

DURACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE DOS MATERIALES GENÉTICOS DE CEBADILLA CRIOLLA (*Bromus catharticus* Vahl.) BAJO DISTINTOS MANEJOS DEL CULTIVO

RENATA WOLFF; E. VERNENGO; S.P. SÁNCHEZ y FERNANDA SPARA

Recibido: 24/10/05

Aceptado: 26/12/05

RESUMEN

El objetivo fue comparar la duración del ciclo reproductivo y la producción de semilla de un material experimental con baja tendencia al repanojado (NR) con el cultivar Martín Fierro MAG (MF), utilizando tres fechas de clausura y tres niveles de fertilización nitrogenada. Se usó un diseño en bloques con cuatro repeticiones, en parcelas subdivididas, siendo las parcelas principales las fechas de clausura, las subparcelas los materiales genéticos y las sub-subparcelas los niveles de fertilización. Los datos se sometieron al ANOVA, con comparación de medias mediante la prueba LSD ($p \leq 0,05$). El material no-repanojante presentó un ciclo reproductivo significativamente más corto que el testigo. En producción de semilla no hubo diferencias significativas entre materiales genéticos, aunque sí entre fechas de clausura y niveles de nitrógeno. Los mayores rendimientos se dieron en clausuras tempranas y con dosis altas de nitrógeno, mostrando NR la mejor performance. El peso de mil semillas varió entre materiales genéticos y fechas de clausura, tendiendo MF al mayor peso de semilla. La clausura de agosto presentó los mayores pesos para ambos materiales.

Palabras clave. No-repanojado, fechas de clausura, fertilización nitrogenada, peso de 1.000 semillas.

REPRODUCTIVE CYCLE LENGTH AND SEED PRODUCTION OF TWO GENETIC MATERIALS OF CEBADILLA CRIOLLA (*Bromus catharticus* Vahl), UNDER DIFFERENT PASTURE MANAGEMENTS

SUMMARY

The objective was to compare an experimental variety with a low re-panicle tendency (NR) with the commercial variety Martín Fierro MAG (MF). The reproductive cycle and the seed production under three levels of nitrogen fertilization and three closure dates were determined. A block design with four repetitions and subdivided parcels were used, where the main parcels were the closure dates, the subparcels the genetic materials and the subsubparcels the nitrogen levels. Results were statistically analyzed using variance analysis, and means compared with a LSD test ($P \leq 0,05$). Low re-panicle variety had a significantly shorter reproductive cycle than the witness. There were no significant differences between genetic materials in seed production, but between closure dates and fertilization levels significant differences were found. The best seed yields were found in early closures and with high nitrogen levels, low re-panicle material NR having the best performance. The 1000 seed weight varied between genetic materials and closure dates, MF showing higher seed weights than NR. August's closure produced the highest seed weights in both materials.

Key words. Low re-panicle, closure dates, nitrogen fertilization, 1000 seed weight, rescue grass, prairie grass.

(1) Universidad Nacional de Luján, Departamento de Tecnología. Rutas 5 y 7. (6700) Luján-Pcia. de Buenos Aires. e.e.: rwoff@mail.unlu.edu.ar y eduvern@s6.coopenet.com.ar. Tel. 02323-423979.

INTRODUCCIÓN

Cebadilla criolla (*Bromus catharticus* Vahl. = *Bromus unioloides* H.B.K. = *Bromus willdenowii* Kunth.), conocida también como cebadilla australiana, es una de las gramíneas forrajeras más difundidas en las subregiones húmeda y subhúmeda de la Pradera Pampeana y reconocida por los productores ganaderos por su calidad nutricional y potencial de producción primaria (Scheneiter, 2000). Esta especie, nativa de América del Sur, espontánea y abundante en la provincia de Buenos Aires, pertenece al género *Bromus*, compuesto por cerca de 100 especies que habitan regiones templadas de todo el mundo (Cabrera y Zardini, 1993). En los últimos años se ha renovado el interés por el estudio de su comportamiento productivo y el mejoramiento genético de esta especie. Los avances en esta materia se han concretado con la reciente inscripción de una apreciable cantidad de nuevos cultivares que se ofrecen al productor ganadero local.

El uso tradicional de esta forrajera en las pasturas sembradas en la Región Pampeana, es la de componente complementario de mezclas mixtas de gramíneas y leguminosas, siendo el mejor exponente su asociación con alfalfa (Madero, 1966; Langer, 1981; Scheneiter, 2000). Esta gramínea, típicamente bienal, hace una importante contribución a la mezcla durante los dos primeros años de la pastura. Sin embargo, como cebadilla tiene la habilidad de producir semilla en abundancia, permanece en el tapiz en la mayoría de los casos mediante la resiembra natural, independientemente de la vida de las plantas individuales (Wolff *et al.*, 1996; Scheneiter, 2002). Son varios los factores que favorecerían la regeneración de los tapices por medio de la resiembra natural, entre ellos la excelente producción de semilla de alta calidad en poder germinativo y vigor (Langer, 1981; Rosso y Bertín, 1993).

