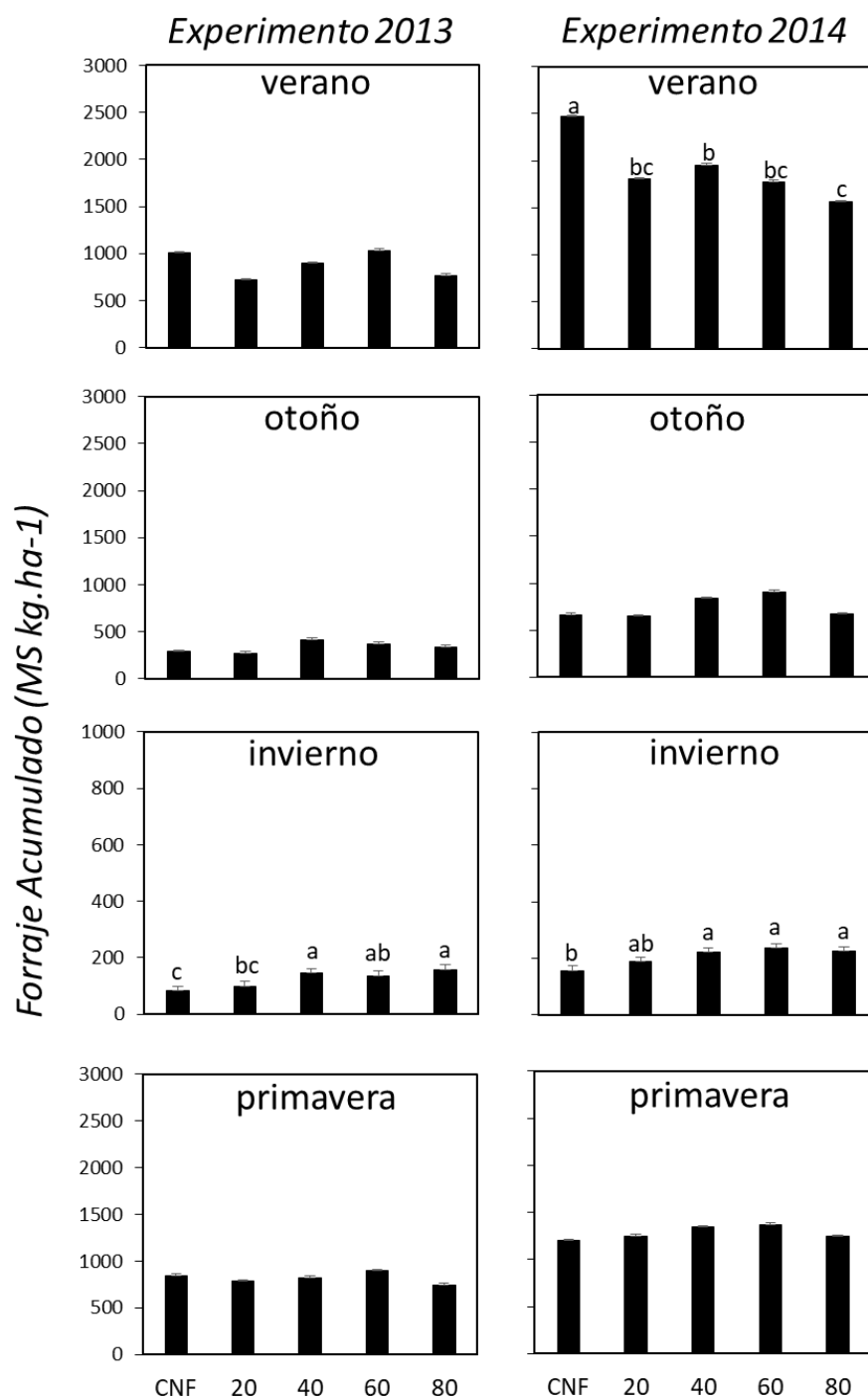


Figura 1. Producción estacional de forraje (kg MS.ha<sup>-1</sup>) según tratamientos: a, b, c y d correspondiente a verano, otoño, invierno y primavera para el experimento 2013 y e, f, g y h correspondiente a verano, otoño, invierno y primavera para el experimento 2014, respectivamente. Letras minúsculas diferentes en una misma estación y experimento corresponden a diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

La producción de forraje en el período otoño-invierno, en los tratamientos con densidades de *Bromus auleticus* iguales o por encima de 40 kg ha<sup>-1</sup> fue en promedio 520 y 1034 kg MS.ha<sup>-1</sup> para los experimentos 2013 y 2014 (respectivamente) mientras que la disponibilidad de forraje acumulado en las parcelas de CNF para el mismo período fue de 369 y 823 kg MS.ha<sup>-1</sup> (respectivamente), lo que describe la superioridad en el aporte de forraje por la inclusión de la especie en este período. Estos resultados de producción estacional son menores respecto a trabajos anteriores de García (2003) en siembras convencionales de *Bromus auleticus* y utilizando materiales genéticos diferentes de la especie, evidenciando la diferencia de producción en praderas cultivadas en suelos de alto potencial respecto a mejoramientos de campo en regiones marginales.

### **Estacionalidad de la producción**

Se detectaron diferencias significativas en la proporción del forraje producido estacionalmente para el otoño ( $p=0,05$ ), invierno ( $p=0,023$ ), primavera ( $p=0,042$ ) y el verano ( $p=0,001$ ) en el experimento 2014 (Figura 2). Sin embargo, en el experimento 2013 se presentó solo como tendencia la proporción del forraje producido en invierno ( $p=0,07$ ), no existiendo diferencias en el resto de las estaciones ( $p>0,1$ ). La siembra de *Bromus auleticus* provocó para el experimento 2014 un incremento en la proporción otoño-invernal hasta la densidad de siembra de 40 kg ha<sup>-1</sup>, por encima de la cual no se registraron aumentos significativos en la contribución estacional. Por otro lado, y al igual que para el análisis de la producción de forraje, los tratamientos sembrados con la especie redujeron su aporte estacional en el verano ( $p<0,05$ ) con relación al CNF.

