



# La altura del canopeo modifica la emergencia de *Eryngium horridum* Malme (caraguatá) en un pastizal templado de Argentina

Heguy, Bárbara<sup>1</sup> & María Cristina Vecchio

Curso de Forrajicultura y Praticultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 60 y 118. C.P. 1900; <sup>1</sup>barbaraheguy@gmail.com.

Heguy, Bárbara & María Cristina Vecchio (2015) La altura del canopeo modifica la emergencia de *Eryngium horridum* Malme (caraguatá) en un pastizal templado de Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (2): 279-286

El objetivo de este trabajo fue evaluar la emergencia de *Eryngium horridum* Malme (caraguatá), a partir de las semillas presentes en el banco de suelo de un pastizal templado de la Argentina, en el partido de Magdalena. Se seleccionó un sitio con alta densidad de la maleza, antes de que comenzara la diseminación natural de las semillas de *E. horridum* (principios de febrero), y se armaron seis parcelas de 50 cm de ancho y 150 cm de largo, una al lado de la otra; en tres parcelas se realizaron las mediciones de otoño y en las otras tres, en primavera. Cada parcela fue dividida en tres subparcelas de 50 x 50 cm y a principio de febrero se aplicaron al azar cada uno de los tres tratamientos, dos simulando diferente intensidad de pastoreo (altura de corte a 5 cm del suelo y altura de corte a 30 cm del suelo) y el tercero sin corte (50 cm). Durante el período de medición se excluyó al pastoreo. Se registró la temperatura del suelo a 5 cm de profundidad. Semanalmente se contabilizó la emergencia de los cotiledones. Las semillas que no germinaron *in situ* se recolectaron de los primeros 5 cm del suelo y se las incubó a 20-30 °C (16/8 h.día<sup>-1</sup>) y con 8/16 horas de luz/oscuridad respectivamente. La viabilidad se determinó con la prueba de tetrazolio. Los datos, transformados en  $\arcsin \sqrt{x}$ , se analizaron mediante ANOVA y la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). La mayor emergencia *in situ* se registró en el tratamiento con altura de corte de 5 cm, en el mes de abril (otoño), que emergió el 63% del total de semillas. Cuando la altura del canopeo era media sólo emergieron el 13% del total de las semillas y no se registró emergencia cuando no se cortó el canopeo. Estos resultados mostrarían que, en sitios afectados por la maleza, sería conveniente el manejo del pastoreo con el fin de mantener durante el otoño la altura del canopeo alta, que no propicie condiciones que favorezcan el establecimiento del caraguatá.

**Palabras clave:** pastoreo, control de malezas, dormición de semillas, invasiones, caraguatá

Heguy, Bárbara & María Cristina Vecchio (2015) Canopy height modifies *Eryngium horridum* emergence in a temperate grassland of Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (2): 279-286

The aim of this work was to study the emergence behaviour of seeds of the rangeland weed *Eryngium horridum* Malme ("pineapple eryngium") present in the soil bank of a temperate grassland in Argentina. In the district of Magdalena, before the natural dispersal of *E. horridum* seeds began (early February), six 50 x 150 cm plots were set up side by side at a site with high weed density; three plots were randomly selected to carry out the autumn measurements and the other three for the spring measurements. Each plot was divided into three 50 x 50 cm subplots and in early February they were randomly assigned to one of three treatments, two of which simulated grazing: a cutting height above ground of 5 cm, another of 30 cm and an uncut control of 50 cm. Grazing was avoided during the whole measurement period. Soil temperature at 5 cm depth was recorded. Weekly emergence (estimated as cotyledon emergence) was measured. Seeds that did not germinate *in situ* were collected from the top 5 cm of soil and incubated in a growth chamber at 20:30 °C (16:8 h/day) and a 8:16 h light/dark cycle. Viability was determined by tetrazolium tests. Data was transformed into  $\arcsin \sqrt{x}$  and analyzed using one-way ANOVA and Tukey post-hoc tests ( $p < 0.05$ ). Most *in situ* germination was recorded in the treatment with a 5-cm cutting height in April (autumn). With this treatment, 63 % of the total of seeds emerged, whereas with the intermediate canopy height only 13 % emerged and no emergence was recorded when the canopy remained uncut. Results suggest that in heavily infected plots grazing should be managed to maintain a high canopy in autumn in order to avoid conditions that may favour *E. horridum* emergence.