La especie es típicamente mesotérmica, de ciclo productivo otoño-inverno-primaveral (OIP), aunque se mantiene verde y con distintos grados de actividad durante el verano, según las condiciones de humedad y temperatura predominantes (Batallanz y Bertín, 1990; Hume, 1991a; Stewart, 1996). Si bien hasta ahora no se la ha utilizado como recurso forrajero invernal en forma pura, algunos experimen-

tos preliminares indicarían que posee suficiente potencial para acumular forraje en dicho período, pudiendo llegar a ser una alternativa de valor durante el primer año y presentando la ventaja sobre las especies tradicionalmente usadas como verdeos invernales, de poseer un ciclo bianual con oferta forrajera continua (Bertín, 2000).

Cebadilla criolla es la gramínea forrajera mesotérmica plurianual de mayor importancia en el mercado nacional. Durante la campaña 2003/2004, su producción fiscalizada alcanzó la cifra más alta, con 3.646 toneladas (Página web CSBC). Los rendimientos logrados en condiciones de cultivo oscilan entre 700 y 1.800 kilogramos por hectárea, aunque su potencial es cercano a los 3.000 kilogramos por hectárea para la primer cosecha (Bertín, 1992). Por otro lado, Bertín (1988) señala que pastoreos posteriores a mediados de julio, remueven y dañan macollos fértiles y, con ello, reducen la producción de semilla. Por ello, cabe esperar que el rendimiento de semilla decline en aquellos casos donde el cultivo sea pastoreado y más aún cuando éste se prolongue hasta los meses de septiembre u octubre. Sin embargo, no hay demasiados antecedentes acerca del efecto del pastoreo sobre la producción de semilla y la regeneración del cultivo bajo estas condiciones.

Otra característica representativa de la cebadilla criolla es la extensión de su ciclo reproductivo. La especie tiene requerimientos de día largo, sin necesidades importantes de vernalización, por lo que produce un gran número de macollos reproductivos continuamente desde mediados de primavera hasta mediados de otoño (Hume, 1991b). La mayoría de las poblaciones de *Bromus catharticus* son totalmente repanojantes y encañan con mucha rapidez resultando ser siempre muy precoces (Gillet, 1984). El alto número de macollos reproductivos coincide con la elevada acumulación de forraje durante la primavera y el verano. Aun cuando la hoja es el principal componente morfológico del forraje, una buena parte del mismo está constituido por tallo y panoja, lo cual puede condicionar la calidad de la pastura (Vernengo *et al.*, 2000; Scheneiter, 2000). De acuerdo con esto, Hume (1991c) señala que, incluso bajo defoliaciones frecuentes, cebadilla criolla puede continuar produciendo inflorescencias y el alto número de macollos

reproductivos tiene un gran impacto sobre la producción y calidad de forraje. De modo que el principal inconveniente del extenso ciclo reproductivo es su efecto negativo sobre el potencial de producción de hojas, lo que genera forraje de menor calidad. Bajo condiciones de corte se observó una caída en la digestibilidad en coincidencia con el avance del período reproductivo, que se inicia generalmente a fines de septiembre. En esta etapa, la digestibilidad de la materia seca llegó a valores cercanos al 50%, para estabilizarse en dichos valores hasta el mes de febrero (Carrete, 2000).

Bromus catharticus produce semillas en dos períodos bien diferenciados. El primero es de mediados de noviembre a principios de diciembre, donde ocurre la mayor producción, y el segundo es durante diciembre, con una alta producción de semillas vacías. De acuerdo con Hebblethwaite y Ahmed (1978) el rendimiento final es menor al potencial, porque muchos macollos fértiles mueren antes del momento de cosecha y porque no todas las florecillas presentes al momento de la antesis van a contener una semilla llena al momento de la cosecha.

En varias especies forrajeras el rendimiento final en semillas parece depender más de la polinización, fertilización y formación de las semillas, que de la relación entre macollos fértiles y panojas. Al estudiar los componentes del rendimiento en poblaciones naturales de cebadilla criolla, Pistorale y Wolff (1998) comprobaron que no siempre el carácter que está más correlacionado con el rendimiento es el que contribuye más a su expresión final, y que el comportamiento de los componentes del rendimiento puede variar en diferentes años y poblaciones. Así, en un año normal los componentes principales fueron el número de panojas y el número de espiguillas por panoja, pero en un año con déficit hídrico durante la floración, el componente principal fue el número de semillas llenas/totales. Estas estrategias responden a la alta plasticidad de esta especie.

En la Universidad Nacional de Luján se han realizado trabajos de observación y selección de genotipos provenientes de poblaciones nativas de *Bromus catharticus* Vahl, en los cuales se determinaron diferencias entre distintas líneas selectas en relación con la duración de la etapa reproductiva (Vernengo

et al., 2000; Wolff *et al.*, 2003). Como resultado de estos trabajos se ha desarrollado una línea experimental precomercial *no repanojante* que posee una baja tendencia a repanojar y consecuentemente un ciclo reproductivo más corto que otras variedades de amplia difusión. Vernengo *et al.* (2000) señalan las ventajas de esta característica, al indicar que el carácter *no repanojante* podría mejorar la cantidad y la calidad de la oferta forrajera durante el transcurso del verano, permitiendo además, la diferenciación de nuevos cultivares comerciales.

Los diferentes manejos del cultivo surgieron de la aplicación de tres niveles de fertilización nitrogenada, teniendo en cuenta las importantes respuestas al nitrógeno que cita la bibliografía (Hebblethwaite, 1983; Bertín y Rosso, 1993; Castaño, 2005) y de la programación de tres diferentes fechas de clausura (desde fines de agosto a fines de octubre), con el fin de cuantificar el efecto de las defoliaciones tardías sobre la producción de semilla. Esta información permitiría establecer el impacto de pastoreos retrasados en el tiempo sobre la producción de semilla y la potencialidad de resiembra natural de esta especie.