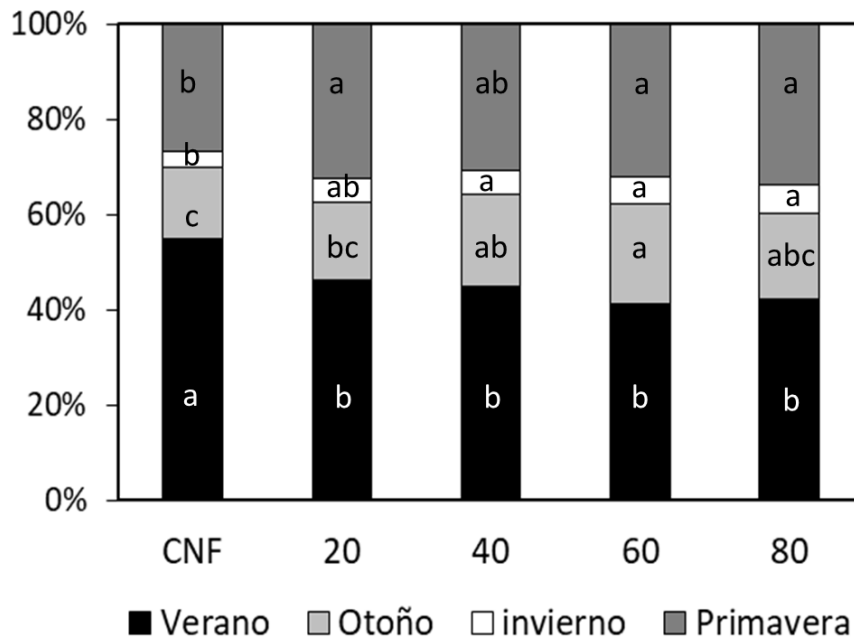


Figura 2. Distribución de forraje estacional (%) según tratamientos para el experimento 2014. Letras minúsculas diferentes corresponden a diferencias significativas entre tratamientos para una misma estación ( $p < 0,05$ ).

En el experimento 2014, el tratamiento control de CNF presentó una distribución de forraje de 55, 15, 3 y 27% para las estaciones verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente, mientras que en el tratamiento con 40 kg ha<sup>-1</sup> de *Bromus auleticus*, (no estadísticamente diferente a densidades superiores) la distribución fue 45, 19, 5 y 31% para las mismas estaciones. Para campos naturales de Basalto, fertilizados con nitrógeno y fósforo repartido entre principios del otoño y fin de invierno Berretta et al. (1997) observan una distribución promedio de 42, 15, 10 y 18% para verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente. Con resultados similares Berretta (2005) observa una distribución de 35, 27, 11 y 27% para las mismas estaciones (verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente). Esto es diferente a lo encontrado en esta experiencia a pesar de que en términos de variación intra-anual son similares con una concentración en el período de primavera-verano. Estas diferencias podrían explicarse por la altura de recolección del forraje en estos experimentos (10 cm) la que probablemente subestime la productividad relativa principalmente en el invierno y por



condiciones climáticas poco favorables para el crecimiento en el invierno de 2016 en interacción con el porte del ecotipo sembrado.

En base a los antecedentes de Formoso y Allegri (1984), Oliveira y Moraes (1993), Olmos (1993), Bemhaja (2001) y García (2003), esperábamos encontrar una mayor contribución de la introducción de *Bromus auleticus* en el otoño-invierno respecto a la primavera, lo que no pudo ser constatado en el presente trabajo. La proporción otoño-invernal reportada en monocultivos de *Bromus auleticus* fue de 56% en Formoso y Allegri (1984) y 58% en García (2003). A pesar de registrar un aporte de otoño-invernal inferior al de los reportes anteriores, la siembra de *Bromus auleticus* incrementó la proporción de forraje en dicho periodo.

Por otra parte, en el verano el comportamiento fue inverso, donde la inclusión de *Bromus auleticus* redujo la proporción de forraje producida en dicha estación. Estos resultados se relacionan con que la reintroducción de *Bromus auleticus* incrementa la relación C3/C4 del campo natural aumentando la producción relativa de invierno y disminuyendo la de verano. De acuerdo con estos resultados, el incremento en la frecuencia de *Bromus auleticus* habría sido en detrimento del crecimiento de las especies estivales dominantes de ciclo estival. En síntesis, la mayor contribución de *Bromus auleticus* en otoño-invierno y el menor aporte relativo en el verano estarían modificando la curva típica de producción de forraje del campo natural de suelos de Basalto. Ambientes que se caracterizan por los altos picos de crecimiento primavero-estival y bajos aportes otoño-invernales (Berretta y Bemhaja, 1998). En términos generales, los resultados del presente trabajo evidenciaron una distribución estacional de la producción más homogénea en la medida que se incrementa el aporte de *Bromus* a la pastura. Cabe resaltar que estos resultados se generan en el tercer y cuarto año de la siembra 2014 y 2013, respectivamente. Esto concuerda con el incremento de estabilidad productiva con el transcurso del tiempo en las siembras de *Bromus auleticus* destacado por Moliterno et al. (2001).

## **Relación entre el N° de plantas.m<sup>-2</sup> al año post siembra y la contribución de materia seca estacional**

El aumento en la densidad de siembra de *Bromus auleticus* hasta densidades de 60 kg ha<sup>-1</sup> permitió la obtención de un mayor número de plantas en el período de instalación de la pastura, compensando menores porcentajes de sobrevivencia de plantas en el primer verano. A pesar de que no existieron efectos significativos de la densidad de siembra de *Bromus auleticus* en la producción total de forraje (Cuadro 2), cuando analizamos el efecto del número de plantas de *Bromus auleticus* en la contribución de forraje estacional se registraron relaciones significativas.

En el experimento instalado en 2013 se encontraron asociaciones significativas entre el número de plantas.m<sup>-2</sup> de *Bromus auleticus* y la contribución en la producción de forraje estacional de otoño (p=0,001), invierno (p=0,002) y el verano (p=0,036) mientras que no existieron relaciones significativas en la primavera (p>0,05) (Figura 3, Gráficos b, c, a y d, respectivamente). Para el caso del experimento 2014 se generaron modelos significativos con la contribución estacional (%) para todas las estaciones: verano (p=0,0001), otoño (p=0,002), invierno (p=0,012) y primavera (p=0,03) (Figura 3, Gráficos e, f, g y h, respectivamente).