**Key words:** grazing, weed control, seed dormancy, invasions, pineapple eryngium

Recibido: 05/04/2015

Aceptado: 04/12/2015

Disponible on line: 30/01/2016

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

## INTRODUCCION

Los pastizales de la Pampa Húmeda argentina han experimentado numerosos cambios estructurales como consecuencia del pastoreo bovino (Soriano, 1992; Sala *et al.*, 1986; Insausti *et al.*, 1999). El pastoreo aumenta la presencia de parches sobrepastoreados y ocasiona áreas seguras para el establecimiento de plántulas de especies nativas y exóticas (Eriksson, 1989; Oestherheld & Sala, 1990; Bullock *et al.*, 1995; Insausti & Grimoldi, 2006). Estos parches de baja biomasa promueven el aumento de la disponibilidad de recursos, lo que puede ser favorable para la instalación y el desarrollo de especies invasoras. En muchas especies, la alta intensidad de luz y la alternancia de temperaturas favorecen la germinación (Deregibus *et al.*, 1985; Insausti *et al.*, 2009).

*Eryngium horridum* Malme (caraguatá) es una especie autóctona y de amplia distribución en los pastizales de la región templada húmeda de América del Sur que se ha ido expandiendo por los pastizales de la Pampa Deprimida. Mientras que en un relevamiento realizado en la década del 60 en el noreste de la provincia de Buenos Aires por León y colaboradores, *E. horridum* no fue citada como especie presente en estos pastizales, en la última década pasó a estar considerada como una de las malezas más invasoras en los pastizales del Noreste de la Pampa Deprimida (Pérez, 2005), reduciendo notablemente su receptividad ganadera (Sabattini *et al.*, 1991; Elizalde *et al.*, 1998; Lallana *et al.*, 1998). *E. horridum* crece en campos con relieve positivo y bien drenados (O'Leary, 2002) y se reproduce tanto por semillas como por rizomas. La reproducción vegetativa, probablemente su estrategia reproductiva más importante, permite el mantenimiento y la supervivencia de las poblaciones incluso en ausencia de disturbios. Sin embargo, la colonización de nuevos sitios la realiza a través de semillas transportadas por el viento (anemocoria) (Sabattini *et al.*, 1991). Las plantas presentan un ciclo bial de crecimiento, vegetan durante el primer año y en el segundo año inician el desarrollo de rizomas durante el otoño y la producción de inflorescencias en primavera. Una inflorescencia produce de 30.000 a 77.000 semillas por planta (Rochi & Lallana, 1996; Elizalde *et al.*, 1997), con una longevidad de hasta un año en condiciones controladas de almacenamiento en laboratorio (Lallana, 2004).

En un estudio realizado a campo en el sur de Brasil, se detectó germinación en zonas excluidas al pastoreo por tres años y no en las clausuradas por más de diez años (Fidelis *et al.*, 2008). Se propuso que la ausencia de disturbios y la presencia de broza promueven la germinación hasta cierto valor a partir del cual la alta cantidad de broza y pastizales muy densos pueden dificultar estos procesos. Resultados obtenidos en laboratorio, muestran que *E. horridum* requiere simultáneamente alternancia de temperatura y luz para su germinación (Lallana & Maidana, 1992). En estos ensayos se obtuvieron altos porcentajes de germinación cuando las semillas fueron incubadas con un régimen de temperaturas alternadas (20-30°C) y con 8 horas de luz mientras que el porcentaje de germinación fue muy bajo tanto a 20°C constantes y 8 horas de luz, como en oscuridad, tanto a temperatura

constante como con alternancia de temperaturas (Lallana & Maidana, 1992).

El incremento de la germinación de *E. horridum* estaría asociado a la ruptura de la dormición inducida por la ocurrencia simultánea de las condiciones ambientales mencionadas. Es frecuente que las semillas, en el momento de la dispersión, tengan cierto nivel de dormición que les impide germinar inmediatamente (Baskin & