

**PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEMILLAS EN CUATRO POACEAS.
EFECTO DE CORTES CON DISTINTAS FRECUENCIAS
Y EN DIVERSAS ETAPAS FENOLÓGICAS¹**

Seed production and quality in four poaceas. Effects of cutting with different frequency and at different phenological stages¹

Myrna Johnston R²., Alfredo Olivares³*, Jorge Laura³

A B S T R A C T

The effect of cutting frequency and phenological stage at cutting on production and quality of seeds was studied on *Bromus berterianus* Colla, *Hordeum murinum* L., *Avena barbata* Pott ex Link, and *Vulpia myuros* (L.) C.C. Gmel. The trials were held in a greenhouse under controlled conditions and without water restriction. The phenological stages of the cutting for each species were: first pair of leaves, beginning of tillering, and beginning of floral stem elongation. Frequency included cuts each time the plant produced the first pair of leaves (n=3), and cuts at the beginning of tillering (n=2). The quality of seeds (germination, viability, and vigor), and number of clusters of fruit and seeds were evaluated. Production of fruit and seeds in the four species decreased significantly (P<0.01) with cuts during the vegetative phase, excepting *V. myuros*, whose greatest decrease (P<0.01) occurred with cuts at the beginning of the elongation of the floral stem. Seed quality was affected variably, as well the weight of 100 seeds decreased (P<0.01) in three species, excepting *A. barbata*; viability showed little decrease, but increased in *V. myuros* (P<0.01). Germination capacity was not affected negatively, and improved in *A. barbata* and *V. myuros*.

Key words: therophytes, defoliation, grasses, poaceas.

R E S U M E N

Se estudió el efecto de frecuencias y de la etapa fenológica de corte en la producción y calidad de semillas de *Bromus berterianus* Colla, *Hordeum murinum* L., *Avena barbata* Pott ex Link, and *Vulpia myuros* (L.) C.C. Gmel. Los ensayos se mantuvieron en condiciones controladas de invernadero y sin restricción hídrica. Los estados fenológicos del corte aplicados a cada especie fueron: al primer par de hojas; inicio de macollo e inicio de elongación del tallo floral. La frecuencia incluyó cortes cada vez que la planta emitía al primer par de hojas (total tres) y cortes al inicio de macollos (total dos). Se evaluó calidad de semillas (germinación, viabilidad y vigor), número de inflorescencias de frutos y semillas. La producción de frutos y semillas en las cuatro especies disminuyó significativamente (P<0,01) con cortes en fase vegetativa, con excepción de *Vulpia myuros* cuya mayor disminución (P<0,01) se produjo con cortes al inicio de elongación del tallo floral. La calidad de semillas fue afectada en grados variables, así el peso de 100 semillas se redujo en tres de ellas (P<0,01) con excepción de *Avena barbata*; la viabilidad presentó escasa reducción pero aumentó en *Vulpia myuros* (P<0,01). La capacidad germinativa no se afectó negativamente y en *Avena barbata* y *Vulpia myuros* mejoró.

Palabras clave: terófitas, defoliación, gramíneas, poaceas.

¹ Recepción de originales: 11 de febrero de 2002.

Trabajo realizado con aportes Proyecto FONDECYT 1000968.

² Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Casilla 1004, Santiago, Chile.
E-mail: fitotec@uchile.cl

³ Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Casilla 1004, Santiago, Chile.
E-mail: aolivare@uchile.cl * Autor para correspondencia.

INTRODUCCIÓN

La producción y calidad de semillas de las especies terófitas del mediterráneo semiárido determinan su potencial de resiembra, ya que se incorporan al banco de semillas del suelo, y de acuerdo a su calidad y condiciones del medio, germinan, se establecen o mueren. Luego, la cantidad y las características de las semillas generadas en cada temporada son determinantes en la persistencia de la pradera y dependerán, entre otros, de las intervenciones que experimente la planta madre durante su crecimiento, es decir, si crecen sin intervención o de acuerdo al momento e intensidad con que las utilice el animal.

Según Wulff (1995) la persistencia y producción de una planta en una población dependerá no sólo de su desempeño individual durante el crecimiento y desarrollo, sino también de las condiciones de generación, desarrollo y maduración de la semilla que le dio origen. Así, estos llamados “efectos maternos” pueden influir en muchos aspectos, particularmente aquellos relacionados con su capacidad de ajuste o adaptación al medio.

Los antecedentes muestran que las plantas pueden producir semillas de distinto tamaño (masa) o calidad, así como diversos grados de dormancia, lo que les permite incrementar sus posibilidades de perpetuación, especialmente en el caso de especies anuales que viven en ambientes poco estables (Egley, 1995).