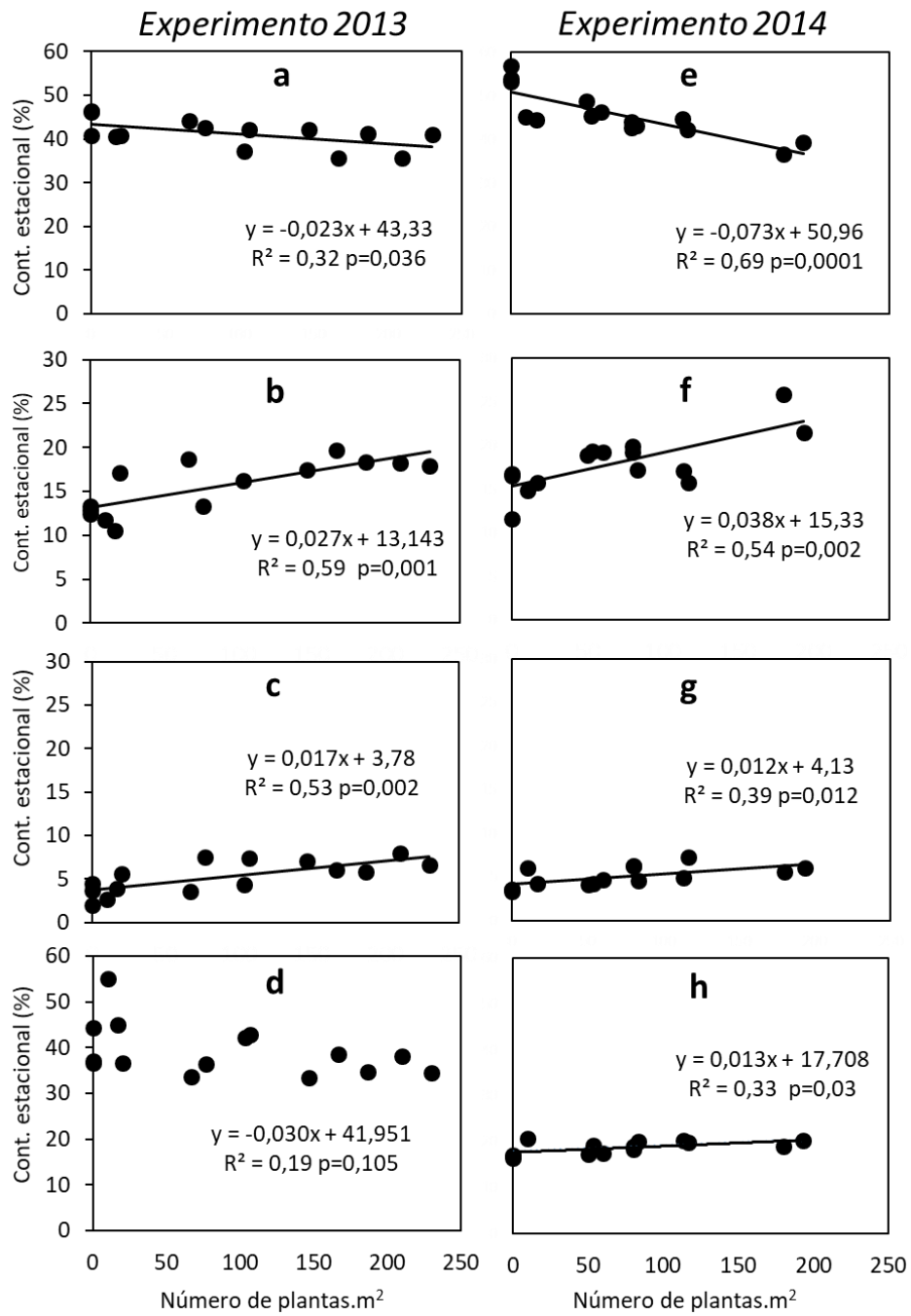


Figura 3. Relación entre el número de plantas.m<sup>-2</sup> al año de siembra con la estacionalidad de la producción de forraje: a, b, c y d corresponde a verano, otoño, invierno y primavera del experimento 2013 y e, f, g y h corresponde a verano, otoño, invierno y primavera del experimento 2014, respectivamente.

En ambos experimentos el incremento en el número de plantas en el año posterior a la siembra se asoció con un aumento en la contribución porcentual de la producción de forraje en las estaciones otoño e invierno. La contribución en el otoño se incrementó desde un 12% a un máximo de 25% mientras que en invierno de un porcentaje de 3 a 8% de contribución en la medida en que pasamos de tratamientos sin plantas de *Bromus auleticus* (CNF) a los tratamientos con más de 150 plantas.m<sup>-2</sup> en las densidades de siembras más altas. Por otra parte, en ambos experimentos se registró una relación negativa entre el incremento en el número de plantas de *Bromus auleticus* y la proporción del forraje producido en verano. En este sentido, es de destacar que el incremento en el número de plantas de *Bromus auleticus* en el experimento instalado en 2014 estaría explicando casi el 69% de la variación en la contribución estacional de la producción de forraje en verano. Es importante señalar que se constataron efectos de las densidades de plantas de *Bromus auleticus* en la proporción estacional del forraje producido en los 2 y 3 años posteriores a dicha evaluación, lo que estaría evidenciando efectos persistentes de la densidad de plantas en la producción de forraje. Davies (1990) señala la ventaja de siembras a densidades altas para lograr incrementar la competencia ejercida por luz. Pero dicho efecto, se perdería luego del segundo año posiblemente relacionado a mecanismos de plasticidad que llevan a compensaciones tamaño-densidad reportados por Lemaire y Chapman (1996), y/o por una mayor mortalidad de plantas de *Bromus auleticus* en los tratamientos de alta densidad luego del primer año. En igual sentido, en siembras convencionales, Formoso (2010) y Zarza et al. (2013), trabajando con *Festuca* (gramínea perenne invernal), encuentran altas asociaciones entre la densidad de siembra, el número de plantas logrados y la producción de forraje del primer año. Sin embargo, a partir de la mayor flexibilidad de las perennes a los distintos factores en el largo plazo (3-4 años) y el proceso de macollaje, esta asociación disminuye con el tiempo. En el caso de *Bromus auleticus* la alta persistencia y estabilidad productiva en comunidades naturales estaría explicando la persistencia del efecto del manejo de la densidad de siembra en la estacionalidad de la producción.

### 3.6 CONCLUSIONES

La inclusión en cobertura de *Bromus auleticus* independientemente de la densidad de siembra ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) no modificó la producción de forraje total ( $\text{kg MS.ha}^{-1}$ ) en ambos años de siembra para el período evaluado.