El trabajo enfocó los siguientes objetivos: 1) Determinar la duración del ciclo reproductivo de la línea experimental *no repanojante*, contrastándola con una variedad comercial de cebadilla criolla de amplia difusión (Martín Fierro MAG); 2) Comparar la producción de semilla de ambos materiales genéticos, en función de tres niveles de fertilización nitrogenada y tres fechas de clausura y 3) Determinar el peso de 1.000 semillas de ambos materiales genéticos bajo las mismas condiciones.

En un próximo trabajo se presentarán los resultados obtenidos en la producción de forraje, a fin de completar toda la información lograda.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se condujo en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Luján, ubicado geográficamente a 34° 34' de latitud Sur y 59° 04' de longitud Oeste. Se trabajó sobre un suelo Argiudol típico, de textura franco-

arcillo-limosa en superficie, bien provisto de materia orgánica (3,0%) y reacción débilmente ácida (pH 6,2). Su capacidad de uso se estimó en II w. El clima de la región es templado húmedo con veranos cálidos. La temperatura media anual es de 16 °C y las precipitaciones oscilan alrededor de los 950 mm anuales.

Los materiales genéticos evaluados fueron una línea experimental precomercial con baja tendencia al repañado (NR) seleccionada en la Universidad de Luján a partir de poblaciones naturales de la zona (Vernengo *et al.*, 2000) y el cultivar comercial Martín Fierro MAG (MF) que se utilizó como testigo dada su amplia difusión en la región.

Se programaron tres diferentes fechas de clausura, desde fines de agosto a fines de octubre, con el fin de cuantificar el efecto de las defoliaciones tardías sobre la producción de semilla. Además, se trabajó con tres niveles de nitrógeno, equivalentes a 0 kg N/ha (N_0), 40 kg N/ha (N_1) y 80 kg N/ha (N_2) en forma de urea granulada (46-0-0), aplicados inmediatamente después de la suspensión de las defoliaciones a partir de fines de agosto, septiembre y octubre, de acuerdo con las tres fechas de clausura previstas. Las parcelas se dejaron semillar y se cosecharon a la madurez.

El diseño experimental adoptado fue el de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones, con un arreglo en parcelas subdivididas, donde las parcelas principales correspondieron a las tres fechas de clausura, las sub-parcelas a los dos materiales genéticos (NR y MF), y las sub-subparcelas a los tres tratamientos de fertilización nitrogenada (N_0 , N_1 , N_2).

Los datos fueron sometidos al análisis de variancia, previa comprobación de los supuestos del mismo. Se realizó un análisis de la variancia para cada una de las variables estudiadas y en el caso de más de dos medias, se aplicó la prueba LSD (diferencias mínimas significativas) con un nivel de significancia del 5% de probabilidad ($P \leq 0,05$).

Las variables analizadas fueron:

Duración del ciclo reproductivo. Esta variable se determinó a través del recuento de panojas producidas por cada tratamiento a lo largo del tiempo. La evaluación se realizó sobre 3,30 m lineales, convirtiendo los datos obtenidos a *panojas por metro cuadrado*.

Producción de semilla. Después de la suspensión de las defoliaciones, las parcelas se dejaron semillar. Una vez alcanzada la madurez de la semilla, se procedió a cortar y tender el material al sol, con la finalidad de reducir su contenido de humedad y facilitar el proceso de trillado, el cual se efectuó en forma manual. La producción de semilla

se evaluó en dos ciclos anuales del cultivo. Las muestras se pesaron y el dato se extrapoló a *kilogramos de semilla por hectárea*.

Peso de 1.000 semillas. Se tomaron 200 semillas como muestra de cada tratamiento y se pesaron. El valor obtenido se extrapoló a *peso de 1.000 semillas, en gramos*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Determinación de la duración del ciclo reproductivo

La duración del ciclo reproductivo se estimó mediante el recuento de panojas producidas por los dos materiales genéticos en sucesivas evaluaciones realizadas durante el primer período reproductivo (primavera-verano-otoño). Las evaluaciones se realizaron para las tres clausuras.

Clausura de agosto

Durante el panojamiento de primavera (octubre-diciembre) no se detectaron diferencias significativas entre los materiales. Ya en la evaluación del 7 de enero, NR comenzó a diferenciarse significativamente de MF, en tanto que en la evaluación del 25 de febrero, las diferencias se ampliaron aún más. En el Cuadro 1 se puede observar que en las fechas citadas de enero y febrero, NR y MF produjeron cantidades significativamente diferentes de panojas, independientemente del nivel de la fertilización nitrogenada, no encontrándose interacciones significativas entre las variables material genético x fertilización nitrogenada.

La actividad reproductiva, manifestada por la producción de panojas, fue disminuyendo paulatinamente en el caso del testigo (MF) hasta llegar a los meses de mayo-junio, donde pasó de ser escasa a nula. Por el contrario, el material NR finalizó precozmente el período reproductivo, iniciando su estado vegetativo al menos tres meses antes que Martín Fierro, por lo que promediando el verano ya no se visualizaban panojas en las parcelas de la clausura de agosto (Figura 1).