Estudios hechos por Maraño (1989) en tres especies de *Aegilops*, provenientes de ambientes áridos, mostraron que las semillas más grandes iniciaban su germinación antes que las pequeñas. Por otro lado, en un estudio con 27 especies anuales de clima mediterráneo se obtuvo una correlación lineal negativa entre la tasa de crecimiento relativa de las plantas y el logaritmo del peso inicial de plántulas. También las especies con semillas grandes tendían a ocupar las mejores condiciones de suelo (Maraño y Grubb, 1993).

La producción efectiva de semillas en cultivos forrajeros es muy baja comparada con su producción potencial (número de óvulos en antésis

en cada unidad), pues no supera en promedio el 20% (Lorenzetti, 1993). Este mismo autor sostiene que en las especies forrajeras anuales de la pradera natural ésta puede ser aún menor.

Al respecto, Bean (1987) señaló que la capacidad de producción de semillas depende más de la eficiencia del sistema reproductivo, considerado como el porcentaje de flores que producen semillas y el tamaño de éstas, que del aumento en el tamaño y número de inflorescencias. En una revisión sobre los efectos del manejo en la producción de semillas de las principales especies de gramíneas de las zonas templadas, se indica que la defoliación, incluyendo la fecha de cese del corte o pastoreo, es uno de los factores importantes en la determinación de la cantidad de inflorescencias, de espiguillas y del peso de semillas (Fairey, 1998).

Entre las poaceas que constituyen la pradera natural de clima mediterráneo con déficit hídrico se destaca *Bromus berterianus* Colla por su aceptabilidad y valor nutritivo y en menor grado *Hordeum murinum* L., *Avena barbata* Pott ex Link y *Vulpia myuros* (L.) C.C.Gmel., particularmente en estados tempranos de su desarrollo.

Dados estos antecedentes, los objetivos de este ensayo fueron evaluar a estas poaceas el efecto de un corte en tres etapas diferentes de crecimiento, y el uso más frecuente en dos etapas del crecimiento vegetativo, sobre la producción y calidad de semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 1999 se establecieron cuatro ensayos simultáneos, uno por cada especie, usando semillas de *Avena barbata*, *Bromus berterianus*, *Hordeum murinum*, y *Vulpia myuros*, recolectadas en la Estación Experimental Rinconada de la Universidad de Chile (30°40' lat. Sur, 70°38' long. Oeste). Las semillas se limpiaron, eliminando las de menor tamaño y las defectuosas. Luego, en condiciones de invernadero frío, se sembraron 14 semillas por maceta y después de la emergencia se raleó a 10 plantas. El suelo proveniente del mismo campo experimental, orden Mollisol de la serie

pedmont Cuesta Barriga, se esterilizó con bromuro de metilo, se determinó contenido de humedad secándolo a 105°C y se calculó el volumen de agua necesario para mantenerlo a capacidad de campo. La humedad de la macetas se mantuvo en un rango entre dos tercios y plena capacidad de campo, incorporando el agua perdida equivalente a la diferencia de peso de las macetas. Cuando 50% de las plantas en cada tratamiento había comenzado su floración, se suspendió la incorporación de agua.

Para cada una de las especies se aplicaron dos grupos de tratamientos. El primer grupo correspondía a un solo corte cuando las plantas alcanzaban un determinado estado fenológico, completando así tres tratamientos diferentes: C₁: corte al primer par de hojas formadas; C₂: corte al inicio de macollaje; y C₃: corte al inicio de elongación del tallo floral. El segundo grupo de tratamientos incluyó dos frecuencias de corte, que se realizaron, en dos etapas distintas del crecimiento vegetativo: C₄: con tres cortes, cada vez que la planta presentaba el primer par de hojas; y C₅: con dos cortes, por lo que la planta se cortó cuando iniciaba el macollaje. Además había un testigo general no sometido a cortes (T). Los cortes se realizaron con tijera cuando 30% de las plantas de cada tratamiento y especie presentaba el estado fenológico correspondiente; siempre se dejó un remanente de 3 cm.

Las variables de producción estudiadas fueron número de inflorescencias y de semillas, y peso de frutos y semillas. Las inflorescencias se evaluaron cuando 30% de las plantas había alcanzado la elongación del tallo floral (5 cm); la cosecha de semillas se hizo en forma manual previo al desprendimiento natural, y luego se dejaron secar en condiciones naturales (Stamp, 1989). Se pesó el total de frutos por planta y muestras de 100 frutos, a los que luego se le eliminaron los anexos (palea, lemna, anistas y otros) pesando separadamente las semillas. La calidad de éstas se evaluó a través del peso de 100 semillas, que es una estimación indirecta de su tamaño; la viabilidad con la prueba de tetrazolio rojo al 1% a 25°C por 24 y 48 h (Hampton y Coolbear, 1990); la capacidad germinativa con

prueba en cápsula de Petri con doble papel filtro y agua destilada en incubador a 15°C por 24 días; el vigor de semillas con el índice de velocidad de germinación (IVG) controlando diariamente la germinación usando el criterio del momento de aparición de radícula. Con estos valores se calculó el IVG de acuerdo a la fórmula propuesta por Maguire (Brown y Mayer, 1988).

$$IVG = P_1/T_1 + P_2/T_2 + \dots + P_n/T_n$$

donde:

P = semillas germinadas; T = tiempo en que germinaron; y n = día del último control (24).