En suelos superficiales de Basalto la obtención de un mayor número de plantas de *Bromus auleticus* al año de siembra, la que puede lograrse con el manejo de la densidad de siembra, permitió modificar la distribución estacional de la producción de forraje con un mayor aporte en el período otoño-invernal. El efecto de la densidad de siembra en el incremento del número de plantas persiste al 3er y 4to año de la pastura encontrándose asociaciones positivas con la contribución de forraje en el período otoño-invernal y negativas en el período estival.

Se hace necesaria la profundización de los estudios sobre la inclusión de especies nativas perennes tanto en aspectos relacionados con el aumento de producción primaria y secundaria, como la mejora de la capacidad de resiliencia y resistencia de los ecosistemas de campo natural.

### 3.7 BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, W., Bermúdez, R., Ferrés, S. (2003). Evaluación de diferentes gramíneas para mejoramientos de campo sobre suelos de sierra. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 324, 4-10.
- Ayala, W., Carámbula, M. (1992). Gramíneas para mejoramientos extensivos. En C. Mas, M. Carámbula, R. Bermúdez, W. Ayala, E. Carriquiry (Eds.). *Mejoramientos extensivos en la región este: resultados experimentales 1991-92* (pp. 39-48). Treinta y Tres, Uruguay: INIA.

- Bemhaja, M. (2001). Gramínea nativa perenne invernal para suelos arenosos: *Bromus auleticus* cv INIA Tabobá. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 103-104). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Bermúdez, R., Carámbula, M., Ayala, W. (1996). Introducción de gramíneas en mejoramientos extensivos. En *Jornada Anual de Producción Animal* (pp. 33-43). Treinta y Tres, Uruguay: INIA.
- Berretta, E. J. (1998). Principales características de las vegetaciones de los campos de Basalto. En E. J. Berretta (Ed.). *Reunión del grupo técnico regional del cono sur en mejoramiento y utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical: grupo campos* (pp. 11-19). Montevideo, Uruguay: INIA.
- Berretta, E. J. (2005). Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de Basalto. En D.F. Risso, W. Ayala, R. Bermúdez, E. Berretta. *Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural* (pp. 61-73). Montevideo, Uruguay: INIA.
- Berretta, E. J., Bemhaja, M. (1998). Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto de la Unidad Queguay Chico. En *Seminario de Actualización de Tecnologías para Basalto* (pp. 11-20). Montevideo, Uruguay: INIA.
- Berretta E.J., Formoso, D., Carbajal, C., Fernández, J., Gabachutto, I. (1990). Producción y calidad de diferentes especies forrajeras nativas en condiciones de campo. En *Seminario Nacional de Campo Natural* (pp. 49-63). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Berretta, E.J., Risso, D., Levratto, J., Zamit, W., Zarza, M. (1997). Evolución y producción de vegetaciones naturales de Basalto con fertilización NP. En *Unidad Experimental Glencoe. Tecnologías de producción ganadera para Basalto* (pp. 7-11). Tacuarembó, Uruguay: INIA.

- Boggiano, P. (1990). Evaluación de 14 gramíneas perennes bajo pastoreo. En *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp. 185-195). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Boggiano, P., Zanoniani, R., Saldanha, S. (2000). Implantación de *Bromus auleticus Trin.* en cobertura. En *Reunião temática internacional sobre o gênero Bromus* (pp. 12-13). Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.
- Carámbula, M. (2003). Pasturas y Forrajes: Insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Carriquiry, E., Majó, G., Saldanha, S., Millot, J. C. (1990). *Bromus auleticus*: efecto de la fertilización y manejo del pastoreo sobre producción de semillas y sus componentes. En *II Seminario de Campo Natural* (pp. 89-104). Tacuarembó, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Condón, F., Jaurena, M., Reyno, R., Otaño, C., Lattanzi, F. (2017). Spatial analysis of genetic diversity in a comprehensive collection of the native grass *Bromus auleticus* Trinius (ex Nees) in Uruguay. *Grass and Forage Science*, 72(4), 1-11.
- Da Trindade, J. K., Neves, P. F., Pinto, E. C., Bremm, C., Mezzalira, J. C., Nadin, L. B., Genro, T. C. M., Gonda H. L., Carvalho, H. C. F. (2016). Daily Forage Intake by Cattle on Natural Grassland: Response to Forage Allowance and Sward Structure. Source: *Rangeland Ecology & Management*, 69(1), 59-67
- Davies, P. (1990). Efecto del nivel de nitrógeno y densidad de siembra en *Bromus auleticus*. En *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp.105- 114). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C. W. (2017). *InfoStat, versión 2017*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- Dowling, P.M., Clements, R.J., McWilliam, J.R. (1971). Establishment and survival of pasture species from seeds sown on the soil surface. *Australian Journal of Agricultural Research*. 22(1), 61-74.
- Formoso, F. A., Allegri, M. A. (1984). *Gramíneas Perennes en el noreste*. Montevideo, Uruguay: CIIAB.
- Formoso, F. (2010). *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2529/4/18429081210150440.pdf>
- García, J. (2003). *Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en la Estanzuela*. Montevideo, Uruguay: INIA.
- Jacques, A.V.Á., Heringer, I., Scheffer-basso, S. M. (2009). Aspectos do manejo e melhoramiento da pastagem nativa. En Valerio de Patta Pillar...(et.al) (Eds). *Campos Sulinos: conservacao e uso sustentavel da biodiversidade* (pp. 237-247). Brasilia: MMA.
- Jaurena, M., Bentancur, O., Ayala, W., Rivas, M. (2011). Especies indicadoras y estructura de praderas naturales de basalto con cargas contrastantes de ovinos. *Agrociencia (Uruguay)*, 15(1), 103-114.
- Jaurena, M., Lezama, F., Salvo, L., Cardozo, G., Ayala, W., Terra, J., Nabinger, C. (2016). The dilemma of improving native grasslands by overseeding legumes: production intensification or diversity conservation. *Rangeland Ecology y Management*. 69(1), 35-42.
- Lemaire, G. y Chapman, D. (1996). Tissue flows in grazed plants communities. En J. Hodgson, A. W. Illius (Eds.). *The ecology and management of grazing systems* (pp 3-37). Wallingford, UK: CAB International.