CUADRO 1. Cantidad de panojas por metro cuadrado de los dos materiales genéticos, en función de la fertilización nitrogenada y de la fecha de recuento (clausura agosto).

Clausura de agosto	Fecha de evaluación (panojas/m ²)		
	13/11/02	07/01/03	25/02/03
NR N0	235,6 AB	158,1 B	1,7 B
NR N1	226,3 AB	126,9 B	4,4 B
NR N2	205,6 B	124,4 B	4,2 B
MF N0	216,3 AB	283,8 A	76,3 A
MF N1	227,5 AB	302,5 A	70,7 A
MF N2	276,9 A	296,3 A	84,1 A

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD P < 0.05).

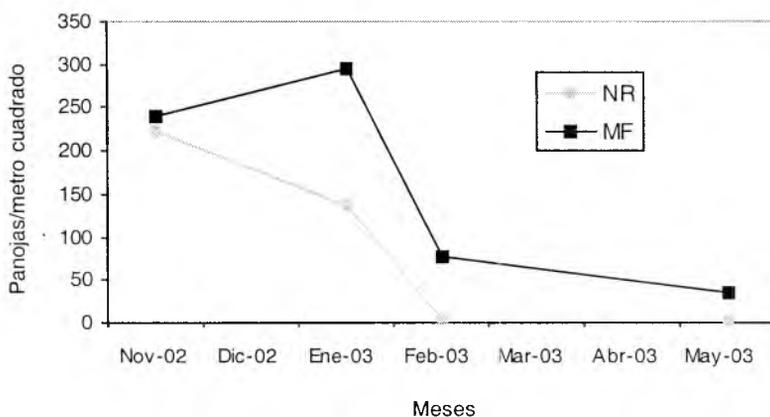


FIGURA 1. Evolución de la cantidad de panojas por metro cuadrado de la clausura de agosto durante los meses evaluados.

Clausura de septiembre

Suspendiendo las defoliaciones a fines de septiembre, se observó un corrimiento de 15 días en lo que concierne a la fecha de primera cosecha en relación con la clausura de agosto. Además, se manifestó una diferencia significativa en la producción

de panojas por metro cuadrado entre MF y NR. En la evaluación de enero, ambos materiales se diferenciaron aún más entre sí, y a partir de ese corte la producción de panojas por metro cuadrado de NR se hizo casi nula, ocurriendo lo mismo en la evaluación de mayo (Cuadro 2 y Figura 2).

CUADRO 2. Cantidad de panojas por metro cuadrado de los dos materiales genéticos, en función de la fertilización nitrogenada y de la fecha de recuento (clausura septiembre).

Clausura de septiembre	Fechas de evaluación (panojas/m ²)			
	28/11/02	14/01/03	13/03/03	23/05/03
NR N0	148,0 C	36,8 B	2,9 B	1,1 B
NR N1	176,1 BC	29,2 B	4,6 B	1,1 B
NR N2	183,5 BC	27,6 B	4,0 B	0,8 B
MF N0	201,2 B	97,0 A	80,1 A	16,7 A
MF N1	235,6 AB	97,5 A	93,0 A	13,8 A
MF N2	287,1 A	102,7 A	80,5 A	15,7 A

Valores seguidos de letras distintas, indican diferencias significativas (LSD $P < 0,05$).

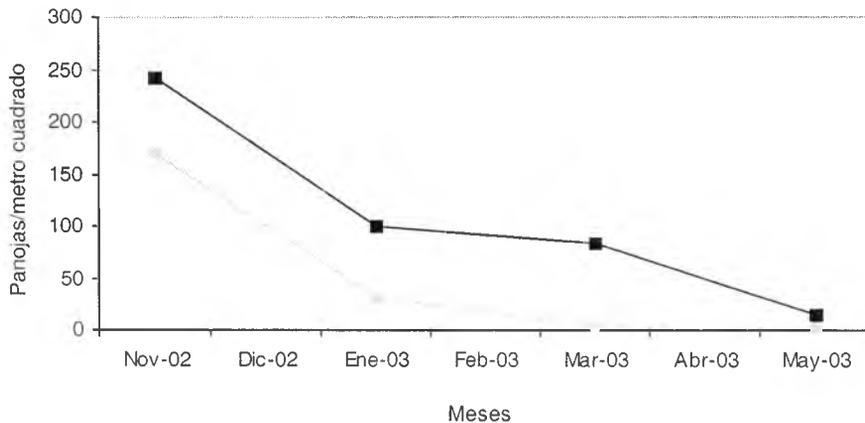


FIGURA 2. Evolución de la cantidad de panojas por metro cuadrado de la clausura de septiembre durante los meses evaluados.

Clausura de octubre

En esta clausura la última defoliación se realizó los últimos días de octubre, efectuándose la cosecha de semilla el 18 de diciembre, con un retraso de 20 días en relación con la fecha de cosecha de la clausura de septiembre. En esta primera evaluación, del mismo modo que en la clausura de septiembre, se registraron diferencias estadísticamente significa-

tivas entre ambos materiales, siendo MF superior en cantidad de panojas producidas por metro cuadrado. En el corte del 24 de enero, la densidad de panojas de NR cayó a valores muy bajos, en tanto que MF produjo una cantidad tres veces superior a NR. En la evaluación de marzo la producción de panojas de NR fue casi nula, en tanto que MF registró un incremento en su cantidad, en relación con el recuento de enero (Cuadro 3 y Figura 3).