Además, se usó el método de pérdida de electrolitos, midiendo a los 60 min la conductividad eléctrica (CE) del lixiviado de semillas en 50 mL de agua a 24°C (Subrahmanyam *et al.*, 1983).

En cada ensayo se empleó un diseño completamente aleatorizado con 5 repeticiones de 10 plantas por maceta. La capacidad germinativa, viabilidad, velocidad de germinación y CE se trabajó con 20 semillas por repetición. Se aplicó ANDEVA y cuando hubo significación, se compararon las medias con una prueba de Duncan $P \leq 0,05$ y $0,01$.

El modelo utilizado para el ensayo fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

donde:

μ = promedio general; T_i = efecto del *i*ésimo tratamiento; $i = 1, \dots, 6$; y e_{ij} = error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de diseminulas

La producción de semillas (expresada en peso) en las cuatro especies estudiadas (Cuadro 1) fue afectada por las defoliaciones, con excepción de *V. myuros* que no disminuyó su producción ($P \leq 0,05$) cuando se cortó en ambas etapas vegetativas C₁ y C₂. El corte a inicio de elongación del tallo floral (C₃) produjo la mayor disminución en *A. barbata*, *H. murinum* y *B. berterioanus* siendo este efecto menor en *V. myuros*, que presentó valores iguales a la disminución provocada por los tratamientos de cortes más frecuentes (C₄ y C₅).

Cuadro 1. Producción total de semillas por maceta (mg) de cuatro poaceas de una pradera anual mediterránea sometidas a diferentes tratamientos de cortes (estados fenológicos y frecuencias).**Table 1. Total seed production per pot (mg) of four poaceas of an annual Mediterranean grassland submitted to different cutting treatments (phenological stages and frequencies).**

Tratamiento cortes	Especies				
	<i>Avena barbata</i>	<i>Bromus berteroanus</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Vulpia myuros</i>	
		(mg)			
Al 1 ^{er} par hojas	C1	1.046 b*	2.890 b	4.236 b	2.499 a
Al macollaje	C2	883 b	2.369 bd	3.830 bd	2.570 a
Inicio floración	C3	160 d	77 e	1.401 e	727 b
3 veces en C1	C4	349 cd	2.275 c	2.158 c	1.371 b
2 veces en C2	C5	449 c	1.321 d	2.293 d	1.536 b
Sin cortes	T	1.488 a	4.189 a	5.323 a	3.356 a

* Letras diferentes para cada especie indican diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Duncan.

El hecho que el efecto más negativo se haya dado con intervenciones a inicio de elongación del tallo floral, se debería a que la planta ocupó todos sus recursos en recuperar la masa foliar perdida, y el tiempo necesario para ello fue escaso puesto que ya se había iniciado la inducción floral, lo que habría reducido su capacidad de sustentar la producción. Además, el corte eliminó aquellos ápices que iniciaron la elongación los que no se recuperan, como comprobaron Thornton y Millard (1997) en otras gramíneas.

La relación entre el momento de corte, que corresponde al avance de las fenofases, y la producción, indicó que en *A. barbata*, *H. murinum* y *B. berteroanus*, el corte determinó mayores reducciones de la producción de semillas cuanto más avanzada estaba la fenofase vegetativa. Esto se acentuó al incrementar el número de cortes. El comportamiento de *V. myuros* difirió de las especies anteriores, ya que mostró menores efectos dañinos, tal vez por haberse estimulado el macollaje. Welham y Setter (1998) concluyeron que la producción de diseminulas tiene directa relación con la masa vegetativa, por lo que todas las acciones que alteran el crecimiento en esta fase se expresan luego en la etapa reproductiva.

H. murinum también reduce la producción de semillas cuando es sometido a pastoreo intensivo

(Popay y Sanders, 1982). Reekie (1997) encontró que la distribución de asimilados hacia estructuras reproductivas es menor en plantas cuya canopia se mantuvo a nivel bajo mediante cortes, que en aquella conservada a un nivel alto.