- Millot, J. C. (2001). *Bromus auleticus*: una nueva especie domesticada. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 3-6). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Millot, J.C y Saldanha, (1998). Caracterización de pasturas naturales sobre Basalto Medio. En *Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos*. Tacuarembó, Uruguay: INIA.
- Molitero, E. Saldanha, S., Rucks, F. (2001). Establecimiento y producción inicial de mezclas de dos cultivares de *Bromus auleticus* y uno de *Festuca arundinacia* con leguminosas. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 87-95). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Moraes, C. O. C., Oliveira, J. C. P., Paim, N. R. (2000). *Comparação de Bromus auleticus Trinius com outras gramíneas perenes de inverno*. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.
- Oliveira, J. C. P., y Moraes, C. O. C. (1993). Distribuição da produção equalidade de forragem de *Bromus auleticus* Trinius. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 28(3), 391-398.
- Olmos, F. (1992). *Aportes para el manejo de campo natural. Efecto de la carga animal y el período de descanso de un campo natural de Caragatá* (Tacuarembó). Montevideo, Uruguay: INIA.
- Olmos, F. (1993). *Bromus auleticus*. Montevideo, Uruguay: INIA.
- Risso, D. (1997). Siembras en el tapiz: consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre Cristalino. En Carámbula, M. Vaz Martins, D. Indarte, E. (Eds.). *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva* (pp. 71-82). Montevideo, Uruguay: INIA.

- Risso, D., Berretta, E.J., Zarza, A., Cuadro, R. (2002). Productividad, composición y persistencia de dos mejoramientos de campo para engorde de novillos en la región de Cristalino. En D. Risso, F. Montossi (Eds.). *Mejoramientos de campo en la región de Cristalino: fertilización, producción de carne de calidad y persistencia productiva* (pp. 3-31). Montevideo, Uruguay: INIA.
- Rosengurtt, B. (1946). Observaciones agrostológicas durante la sequía 1942-43. En B. Rosengurtt, *Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: 5 contribución* (pp. 443-452). Montevideo, Uruguay: Rosgal.
- Santos, D. da S. Dos., Branco, V. T. A., Mazzocato, A. C., Ferreira, J. L. (2012). Desempenho de tres acessos de *Bromus auleticus* com relação ao efeito de alturas de cortes. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71775/1/Lino-desempenho.pdf>.
- Scheffer-basso, S. M., Soares, G. C., Dall'agnol, M. (2002). Efeito de frequência e altura de corte em dois genótipos de *Bromus auleticus* trin, ex ness. *Revista Brasileira de Agrociência*, 8(3), 191-194.
- Silva, G. M., Maia, M. S., Moraes, C. O. C. (2001). Efeito da população de plantas sobre o rendimento e a qualidade de sementes de cevadilha-vacariana (*Bromus auleticus* Trinius). En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 77-80). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Silva, G. M., Moraes, C. O. C. (2009). Cevadilha Vacariana (*Bromus auleticus* Trinius): histórico, utilização e perspectivas. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.

Silva, R. D., Ferreira, E. S., Marcolin, V. S., Silveira, S. L., Chagas, L. K., Kopp, M. O., Oliveira, J. C. (2015). Avaliaciones de semillas de *Bromus auleticus* Trinius para el establecimiento de pastagens. En *XX Seminario Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensao*. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.

Zanoniani, R., Boggiano, P., Cadenazzi, M. (2012). Respuesta poblacional invernal de dos gramíneas nativas a la fertilización nitrogenada y oferta de forraje. *Agrociencia (Uruguay)*. 16(2), 103-109.

Zarza, R., Calistro, E., Martínez, E. (2013). Importancia de la implantación en las pasturas perennes. En *Reunión Técnica. El éxito productivo de una pastura con leguminosas perennes comienza en su implantación* (pp. 1-9). Colonia, Uruguay: INIA.

#### 4. CONCLUSIÓN GENERAL

Esta investigación procura en su finalidad no discutir el concepto de mejoramientos de campo, como la introducción de una especie de interés para incrementar la productividad y calidad del forraje ofrecido, sino ampliarlo en términos de recuperación de ambientes en un sentido ecológico, así como la obtención de una pastura que restablece la capacidad de resistencia, resiliencia y estabilidad anual e interanual del campo natural.

El manejo de la densidad de siembra permitió lograr entre 100 y 120 plantas por m<sup>2</sup> de *Bromus auleticus* que maximizaron la acumulación de forraje de la pastura en años subsiguientes en el período de otoño-invierno. Ese número de plantas logradas al año de siembra se obtuvo utilizando una densidad de siembra de 60 kg ha<sup>-1</sup>. Luego de un máximo a los 120 días desde la siembra, el número de plantas disminuye en el período crítico estival, obteniendo un promedio de sobrevivencia de 42% entre ambos experimentos y para la densidad de 60 kg ha<sup>-1</sup>. El primer verano para la pastura es fundamental para la obtención de las plantas deseadas al año de siembra por lo que en veranos con mayores restricciones hídricas la utilización previa de densidades de siembra más altas será clave. La productividad primaria del campo natural (kg MS.ha<sup>-1</sup>) no fue modificada por la inclusión de *Bromus auleticus* sin embargo fue posible modificar la estacionalidad de la producción de forraje con el aumento del componente otoño invernal. Esto fue posible con la obtención de un mayor número de plantas de *Bromus auleticus* al año de siembra, la que puede lograrse con el manejo de la densidad de siembra.

Se demuestra que en términos generales es posible lograr la reintroducción de la especie *Bromus auleticus* superando las limitantes de bajo vigor inicial a través del manejo de la densidad de siembra en tapices naturales de Basalto superficial. Así mismo, el éxito de esta tecnología dependerá, además del acompañamiento de otros manejos indicados por diversos autores (época de siembra, fertilización, manejo del tapiz, etc), de las condiciones ambientales a las que se enfrenten esas plántulas durante

su período de establecimiento, y principalmente el primer verano como momento clave.