CUADRO 3. Cantidad de panojas por metro cuadrado de los dos materiales genéticos, en función de la fertilización nitrogenada y de la fecha de recuento (clausura octubre).

Clausura de octubre	Fecha de evaluación (panojas/m ²)					
	18/12/02		24/01/03		27/03/03	
NR N0	140,6	B	6,8	B	1,1	C
NR N1	173,8	AB	12,9	B	1,7	C
NR N2	150,6	B	13,1	B	2,1	C
MF N0	140,0	B	29,6	A	71,0	B
MF N1	188,8	AB	41,7	A	89,2	A
MF N2	222,5	A	38,1	A	82,2	AB

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD P < 0,05).

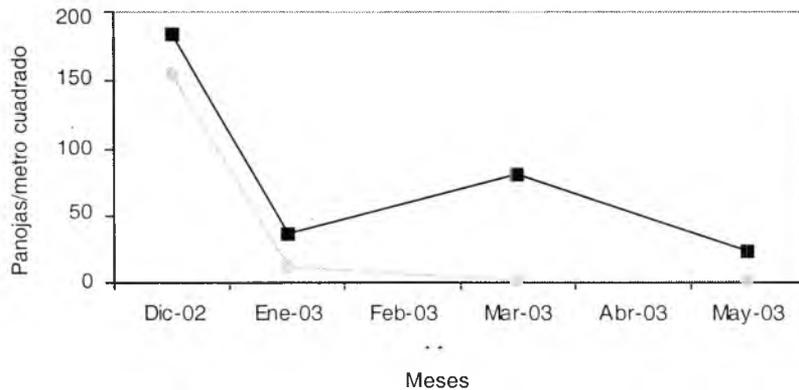


FIGURA 3. Evolución de la cantidad de panojas por metro cuadrado de la clausura de octubre durante los meses evaluados.

A lo largo de las tres clausuras, la línea NR siempre mantuvo una cantidad de panojas significativamente inferior a MF, excepto en la primera evaluación de la clausura de agosto, en la que ambos materiales presentaron densidades de panojas muy similares. A partir de las evaluaciones realizadas en enero, NR bajó considerablemente la densidad de panojas, ubicándose en valores promedio de 3,4; 3,8

y 1,6 panojas por metro cuadrado (febrero/marzo) para las clausuras de agosto, septiembre y octubre, respectivamente. En tanto MF se comportó de acuerdo con lo esperado para los cultivares tradicionales de cebadilla criolla (Wolff *et al.*, 1996), produciendo cantidades significativamente superiores a NR después de la evaluación de enero, con valores promedio de 77,0; 84,5 y 80,8 panojas por metro cuadrado

(febrero/marzo) para las clausuras de agosto, septiembre y octubre, respectivamente.

2. Determinación de la producción de semilla

Primer año de cosecha

Clausura de agosto

Bertín (1988) señala que los rendimientos medios y potenciales que se esperan para la primer cosecha de un cultivo de cebadilla criolla oscilan alrededor de 700 y 1.600 kg/ha, respectivamente. En este ensayo todos los tratamientos de la clausura de agosto superaron la producción media indicada, difiriendo muy poco entre sí. No se comprobaron diferencias significativas entre los niveles de fertilización (Cuadro 4).

CUADRO 4. Producción de semilla en función del material genético y el nivel de fertilizante durante la clausura de agosto.

Tratamientos	kilogramos/ha
NR N1	1.397 A
NR N2	1.264 AB
MF N0	1.122 AB
NR N0	1.042 AB
MF N2	1.018 AB
MF N1	914 B

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD $P < 0,05$).

Clausura de septiembre

Durante esta clausura se observó un comportamiento similar a la de agosto, no habiendo diferencias entre materiales genéticos. Con respecto a la respuesta a la fertilización, ésta fue más evidente en NR que en MF, aunque no hubo diferencias significativas entre los niveles de fertilizante (Cuadro 5).

CUADRO 5. Producción en semilla en función del material genético y el nivel de fertilizante durante la clausura de septiembre.

Tratamientos	kilogramos/ha
NR N2	1.297 A
MF N2	1.089 AB
MF N1	1.070 AB
NR N1	1.018 AB
MF N0	990 AB
NR N0	848 B

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD $P < 0,05$).

En la clausura de septiembre, NR no se diferenció estadísticamente de MF, por lo que ambos materiales produjeron similar cantidad de semilla. Dicho rendimiento superó los 700 kg/ha tomados como rendimiento promedio normal de la cebadilla criolla.

A diferencia de la clausura de agosto se pudo visualizar una tendencia de ambos materiales a incrementar el rendimiento en semilla a medida que se aumentaba la dosis de fertilizante, aunque sin llegar a ser significativa. Se destaca que esta tendencia fue mucho más marcada en el material NR que en el MF.

Clausura de octubre

La clausura de octubre resultó singular, ya que no se comportó como las otras dos. En las evaluaciones realizadas se encontraron diferencias significativas entre los materiales genéticos y se halló una respuesta significativa a las distintas dosis de nitrógeno.

Si bien ambos materiales rindieron menos que en las clausuras anteriores, lo hicieron a un nivel satisfactorio, por lo que la resiembra natural no se vería afectada por esta disminución. MF se destacó por sobre NR en su producción de semilla, en especial a dosis alta de fertilizante (Cuadro 6).