En cuanto al número de semillas producidas, éste también fue superior en las plantas testigo sin cortes ($P \leq 0,05$), y los tratamientos mostraron reducciones de diferente magnitud según la especie (Cuadro 2). Sólo en *A. barbata* los cortes en los estados vegetativos C_1 y C_2 produjeron una reducción del número de semillas formadas. Las mayores reducciones se observaron nuevamente con el corte a inicio de elongación del tallo floral (C_3) en todas las especies, las que además fueron similares a los tratamientos de frecuencias de corte (C_4 y C_5), con excepción de *B. berteroanus*, donde los cortes sucesivos en etapas tempranas, habrían provocado un mayor número de ejes florales al causar aumento en el macollaje.

La falta de efecto observada con los cortes en etapas vegetativas tempranas, indicaría que las plantas tendrían el tiempo suficiente para formar nueva masa foliar que les permita acumular reservas y sustentar el rebrote y desarrollo de frutos. Algo similar plantaron Guitian y Bardett (2000) en otras especies de la pradera seminatural templada, clasificadas como tolerantes al corte

Cuadro 2. Número total de semillas por maceta de cuatro poaceas de una pradera anual mediterránea sometidas a diferentes tratamientos de cortes (estados fenológicos y frecuencias).

Table 2. Total seed number per pot of four poaceas of an annual Mediterranean grassland submitted to different cutting treatments (phenological stages and frequencies).

Tratamiento cortes		Especies			
		<i>Avena barbata</i>	<i>Bromus berteroanus</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Vulpia myuros</i>
		Número de semillas/maceta			
Al 1 ^{er} par hojas	C1	324 b*	1.465 a	950 ab	8.160 a
Al macollaje	C2	300 b	1.361 a	818 abc	6.893 ab
Inicio floración	C3	121 d	94 c	588 c	3.133 c
3 veces en C1	C4	171 cd	1.358 a	679 c	4.416 bc
2 veces en C2	C5	199 c	891 b	747 bc	5.017 bc
Sin cortes	T	419 a	1.615 a	998 a	9.031 a

* Letras diferentes para cada especie indican diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Duncan.

porque reducen su masa de raíces e incrementan los recursos asignados al vástago, en cambio, las de baja tolerancia los envían a las raíces. En cambio, cuando el corte es tardío (C_3) o frecuente (C_4 y C_5) la planta cuenta con poco tiempo para recuperarse antes de la inducción floral y/o desarrollo floral; algo similar observaron Adjei *et al.* (1992) en *Paspalum notatum*.

El hecho que los tratamientos de corte evaluados modificaron el número de semillas producidas en cada especie, hace pensar que podría expresarse con cambios en la composición botánica de una pradera, siempre y cuando esté asociado a una buena calidad de semillas.

Si se considera la producción de frutos (Cuadro 3), que incluyen a la semilla más sus estructuras anexas como palea, lemna, aristas y otros que la cubren o protegen, se observa cierta concordancia con los valores de peso de semillas, es decir, hay reducciones significativas que alcanzan el máximo con un corte a inicio de elongación del tallo floral (C_3), seguido por los cortes frecuentes (C_4 y C_5).

Al respecto cabe mencionar que en las plantas testigo las estructuras anexas, que corresponden a la diferencia entre el peso de fruto y de semillas, equivalían a 52,5% en *A. barbata*; 10,1% en *B. berteroanus*; 50,2% en *H. murinum* y 16,2% en *V.*

myuros (datos no mostrados), y por efecto de los tratamientos de corte hay alteraciones en estas proporciones reduciéndose los anexos. Así, se aprecia que con el corte a inicio de floración se dan las mayores reducciones: 77; 96; 63; y 70%, respectivamente. Esto haría suponer que las plantas sacrifican el tamaño de sus anexos para alterar en menor grado el peso de las semillas y su calidad.

Dado que la cantidad de inflorescencias formadas fue normal, es decir, una por macollo, las diferencias en número estarían dadas para una misma especie por el mayor o menor número de macollos formados (Cuadro 4). En *H. murinum* los tratamientos con un corte en las fases vegetativas C_1 y C_2 no redujeron el número de inflorescencias ($P > 0,05$), al igual que dos cortes en inicio de macollaje (C_5); los restantes tratamientos de esta especie y todos los de *A. barbata* mostraron reducciones de magnitud variable ($P \leq 0,05$). En el caso de *B. berteroanus* la mayor cantidad de inflorescencias se alcanzó con cortes frecuentes al establecimiento (C_4), lo que apoya el supuesto inicial de inducción de macollaje. Estos resultados concuerdan con los observados en *Lolium multiflorum* por Young *et al.* (1996).