Se hace necesaria la profundización de los estudios sobre la inclusión de especies nativas perennes tanto en aspectos relacionados con el aumento de producción primaria y secundaria, como la mejora de la capacidad de resiliencia y resistencia de los ecosistemas de Campo Natural.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, W., Bermúdez, R., Ferrés, S. (2003). Evaluación de diferentes gramíneas para mejoramientos de campo sobre suelos de sierra. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 324, 4-10.
- Ayala, W., Carámbula, M. (1992). Gramíneas para mejoramientos extensivos. En C. Mas, M. Carámbula, R. Bermúdez, W. Ayala, E. Carriquiry (Eds.). *Mejoramientos extensivos en la región este: resultados experimentales 1991-92* (pp. 39-48). Treinta y Tres, Uruguay: INIA.
- Barreto, E. (2001). *Efecto de la densidad de siembra y la fertilización fosfatada inicial en la implantación y crecimiento inicial de Lotus pedunculatus LE 627 introducido en cobertura sobre campo natural*. (Tesis Ing. Agr.). Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- Behling, H., y Pillar, V.P. (2007). Late quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*, 362(1478), 243-251.
- Bemhaja, M. (2001). Gramínea nativa perenne invernal para suelos arenosos: *Bromus auleticus* cv INIA Tabobá. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 103- 104). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Bermúdez, R., Carámbula, M., Ayala, W. (1996). Introducción de gramíneas en mejoramientos extensivos. En *Jornada Anual de Producción Animal* (pp. 33-43). Treinta y Tres, Uruguay: INIA.
- Berretta E., Formoso, D., Carbajal, C., Fernández, J., Gabachutto, I. (1990). Producción y calidad de diferentes especies forrajeras nativas en condiciones de campo. En *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp. 49-63). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Bilenca, D. y Miñarro, F. (2004). *Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Buenos Aires, Argentina: Fundación Vida Silvestre Argentina.

- Boggiano, P. (1990). Evaluación de 14 gramíneas perennes bajo pastoreo. En *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp. 185-195). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Boggiano, P., Zanoniani, R., Saldanha, S. (2000). Implantación de *Bromus auleticus* Trin. en cobertura. En *Reunião temática internacional sobre o gênero Bromus* (pp. 12-13). Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.
- Carámbula, M. (2003). Pasturas y Forrajes: Insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Carámbula, M., Terra, J. (2000). Otro paso adelante en los mejoramientos de campo: la incorporación de gramíneas invernales. En *Jornada Anual de Producción Animal* (pp. 5-16). Treinta y Tres, Uruguay: INIA.
- Carriquiry, E., Majó, G., Saldanha, S., Millot, J. (1990). *Bromus auleticus*: efecto de la fertilización y manejo del pastoreo sobre producción de semillas y sus componentes. En *II Seminario de Campo Natural* (pp. 89-104). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Chapin, F., Zavaleta, E., Eviner, V., Naylor, R., Vitousek, P., Reynolds, H., Hooper, D., Lavorel, S., Sala, O., Hobbie, S., Mack, M., Díaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234-242.
- Condón, F., Jaurena, M., Reyno, R., Otaño, C., Lattanzi, F. (2017). Spatial analysis of genetic diversity in a comprehensive collection of the native grass *Bromus auleticus* Trinius (ex Nees) in Uruguay. *Grass and Forage Science*, 72(4), 723-733.
- Davies, P. (1990). Efecto del nivel de nitrógeno y densidad de siembra en *Bromus auleticus*. En *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp.105- 114). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- Díaz, R., Jaurena, M., Ayala, W. (2006). Impacto de la intensificación productiva sobre el campo natural en Uruguay. En A. Mittelman y J.C. Leites Reis (Eds.). *Reuniao do grupo técnico em forrageiras do Cone Sul: Grupo Campos* ( pp. 49–67). Pelotas, RS: EMBRAPA.
- Donald, C. M. (1963). Competition among crops and pasture plants. *Advances in Agronomy*, 15, 1-18.

- Dowling, P.M., Clements, R.J., McWilliam, J.R. (1971). Establishment and survival of pasture species from seeds sown on the soil surface. *Australian Journal of Agricultural Research*. 22(1), 61-74.
- Ellis, J., Swift, D. (1988). Stability of African pastoral ecosystem: alternate paradigms and implications for development. *Journal of Range Management*, 41(6), 450-459.
- Formoso, F. A., Allegri, M. A. (1984). *Gramíneas Perennes en el noreste*. Montevideo, Uruguay: CIIAB.
- Fuhlendorf, S., Briske, D., Smeins, F. (2001). Herbaceous vegetation change in variable rangeland environments: the relative contribution of grazing and climatic variability. *Applied Vegetation Science*, 4(2), 177-188.
- García, J. (2003). *Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela*. Montevideo, Uruguay: INIA.
- Hillebrand, H., Bennett, D. M., Cadotte, M. W. (2008). Consequences of dominance: a review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. *Ecology*, 89(6), 1510- 520.
- Jaurena, M. (2009). *Efecto de la carga de capones en la estructura, composición florística y funcionamiento de praderas naturales sobre suelos superficiales de Basalto en Uruguay*. (Tesis de Maestría). Facultad de Agronomía. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Jaurena, M., Bentancur, O., Ayala, W., Rivas, M. (2011). Especies indicadoras y estructura de praderas naturales de basalto con cargas contrastantes de ovinos. *Agrociencia Uruguay*, 15(1), 103-114.
- Lezama, F., Altesor, M., León, R. J., Paruelo, J. M. (2006). Heterogeneidad de la vegetación en pastizales naturales de la región basáltica de Uruguay. *Ecología Austral* 16(2), 167-182.
- Martín, G. (2014). *Técnicas de refinamiento y recuperación de pastizales*. Recuperado de [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20naturales/240-Tecnicas\\_refinamiento.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/240-Tecnicas_refinamiento.pdf).



- Methol, M., Freire, A. (1990). Evaluación primaria de *Bromus auleticus*. En *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp. 77-83). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- MGAP-DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, UY). (2014). *Censo General Agropecuario 2011: resultados definitivos*. Montevideo, Uruguay: MGAP.
- Milchunas, D. G., Sala, O.E. y Lauenroth, W. K. (1988). A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist*, 132(1), 87-106.
- Millot, J. (2001). *Bromus auleticus*: una nueva especie domesticada. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 3-6). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Millot, J., Mas, C. (2004). Análisis retrospectivo del Grupo Campos: aportes y perspectivas. En *Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos* (pp. 21-33). Salto, Uruguay: Regional Norte. Universidad de la República.
- Millot, J., Risso, D., Methol, R. (1987). *Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay*. Montevideo, Uruguay: MAP.
- Moliterno, E., Rucks, F. (1998). Evaluación agronómica de cultivares de *Bromus auleticus*. *Cangüé*, 5(13), 26-29.
- Moliterno, E. Saldanha, S., Rucks, F. (2001). Establecimiento y producción inicial de mezclas de dos cultivares de *Bromus auleticus* y uno de *Festuca arundinacia* con leguminosas. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 87-95). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Moraes, C. O. C., Oliveira, J. C. P., Paim, N. R. (2000). Comparação de *Bromus auleticus* Trinius com outras gramíneas perenes de inverno. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.
- Nabinger, C., Carvalho, P. C de Faccio, Pinto, E. C., Mezzalira, J. C., Brambilla, D. M., Boggiano, P. R. (2011). Servicios ecosistémicos de las praderas naturales:

¿es posible mejorarlos con más productividad? *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 19(3-4), 27-34.