CUADRO 6. Producción de semilla en función del material y el nivel de fertilizante durante la clausura de octubre.

Tratamientos	kilogramos/ha	
MF N2	982	A
MF N1	808	AB
NR N2	798	ABC
NR N1	734	ABC
MF N0	657	BC
NR N0	490	C

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD $P < 0.05$).

Este tratamiento tuvo mucho menos tiempo que los anteriores para recuperarse de la última defoliación. En un caso similar, pero en un cultivo de segundo año, Bertín (1993) encontró que el número de panojas y de espiguillas respondieron a la fertilización, aumentando de esta manera el rendimiento en semilla.

Comparación de las tres clausuras en el primer año de cultivo

Esta comparación provee una idea más aproximada del efecto de la fecha de clausura y la fertilización, además de mostrar si hubo diferencias entre los materiales genéticos. También permite caracterizar la productividad del primer año del cultivo, para contrastarla con la del segundo. El análisis de variancia indica que los factores que resultaron tener diferencias estadísticas significativas fueron la fecha de clausura y la dosis de nitrógeno. En cambio, no aparecieron interacciones ni tampoco hubo diferencias entre materiales genéticos.

NR presentó una capacidad productiva similar a la de MF. Los factores que sí difirieron estadísticamente fueron las fechas de clausura y los niveles de fertilización. Comparando los promedios de las tres fechas en las que se clausuraron las parcelas, se encuentra que las dos primeras no se diferenciaron estadísticamente, pero sí lo hicieron con respecto a la tercera (Cuadro 7).

CUADRO 7. Producción media de semilla en función de la fecha de clausura en el primer año del cultivo.

Clausura	kilogramos/ha	
Agosto	1.126	A
Septiembre	1.052	A
Octubre	745	B

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD $P < 0.05$).

Si bien el análisis del nivel de fertilización por clausura no generó diferencias estadísticas, excepto en la de octubre; el análisis conjunto del primer año de producción permite observar que la aplicación de fertilizante nitrogenado trajo aparejado un aumento en el rendimiento del ensayo (Cuadro 8).

CUADRO 8. Producción media de semilla en función de la dosis de fertilización.

Tratamientos	kilogramos/ha	
N2	1.075	A
N1	990	AB
N0	858	B

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD $P < 0.05$).

Segundo año de cosecha

El segundo año de cosecha presentó algunas diferencias con respecto al primero, siendo la más notable que todas las clausuras mostraron diferencias significativas en la producción de semilla bajo distintos niveles de fertilización. No hubo diferencias significativas en la producción de semillas entre los dos materiales genéticos, ni interacción entre los factores involucrados.

Clausura de agosto

Al comparar los niveles de fertilización se puede observar una marcada y significativa tendencia a mayor producción de semilla por parte de los tratamientos fertilizados, con promedios de 1.310, 1.083 y 552 kilogramos de semilla por hectárea para N2, N1 y N0, respectivamente. En tanto, cuando se compararon ambos materiales genéticos entre sí no se detectaron diferencias, con producciones medias de 1.122 y 842 kilogramos de semilla por hectárea para NR y MF, respectivamente (Cuadro 9).

CUADRO 9. Producción en semilla en función del material genético y el nivel de fertilizante en la clausura de agosto del segundo año de cosecha.

Tratamientos	kilogramos/ha	
NR N2	1.467	A
NR N1	1.234	AB
MF N2	1.153	BC
MF N1	932	CD
NR N0	664	DE
MF N0	440	E

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD $P < 0,05$).

Clausura de septiembre

En esta clausura se produjo una fuerte disminución en la producción de semilla y el efecto de la fertilización nitrogenada no fue tan evidente como en la clausura de agosto. Los tratamientos con fertilizante nitrogenado N1 y N2 no difirieron entre sí, en cambio ambos se diferenciaron significativamente del testigo N0 (Cuadro 10).

CUADRO 10. Producción de semilla en función del material genético y el nivel de fertilizante empleado durante la clausura de septiembre del segundo año de cosecha.

Tratamientos	kilogramos/ha	
MF N1	513	A
MF N2	482	A
NR N1	437	AB
NR N2	350	B
NR N0	325	B
MF N0	318	B

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD $P < 0,05$).

Clausura octubre

En este tratamiento principal se observó un comportamiento similar a los anteriores. El rendimiento en semilla respondió a los incrementos de la fertilización nitrogenada de manera tal que se diferenciaron estadísticamente (Cuadro 11).

CUADRO 11. Producción en semilla en función del material genético y el nivel de fertilizante empleado durante la clausura de octubre del segundo año de cosecha.

Tratamientos	kilogramos/ha	
MF N2	662	A
NR N2	492	B
MF N1	356	BC
NR N1	300	C
NR N0	214	CD
MF N0	117	D

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD $P < 0,05$).

Aquí se evidenció otra vez el efecto del retraso de la clausura en la producción de semilla. Los tratamientos que se vieron más afectados fueron los testigos sin fertilizar. Por otro lado, los tratamientos con mayor disponibilidad de nitrógeno pudieron recuperarse mejor y más rápido de los cortes tardíos, llegando a tener una producción aceptable.

Comparación de las tres clausuras en el segundo año de cultivo

El análisis de variancia confirma la diferencia existente en la productividad de las clausuras y el efecto de la fertilización, así como la equidad entre los dos materiales genéticos. La comparación mostró que en el segundo año aparece un efecto de interacción entre el factor clausura y el factor dosis de nitrógeno.