Llama la atención que en *V. myuros* sólo se redujo el número de inflorescencias con dos cortes al

Cuadro 3. Producción de frutos por maceta (mg) de cuatro poaceas de una pradera anual mediterránea sometidas a diferentes tratamientos de corte (estados fenológicos y frecuencias).**Table 3. Total fruit production per pot (mg) of four poaceas of an annual Mediterranean grassland submitted to different cutting treatments (phenological stages and frequencies).**

Tratamiento cortes		Especies			
		<i>Avena barbata</i>	<i>Bromus berteroanus</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Vulpia myuros</i>
		(mg)			
Al 1 ^{er} par hojas	C1	2.370 b*	3.284 b	8.980 b	3.042 a
Al macollaje	C2	2.039 b	2.663 bd	7.880 b	2.910 ab
Inicio floración	C3	529 d	97 e	3.380 d	924 c
3 veces en C1	C4	1.023 cd	2.405 c	5.038 c	1.680 c
2 veces en C2	C5	1.222 c	1.582 d	5.222 c	1.887 bc
Sin cortes	T	3.134 a	4.662 a	10.700 a	4.005 a

* Letras diferentes para cada especie indican diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Duncan.

Cuadro 4. Cantidad de inflorescencias por maceta de cuatro poaceas de una pradera anual mediterránea sometidas a diferentes tratamientos de cortes (estados fenológicos y frecuencias).**Table 4. Quantity of inflorescences per pot of four poaceas of an annual Mediterranean grassland submitted to different cutting treatments (phenological stages and frequencies).**

Tratamiento cortes		Especies			
		<i>Avena barbata</i> **	<i>Bromus berteroanus</i> **	<i>Hordeum murinum</i> *	<i>Vulpia myuros</i> *
		(número / macetas)			
Al 1 ^{er} par hojas	C1	10,4 c	21,6 b	42,8 ab	107,6 ab
Al macollaje	C2	14,4 b	21,8 b	39,4 abc	126,3 a
Inicio floración	C3	11,2 c	4,6 d	37,0 bc	125,6 a
3 veces en C1	C4	10,0 c	46,0 a	32,2 c	66,0 b
2 veces en C2	C5	11,6 bc	24,2 b	36,0 b	109,3 ab
Sin cortes	T	18,0 a	13,2 c	46,4 a	152,3 a

** Letras diferentes en *A. barbata* y *B. berteroanus* indican diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Duncan.

* Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según prueba de Duncan.

establecimiento (C_4); esto hace pensar que la planta al tener sólo dos hojas pequeñas y muy delgadas al establecimiento en cada uno de los 3 cortes, no sería capaz de producir una cantidad de asimilados suficiente para mantener un crecimiento significativo y, por lo tanto, habría una recuperación lenta, con escasa formación de MS seca que luego se expresaría en un menor número de macollos y ejes florales.

Esta supuesta escasa producción de MS explicaría también que, a pesar de no presentarse diferencias en la cantidad de inflorescencias, hubo diferencias en la cantidad total de semillas con los cortes a inicio de elongación de tallo floral y cortes frecuentes al estado de macollaje.

Calidad de semillas

En cuanto al tamaño o masa de semillas, expresado a través del peso de 100 semillas (Cuadro 5), en las cuatro especies se observó que todos los tratamientos de corte lo afectaron negativamente, con la excepción de *A. barbata* cortada en fases vegetativas. Las mayores reducciones ($P \leq 0,01$) se presentaron con el corte a inicio de elongación del tallo floral (C_3) y con los cortes frecuentes C_4 y C_5 .

En general, cada especie posee distintas estrategias para enfrentar el estrés por corte; así, en *A. barbata*, donde los cortes tempranos (C_1 y C_2) redujeron la producción de semillas, no se alteró el tamaño de éstas; en *B. berteroanus* y *H. murinum* los mismos tratamientos redujeron tanto la producción como el tamaño; y en *V. myuros* no afectaron la producción, pero sí el tamaño de semillas. Sin embargo, el corte a inicio de elongación de tallo floral (C_3) y los cortes frecuentes (C_4 y C_5), disminuyeron tanto la producción como el tamaño de semillas en todas las especies.

Según Welham y Setter (1998), algo similar ocurrió con dos poblaciones de *Taraxacum officinale*, pues aumentaban la cantidad de semillas producidas y la masa media de éstas en el medio menos competitivo, lo que además se relacionó directamente con la biomasa vegetativa de las

plantas, independientemente de la población a la que pertenecían. En soya (*Glycine max*), la defoliación durante el desarrollo de granos redujo el número y tamaño de semillas (45% promedio), pero produciendo semillas llenas y vigorosas similares al testigo, aunque con mayor dureza y semillas chupadas con bajo vigor (aproximadamente 30%) (Vieira *et al.*, 1992).