Oliveira, J. C. P., Borba, M. F., Genro, T. C. M. (2004). Manejo da pastagem natural: uma forma de sustentabilidade do ecossistema campo no sul do Brasil. En *Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos* (pp. 39-46). Salto, Uruguay: Regional Norte. Universidad de la República.

Oliveira, J. C. P., Moraes, C. O. C. (1993). Distribuição da produção e qualidade de forragem de *Bromus auleticus* Trinius. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 28(3), 391-398.

Olmos, F. (1993). *Bromus auleticus*. Montevideo, Uruguay: INIA.

Padilla, C., Crespo, G., y Sardiñas, Y. (2009). Degradación y recuperación de pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 43(4), 351-354.

Paruelo, J., Guerschman, J., Piñeiro, G., Jobbágy, E., Verón, S., Baldi, G., Baeza, S. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia (Uruguay)*, 10(2), 47-61.

Pillar, V.P., Müller, S.C., Castilhos, Z.M.S., Jacques, A.V.A. 2009. Apresentação. En Valerio de Platta Pillar...(et.al) (Eds). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade* (pp. 5-6). Brasilia: MMA.

Risso, D. (1998). Mejoramientos extensivos en el Uruguay. En *Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupo Campos* (pp. 23-29). Montevideo, Uruguay: INIA.

Risso, D. (1997). Siembras en el tapiz: consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre Cristalino. En Carámbula, M. Vaz Martins, D. Indarte, E. (Eds.). *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva* (pp. 71-82). Montevideo, Uruguay: INIA.

- Rivas, M. (2001). Sistema reproductivo y estructura genética de poblaciones de *Bromus auleticus* Trinius ex-nees (Poaceae). Estudio mediante isoenzimas. *Agrociencia (Uruguay)*, 5(1), 32-40.
- Rosengurt B. (1979). *Tablas de comportamiento de las especies de plantas de Campos Naturales en el Uruguay*. Montevideo: Universidad de la República.
- Rosengurt B. (1946). Observaciones agrostológicas durante la sequía 1942-43. En B. Rosengurt, *Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: 5 contribución* (pp. 443-452). Montevideo, Uruguay: Rosgal.
- Rosengurt, B. (1943). *Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: tercera contribución. La estructura y el pastoreo de las praderas de la región de Palleros - Flora de Palleros*. Montevideo, Uruguay: Barreiro y Ramos.
- Sasaki, T., Lauenroth, W.K.D. (2011). Dominant species, rather than diversity, regulates temporal stability of plant communities. *Oecología*, 166(3), 761-768.
- Scheffer-basso, S.M., Fávero, F., Jouris, C., Dall'agnol, M. (2009). Seleção de populações de *Bromus auleticus*, uma gramínea perene de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, 38(2), 249-255.
- Silva, G. M., Maia, M. S., Moraes, C. O. C. (2001). Efeito da população de plantas sobre o rendimento e a qualidade de sementes de cevadilha-vacariana (*Bromus auleticus* Trinius). En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 77-80). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Silva, G. M., Moraes, C. O. C. (2009). *Cevadilha Vacariana (Bromus auleticus Trinius): histórico, utilização e perspectivas*. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul.
- Soriano, A., León, R. J. C., Sala, O. E., Lavado, R. S., Deregibus, V. A., Cahuepé, M. A., Scaglia, O. A., Velazquez C. A., y Lemcoff, J. H. (1992). Río de la Plata grasslands. En R.T. Coupland (ed.). *Ecosystems of the world 8A. Natural grasslands* (pp. 367-407). New York: Elsevier.
- Zanoniani, R., Boggiano, P., Saldanha, S. (2001). Implantación de *Bromus auleticus* Trinius en cobertura. En *Los recursos fitogenéticos del género Bromus en el Cono Sur* (pp. 35-38). Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Zarza, R., Calistro, E., Martínez, E. (2013). Importancia de la implantación en las pasturas perennes. En *Reunión Técnica. El éxito productivo de una pastura*

*con leguminosas perennes comienza en su implantación* (pp. 1-9) Colonia,  
Uruguay: INIA.

## 6. ANEXOS

### 6.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA NÚMERO DE PLANTAS.M<sup>-2</sup>, PORCENTAJE DE LOGROS Y SOBREVIVENCIA ESTIVAL.

#### 6.1.1 Especificación del modelo y prueba de hipótesis para Número de plantas, experimentos 2013 y 2014 en forma conjunta.

Efectos fijos: Bloque + Tratamiento + Experimento + Momento de Conteo +  
Tratamiento x Momento de Conteo + Tratamiento x Experimento + Tratamiento x  
Momento de Conteo x Experimento. Efecto Aleatorio: Parcela

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos 2013 y 2014 variable Número  
de plantas.m<sup>-2</sup>.

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Bloque	2	318	8,43	0,0003
Tratamiento	3	318	45,76	<0,0001
Experimento	1	318	0,73	0,3927
Momento Conteo	4	318	1150,13	<0,0001
Trat:Expto	3	318	1,37	0,2530
Trat:Mom Conteo	12	318	7,78	<0,0001
Trat:Expto:Mom Conteo	12	318	21,44	<0,0001

#### 6.1.2 Especificación del modelo y prueba de hipótesis para Porcentaje (%) de Logros 120 dps, experimentos 2013 y 2014 en forma conjunta.

Efectos fijos: Bloque + Tratamiento + Experimento + Tratamiento x Experimento.

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos 2013 y 2014 variable para % de  
Logros 120 dps.

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Bloque	2	62	17,30	<0,0001
Tratamiento	3	62	1,96	0,1287
Experimento	1	62	57,10	<0,0001
Trat:Expto	3	62	3,03	0,0358

#### 6.1.3 Especificación del modelo y pruebas de hipótesis para Porcentaje (%) de Logros 120 dps, experimentos 2013 y 2014 por separado.