Este análisis reveló la existencia de diferencias significativas entre la clausura de agosto y las otras dos, las cuales no difirieron entre sí (Cuadro 12). La disminución en el rendimiento se hizo evidente en este segundo ciclo, ya que retrasando sólo un mes la fecha de clausura la caída en la producción de semillas fue del 59%, lo que representó una pérdida de 578 kg de semillas por hectárea. Clausurar dos meses más tarde generó una pérdida del 64% ó 625 kg semillas/ha.

CUADRO 12. Producción media de semilla en función de la fecha de clausura en el segundo año del cultivo.

Clausuras	kilogramos/ha	
Agosto	982	A
Septiembre	404	B
Octubre	357	B

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD P < 0,05).

Al incrementar la dosis de fertilizante, el rendimiento promedio del ensayo también aumentó. Con el agregado equivalente a 40 kg N/ha (N1) la producción de semilla casi duplicó la del testigo (N0). Aplicando el doble, la respuesta también fue significativa (Cuadro 13).

CUADRO 13. Producción media de semilla en función de la dosis de fertilización.

Dosis de N	kilogramos/ha	
N2	768	A
N1	628	B
N0	346	C

Valores seguidos de letras distintas indican diferencias significativas (LSD P < 0.05).

3. Peso de 1.000 semillas

Esta variable se evaluó durante el primer año de producción. En ensayos realizados en Pergamino, Bertín y Rosso (1993) compararon la producción de semilla de variedades de cebadilla criolla, encontrando que la respuesta a la fertilización varió según el cultivar, es decir que se manifestó una interacción cultivar x fertilizante. También observaron que el peso de mil semillas es afectado por la época de aplicación del fertilizante.

De las tres clausuras, fue en la de septiembre donde se hicieron más evidentes las diferencias entre tratamientos y materiales genéticos. El material que presentó mayor peso de la semilla fue el cultivar Martín Fierro, que se mantuvo por encima de la línea experimental *no repanojante* en todo los casos (Cuadro 14).

CUADRO 14. Peso de mil semillas (gramos) en función de la fecha de clausura, el material genético y la dosis de fertilizante aplicado.

Tratamientos	Clausuras		
	agosto	septiembre	octubre
NR N0	10,76 B	9,47 AB	8,78 B
NR N1	11,11 AB	9,32 AB	8,92 AB
NR N2	10,77 B	9,17 B	8,97 AB
MF N0	11,58 A	10,12 A	9,46 AB
MF N1	11,57 A	10,15 A	9,61 A
MF N2	11,65 A	10,07 A	9,49 AB

Valores con letras distintas indican diferencias significativas (LSD $p < 0,05$).

Al comparar los valores promedio del peso de 1.000 semillas en función de las fechas de clausura, se encontraron diferencias significativas entre ellas. En el Cuadro 15 se puede observar que un retraso en la fecha de clausura generó una caída significativa en el peso de mil semillas. Así, postergar la clausura un mes o dos más allá de agosto, representó una pérdida aproximada de 1,5 a 2,0 gramos por cada 1.000 semillas.

Cuadro 15. Peso de 1.000 semillas (gramos) en función de la fecha de clausura de las parcelas.

Clausuras	Peso 1.000 (g)
Agosto	11,24 A
Septiembre	9,72 B
Octubre	9,21 C

Valores seguidos de letras distintas, indican diferencias significativas (LSD $P < 0,05$).

CONCLUSIONES

La línea experimental de características no repañojantes tuvo un ciclo reproductivo notable-

mente más corto que el cultivar Martín Fierro. Las diferencias entre materiales se hicieron estadísticamente significativas a partir del mes de enero cuando MF continuó repañojando intensamente mientras NR dejó de hacerlo.

Ambos materiales genéticos presentaron potenciales de producción de semilla similares, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

La fecha de clausura afectó la producción de semilla en ambos ciclos del cultivo. Tanto en el primer año como en el segundo, la clausura de agosto se diferenció estadísticamente de las otras, demostrando que las defoliaciones tardías remueven macollos fértiles, retrasan la aparición y densidad de panojas y reducen el rendimiento.

La aplicación de fertilizante nitrogenado afectó significativamente la producción de semilla, tanto en el primero como el segundo ciclo del cultivo, hallándose diferencias estadísticas significativas entre las dosis.

El peso de 1.000 semillas varió con el material genético y la fecha de clausura. Ambos materiales se diferenciaron estadísticamente, siendo MF el de semilla más pesada. Con respecto a la fecha de clausura, cada mes de retraso a partir de agosto significó una pérdida aproximada de un gramo en 1.000 semillas.