La viabilidad de las semillas obtenidas (Cuadro 6) fue máxima en *H. murinum* sin alterarse con los tratamientos de corte; en *V. myuros* mejoró con todos los tratamientos de un corte (C_1 , C_2 y C_3), y en *A. barbata* sólo se redujo con cortes frecuentes al establecimiento (C_4). *B. berteroanus* mostró las mayores alteraciones en la viabilidad de sus semillas, siendo los más negativos uno y dos cortes a inicio de macolla. Estos resultados ilustran otro aspecto de la resistencia al corte o pastoreo de las especies estudiadas. Al respecto, Hamler y Bewley (1984) consideraron que las condiciones del crecimiento de la planta madre y la madurez fisiológica de la semilla a la cosecha, son factores que afectan la viabilidad de las semillas, lo que concordaría con los resultados obtenidos en este ensayo.

H. murinum fue nuevamente la especie que presentó mejor capacidad germinativa, ya que ésta sólo se redujo con el corte a inicio de

Cuadro 5. Peso promedio de 100 semillas por maceta (mg) de cuatro poaceas de una pradera anual mediterránea con diferentes tratamientos de cortes (estados fenológicos y frecuencias).

Table 5. Average weight of 100 seeds per pot (mg) of four poaceas of an annual Mediterranean grassland with different cutting treatments (phenological stages and frequencies).

Tratamiento cortes		Especies			
		<i>Avena barbata</i>	<i>Bromus berteroanus</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Vulpia myuros</i>
		(mg)			
Al 1 ^{er} par hojas	C1	312 a*	211 b	211 b	30 b
Al macollaje	C2	257 abc	184 bc	184 b	33 b
Inicio floración	C3	157 d	101 e	101 d	23 c
3 veces en C1	C4	230 c	156 cd	156 c	29 b
2 veces en C2	C5	238 bc	134 de	134 c	30 b
Sin cortes	T	301 ab	251 a	251 a	38 a

* Letras diferentes para cada especie indican diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Duncan.

Cuadro 6. Viabilidad (%) de semillas de cuatro poaceas de una pradera anual mediterránea sometidas a diferentes tratamientos de cortes (estados fenológicos y frecuencias de corte).**Table 6. Seed viability (%) of four poaceas of an annual Mediterranean grassland submitted to different cutting treatments (phenological stages and frequencies).**

Tratamiento cortes		Especies			
		<i>Avena barbata</i>	<i>Bromus berteroanus</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Vulpia myuros</i>
		(%)			
Al 1 ^{er} par hojas	C1	87,5 ab	76,2 ab	100,0 a	78,7 a
Al macollaje	C2	92,5 a	68,7 b	100,0 a	71,2 a
Inicio floración	C3	88,7 a	35,0 d	89,0 a	78,7 a
3 veces en C1	C4	81,2 b	51,2 c	89,0 a	32,5 b
2 veces en C2	C5	92,5 a	32,5 d	90,0 a	38,7 b
Sin cortes	T	92,5 a	87,5 a	100,0 a	48,3 b

* Letras diferentes para cada especie indican diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Duncan.

Cuadro 7. Capacidad germinativa (%) a los 24 días de cuatro poaceas de una pradera anual mediterránea sometida a diferentes tratamientos de cortes (estados fenológicos y frecuencias).**Table 7. Germination capacity (%) at 24 days of four poaceas of an annual Mediterranean grassland submitted to different cutting treatments (phenological stages and frequencies).**

Tratamiento cortes		Especies			
		<i>Avena barbata</i>	<i>Bromus berteroanus</i>	<i>Hordeum murinum</i>	<i>Vulpia myuros</i>
		(%)			
Al 1 ^{er} par hojas	C1	36,6 a	76,2 a	81,2 a	66,6 ab
Al macollaje	C2	25,0 b	46,2 b	93,7 a	71,6 a
Inicio floración	C3	16,6 c	8,7 c	43,7 b	63,3 ab
3 veces en C1	C4	18,3 bc	21,2 c	43,7 b	20,0 d
2 veces en C2	C5	21,6 bc	20,0 c	52,7 b	38,3 cd
Sin cortes	T	21,6 bc	72,5 a	97,5 a	48,3 bc

* Letras diferentes para cada especie indican diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Duncan.

elongación del tallo floral (C_3) y con cortes frecuentes (C_4 y C_5); en *V. myuros* se presentó mayor capacidad germinativa en los tratamientos con un corte, asociado a la mayor viabilidad que presentaban, superando todos al testigo. La respuesta de germinación en *B. berteroanus* se relacionó con su viabilidad (Cuadro 7). Además, se observó mejor germinación que el testigo sin corte en las semillas de *A. barbata* formadas en el tratamiento con un corte al establecimiento (C_1), lo que guarda relación con su alta viabilidad y

mayor tamaño de semilla. Esta concordancia no se mantuvo en los otros tratamientos de corte. Esto podría indicar que las semillas recién cosechadas poseerían algún grado de dormancia y que el tratamiento de corte redujo esta característica.