Efectos fijos: Bloque + Tratamiento + Bloque x Tratamiento.

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos experimento 2013 variable % de Logros 120 dps.

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Bloque	2	24	6,77	0,0047
Tratamiento	3	24	3,40	0,0340
Bloque:Trat	6	24	0,01	>0,9999

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos Experimento 2014 variable % de Logros 120 dps.

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Bloque	2	24	10,43	0,0006
Tratamiento	3	24	0,88	0,4635
Bloque:Trat	6	24	2,7E-03	>0,9999

#### 6.1.4 Especificación del modelo y prueba de hipótesis para Supervivencia estival, experimentos 2013 y 2014 en forma conjunta.

Efectos fijos: Bloque + Tratamiento + Experimento + Tratamiento x Experimento.

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos 2013 y 2014 variable Supervivencia estival.

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Bloque	2	53	147,76	<0,0001
Tratamiento	3	53	11,50	<0,0001
Experimento	1	53	176,39	<0,0001
Bloque:Trat	6	53	0,01	>0,9999
Trat:Expto	3	53	38,40	<0,0001

#### 6.1.5 Especificación del modelo y pruebas de hipótesis para Supervivencia estival, experimentos 2013 y 2014 por separado.

Efectos fijos: Bloque + Tratamiento + Bloque x Tratamiento.

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos experimento 2013 variable Supervivencia estival.

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Bloque	2	22	72,59	<0,0001
Tratamiento	3	22	26,30	<0,0001
Bloque:Trat	6	22	0,01	>0,9999

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos experimento 2014 variable Sobrevivencia estival.

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
Bloque	2	24	63,84	<0,0001
Tratamiento	3	24	16,45	<0,0001
Bloque:Trat	6	24	0,01	>0,9999

## 6.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE ACUMULADO, PRODUCCIÓN ESTACIONAL DEL CN Y DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE FORRAJE ESTACIONAL.

### 6.2.1 Especificación del modelo y prueba de hipótesis para Producción de forraje acumulado, experimentos 2013 y 2014 en forma conjunta.

Efectos fijos: Bloque + Tratamiento + Experimento + Tratamiento x Experimento + Bloque x Tratamiento.

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos 2013 y 2014 variable Producción de forraje acumulado.

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	392,15	<0,0001
Bloque	2	1,73	0,2262
Tratamiento	4	0,57	0,6889
Experimento	1	68,22	<0,0001
Trat:Expto	4	0,12	0,9740
Bloque:Trat	8	0,13	0,9957

### 6.2.2 Especificación del modelo y pruebas de hipótesis para Producción de forraje acumulado, experimentos 2013 y 2014 por separado.

Efectos fijos: Bloque + Tratamiento.

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos experimento 2013 variable Producción de forraje acumulado.

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	601,41	<0,0001
Bloque	2	42,95	0,0001
Tratamiento	4	1,75	0,2310

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos experimento 2014 variable  
Producción de forraje acumulado

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	2865,06	<0,0001
Bloque	2	10,98	0,0051
Tratamiento	4	3,59	0,0584

### 6.2.3 Especificación del modelo y pruebas de hipótesis para Producción estacional del campo natural, experimentos 2013 y 2014 por separado.

Efectos fijos: Bloque + Tratamiento.

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos experimento 2013 variable  
Producción estacional del campo natural para Verano, Otoño, Invierno y Primavera,  
respectivamente.

#### Verano

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	254,72	<0,0001
BLOQUE	2	8,09	0,0120
Tratamiento	4	1,28	0,3546

#### Otoño

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	86,20	<0,0001
BLOQUE	2	2,70	0,1274
Tratamiento	4	0,53	0,7177

#### Invierno

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	494,81	<0,0001
BLOQUE	2	24,23	0,0007
Tratamiento	4	6,50	0,0165

#### Primavera

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	659,02	<0,0001
BLOQUE	2	18,38	0,0010
Tratamiento	4	0,63	0,6540



Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos experimento 2014 variable Producción estacional del campo natural para Verano, Otoño, Invierno y Primavera, respectivamente.

#### Verano

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	1324,44	<0,0001
BLOQUE	2	3,59	0,0770
Tratamiento	4	8,38	0,0058

#### Otoño

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	699,61	<0,0001
BLOQUE	2	6,36	0,0222
Tratamiento	4	3,59	0,0585

#### Invierno

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	748,37	<0,0001
BLOQUE	2	11,20	0,0048
Tratamiento	4	3,81	0,0509

#### Primavera

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	5538,32	<0,0001
BLOQUE	2	9,48	0,0077
Tratamiento	4	3,51	0,0614

### 6.2.4 Especificación del modelo y pruebas de hipótesis para distribución porcentual del forraje estacional del campo natural, experimentos 2013 y 2014 por separado.

Efectos fijos: Bloque + Tratamiento.

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos experimento 2013 variable distribución porcentual del forraje estacional del campo natural para Verano, Otoño, Invierno y Primavera, respectivamente.

#### Verano

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	1914,29	<0,0001
BLOQUE	2	1,35	0,3113
Tratamiento	4	2,13	0,1689

#### Otoño

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	216,21	<0,0001

BLOQUE	2	0,23	0,8006
Tratamiento	4	0,76	0,5776

### Invierno

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	322,29	<0,0001
BLOQUE	2	8,65	0,0100
Tratamiento	4	3,34	0,0690

### Primavera

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	971,47	<0,0001
BLOQUE	2	3,15	0,0979
Tratamiento	4	1,35	0,3326

Prueba de hipótesis marginales para los efectos fijos experimento 2014 variable distribución porcentual del forraje estacional del campo natural para Verano, Otoño, Invierno y Primavera, respectivamente.

### Verano

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	4907,88	<0,0001
BLOQUE	2	1,79	0,2279
Tratamiento	4	13,35	0,0013

### Otoño

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	1088,27	<0,0001
BLOQUE	2	5,23	0,0353
Tratamiento	4	3,67	0,0555

### Invierno

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	709,29	<0,0001
BLOQUE	2	4,27	0,0547
Tratamiento	4	5,26	0,0225

### Primavera

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	2798,79	<0,0001
BLOQUE	2	0,73	0,5109
Tratamiento	4	4,14	0,0417