BIBLIOGRAFÍA

- BATALLANEZ, E.E. y O.D. BERTÍN. 1990. Características y evaluación de cultivares forrajeros de la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. INTA. *Boletín de Divulgación Técnica* N° 81. 14 pp.
- BERTÍN, O. 1988. El cultivo de cebadilla criolla para semilla. Est. Exp. Agrop. Pergamino. INTA. Carpeta de Forrajeras y Producción Bovina. *Información General* N° 150: 1-5.
- BERTÍN, O. 1992. Especies forrajeras que producen semilla a los mejores niveles internacionales en el norte de la provincia de Buenos Aires. Est. Exp. Agrop. Pergamino. INTA. Carpeta de Forrajeras y Producción Bovina. *Información General* N° 187:1-3.
- BERTÍN, O. y B. ROSSO. 1993. Evaluación de cultivares de *Bromus unioloides* H.B.K. con la aplicación de fertilizante nitrogenado. I. Componentes de rendimiento y producción de semilla. EEA INTA Pergamino. *Informe Técnico* N° 274: 1-20.
- BERTÍN, O. 2000. Producción de carne con raigrás anual y cebadilla criolla usados como verdeos no tradicionales. En: Reunión Anual de Forrajeras. Verdeos de Invierno no Tradicionales. Est. Exp. Agrop. Pergamino INTA: 29-33.
- CABRERA, A.L. y E.M. ZARDINI. 1993. Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. Ed. ACME S.A.C.I. 2° Edición: 81-82.
- CARRETE, J. 2000. Calidad del forraje de raigrás anual y cebadilla criolla. En: Reunión Anual de Forrajeras. Verdeos de Invierno no Tradicionales. EEA INTA Pergamino: 8-15.
- CASTANO, J. 2005. Producción de semilla de gramíneas forrajeras en el sudeste bonaerense. *Materiales Didácticos* N° 10. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. INTA. 77 pp.
- GILLET, M. 1984. Las Gramíneas Forrajeras. Ed. Acribia: Zaragoza. España: 355 pp.
- HEBBLETHWAITE, P.D. and M. AHMED. 1978. Optimum time of combine harvesting for amenity grasses grown for seed. *J. Br. Grassland Soc.* 33: 35-40.
- HEBBLETHWAITE, P. 1983. Producción Moderna de Semillas. Editorial Hemisferio Sur. 405 pp.
- HUME D.E. 1991a. Effect of Cutting on Production and Tillering in Prairie Grass (*Bromus willdenowii* Kunth) Compares With Two Ryegrass (*Lolium*) Species. 1. Vegetative Plants. *Annals of Botany* 67: 533-541.
- HUME D.E. 1991b. Effect of Cutting on Production and Tillering in Prairie Grass (*Bromus willdenowii* Kunth) Compares With Two Ryegrass (*Lolium*) Species. 2. Reproductive Plants. *Annals of Botany* 68: 1-11.
- HUME, D.E. 1991c. Leaf and Tiller Production of Prairie Grass (*Bromus willdenowii* Kunth) and two Ryegrass (*Lolium*) Species. *Annals of Botany* 67: 111-121.
- LANGER, R.H.M. 1981. Las Pasturas y sus Plantas. Editorial Hemisferio Sur. 514 pp.
- MADDALONI, J. y O. BERTÍN. 1990. Las gramíneas forrajeras utilizadas en las pasturas perennes del norte de la provincia de Buenos Aires. Est. Exp. Agrop. Pergamino. INTA. *Boletín de Divulgación Técnica* N° 82: 19 pp.
- MADERO, G. 1966. Cartilla de pasturas anuales y perennes naturales. Ministerio Asuntos Agrarios. Provincia de Buenos Aires. *Boletín* N° 176. 46 pp.
- PISTORALE, S. and R. WOLFF. 1998. Seed yield components in natural populations of *Bromus catharticus*. Vahl (Cebadilla criolla). *Journal of Genetics & Breeding* 52: 223-231.
- RIMIERI, P. 2000. Mejoramiento genético y evaluación de cebadilla criolla. En: Reunión Anual de Forrajeras. Verdeos de invierno no tradicionales. Est. Exp. Agrop. Pergamino INTA: 25-28.
- ROSSO, B. y O. BERTÍN. 1993. Evaluación de cultivares de *Bromus unioloides* H.B.K. con la aplicación de fertilizante nitrogenado. II. Calidad de semilla. EEA INTA Pergamino. ISSN 0325-1799. *Informe Técnico* N° 283: 1-12.
- SCHENEITER, O. 2000. Producción y persistencia de cebadilla criolla. En: Reunión Anual de Forrajeras. Verdeos de Invierno no Tradicionales. Est. Exp. Agrop. Pergamino INTA: 1-7.
- SCHENEITER, O. 2002. Modelos de persistencia en cebadilla criolla en relación al manejo de la defoliación. En: Reunión Anual sobre Forrajeras 2002. Est. Exp. Agrop. Pergamino INTA. CD
- STEWART, A.V. 1996. Potential value of some *Bromus* species of the section *Ceratochloa*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 39: 611-618.

- VERNENGO, E.; R. WOLFF; F. PIRODDI; F. SPARA y F. PANTUSO. 2000. Evaluación del carácter no repanojante sobre líneas selectas de poblaciones nativas de *Bromus catharticus* Vahl. XXXIII Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile. Concepción, Chile. *Actas*: 101.
- WOLFF, R.; L. ABBOTT and S. PISTORALE. 1996. Reproductive behaviour of *Bromus catharticus* Vahl (Cebadilla criolla) in natural and cultivated populations. *Journal of Genetics & Breeding* 50: 121-128.
- WOLFF, R.; E. VERNENGO; F. SPARA y P. SANCHEZ. 2003. Caracterización del ciclo reproductivo de una población natural y un cultivar comercial de *Bromus catharticus* Vahl. XXXII Congreso Argentino de Genética y XXXVI Congreso Chileno de Genética. IV Jornadas Argentino-Chilenas de Genética. *Actas*: 129.