Evaluaciones de germinación con cortes en estado de macollos primarios en *Lolium multiflorum* no mostraron diferencias respecto al testigo (Young *et al.*, 1996); en *Festuca arundinacea*, sólo los

cortes tardíos redujeron la germinación (Watson y Watson, 1982). Estos antecedentes juntos a los obtenidos en este trabajo, ratifican la importancia del estado de crecimiento en que se cortan las plantas, y por consiguiente, de la disponibilidad de recursos que tienen para el desarrollo y maduración adecuada de sus semillas.

El índice de velocidad de germinación (IVG) mostró distintos grados de respuesta según la fenofase y la frecuencia del corte (Cuadro 8). En general se ratifica que el corte a inicio de elongación del tallo floral es el más dañino, pues reduce el valor del IVG, excepto en *V. myuros*, donde un corte en cualquiera de las fenofases (C_1 , C_2 , C_3) probadas dio altos valores, lo que indica mayor velocidad de germinación. Un corte al establecimiento (C_1) en *A. barbata* y en macollaje (C_2) en *H. murinum* no difirieron del testigo. Nuevamente, *B. berteroanus* aparece como más sensible, pues todos los tratamientos redujeron su vigor.

Es importante destacar que cortes tardíos o frecuentes retrasaron la floración, lo que llevaría a la formación de semillas inmaduras; esto, unido a un temprano inicio de la deshidratación por cese de lluvias o riego, según Ventucci y Farrant (1995) impediría un adecuado desarrollo de sus mecanismos naturales de tolerancia a la desecación,

reduciendo así su vigor y calidad. Medrano *et al.* (2000) también observaron en *Pancratium maritimum* que las flores que se abren primero en la inflorescencia desarrollan mejores frutos y más semillas que las tardías, atribuyéndolo a competencia por recursos.

Todos los tratamientos de corte dieron valores de CE superiores en *A. barbata*, *B. berteroanus* y *V. myuros*, lo que indica reducción en el vigor de esas semillas dado que habría aumentado la permeabilidad de sus membranas dejando salir más electrolitos (Cuadro 8). En el caso de *H. murinum* el corte a inicio de macollaje (C_2) dio valores de CE inferiores al del control, insinuando que dichas semillas serían más vigorosas y, por lo tanto, de mejor calidad. En general, estos resultados son concordantes con los del IVG; sin embargo, difieren de los presentados en *Glycine max* por Vieira *et al.* (1992), pues el corte a inicio de floración no afectó el porcentaje de germinación ni la CE de esas semillas respecto al testigo, indicando que no hay alteraciones del vigor como ocurrió con las especies aquí estudiadas. Se ratifican las diferencias de estrategia en las especies para asegurar su persistencia en el tiempo y en hábitats muy variables (Fenner, 1985), como sería el caso de los ambientes mediterráneos semiáridos.

Cuadro 8. Indicadores de vigor de semillas de cuatro poaceas de una pradera anual mediterránea sometidas a diferentes tratamientos de corte (estados fenológicos y frecuencias).

Table 8. Seed vigor indexes of four poaceas of an annual Mediterranean grassland submitted to different cutting treatments (phenological stages and frequencies).

Tratamiento cortes		Especies							
		<i>Avena barbata</i>		<i>Bromus berteroanus</i>		<i>Hordeum murinum</i>		<i>Vulpia myuros</i>	
		IVG	CE	IVG	CE	IVG	CE	IVG	CE
Al 1 ^{er} par hojas	C1	24,0 a	168,7 d	1,2 b	411,1 c	1,1 b	154,8 c	3,6 a	762,5 bc
Al macollaje	C2	0,7 bc	196,4 cd	0,9 c	416,4 c	2,1 a	14,6 e	3,3 a	742,3 c
Inicio floración	C3	0,6 c	283,5 a	0,2 d	639,8 a	0,9 b	276,8 a	3,6 a	851,0 ab
3 veces en C1	C4	1,0 b	234,2 b	0,5 d	473,5 b	1,0 b	199,1 b	0,3 c	868,6 a
2 veces en C2	C5	2,2 s	208,4 bc	0,3 d	597,9 a	1,2 b	212,5 b	0,4 c	691,7 c
Sin cortes	T	1,9 a	116,6 e	2,1 a	314,2 d	2,5 a	120,3 d	2,2 b	493,3 d

IVG = índice de velocidad de germinación (d) y CE=conductividad eléctrica ($S\ cm^{-1}\ g^{-1}$).

CONCLUSIONES

En las cuatro especies estudiadas el corte a inicio de elongación del tallo floral y ambas frecuencias de corte redujeron la producción de frutos y semillas; sin embargo, el número de semillas no se afectó en *B. berterioanus*, *H. murinum* y *V. myuros* con un corte en fase vegetativa.

Un corte al establecimiento no afectó la calidad de las semillas producidas, pero la capacidad germinativa se redujo con cortes frecuentes y con un corte a inicio de elongación del tallo floral.

LITERATURA CITADA

- Adjei, M.B., P. Misterrey, and W. Chason. 1992. Seed yield of bahiagrass in response to sward management phenology. *Agron. J.* 84:599-603.
- Bean, E.W. 1987. Factores que afectan la calidad de las semillas forrajeras. p. 702-716. Tomo I. *In* Hebblethwaith, P.D. (ed.) Producción moderna de semillas. Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.
- Brown, R.F., and D.G. Mayer. 1988. Representing cumulative germination. 1. A critical analysis of single – value germination indices. *Ann. Bot.* (London) 61:117-125.
- Egley, G.H. 1995. Seed germination in soil dormancy cycles. p. 529-544. *In* Kigel, J. and G. Galilli (eds.) Seed development and germination. Marcel - Dekker, New York, USA.
- Fenner, M. 1985. Seed Ecology. 151 p. Chapman and Hall, New York, USA.
- Fairey, D.T. (ed.) 1998. Grass seed crop management. Vol 1. Forage seed production, temperate species. p. 105-126. CAB Int., Wallingford, U.K.
- Guitian, R., and R.D. Bardett. 2000. Plant and soil microbial responses to defoliation in temperate semi-natural grassland. *Plant Soil* 220:271-277.
- Hamler, P., and F.D. Bewley. 1984. A physiological perspective on seed vigour testing. *Seed Sci. Technol.* 12:561-575.
- Hampton, J.G., and P. Coolbear. 1990. Potential versus actual seed performance – Can vigour testing provide an answer? *Seed Sci. Technol.* 18:215-228.
- Lorenzetti, H. 1993. Achieving potential herbage seed yields in species of temperate regions VII p. 1621-1628. *In* Baker, M. J., J.R. Crush y L.R. Humphereys (eds.) Proceeding XVII Intern. Grassland Congress. Palmerston, N. Hamilton and Lincoln, New Zealand, 8-21 February 1993. Rockhampton, Australia.
- Marañón, T. 1989. Variations in seed size and germination in three *Aegilops* species. *Seed Sci. Technol.* 17:583-588.
- Marañón, T., and P.F. Grubb. 1993. Physiological basis and ecological significance of the size and relative growth rate relationship in mediterranean annuals. *Functional Ecol.* 7:591-599.
- Medrano, M., P. Guitian, and J. Guitian. 2000. Patterns of fruit and seed set within inflorescences of *Pancreatium maritimum* (Amaryllidaceae): nonuniform pollination, resource limitation or architectural effects. *Am. J. Bot.* 87:493-501.
- Popay, A., and P. Sanders. 1982. Effect of pasture competition on barley grass seed production. *N.Z. J. Agric. Res.* 25:143-146.
- Reekie, E.C. 1997. An explanation for size – dependent reproductive allocation in *Plantago mayor*. *Can. J. Bot.* 76:43-50.
- Stamp, N.E. 1989. Seed dispersal of four sympatric grassland annual species of *Erodium*. *Ecology* 77:1005-1020.
- Subrahmanyam P., M.N. Reddy, and A.S. Rao. 1983. Exudation of certain organic compounds from seeds of groundnut. *Seed Sci. Technol.* 11: 267-272.
- Thornton, B., and P. Millard. 1997. Increased defoliation frequency deplete remobilization of nitrogen for leaf growth in grasses. *Ann. Bot.* (London) 80:89-95
- Ventucci, C.W., and J.M. Farrant. 1995. Acquisition and loss of desiccation tolerance. p. 237-272. *In* Kigel, J. and G. Galili (eds.) Seed development and germination. Marcel - Dekker Inc., New York, USA.
- Vieira, R.D., D.M. Tekrony, and D.B. Egli. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. *Crop Sci.* 32:471 – 475.
- Watson, C.E. Jr., and V.H. Watson. 1982. Nitrogen and date of defoliation effects on seed yield and seed quality of tall fescue. *Agron. J.* 74:891-893.
- Welham, C.U.J., and R.A. Setter. 1998. Comparison of size – dependent reproductive effort in two dandelion (*Taraxacum officinale*) populations. *Can. J. Bot.* 76:166-173.
- Wulff, R.D. 1995. Environmental maternal effects on seed quality and germination. p. 491-506. *In* Kigel, J. and G. Galilli (eds.). Seed development and germination. Marcel - Dekker Inc., New York, USA.
- Young, W., D.O. Chilcote, and H.W. Youndberg. 1996. Annual ryegrass seed yield response to grazing during early stem elongation. *Agron. J.* 88:221-215.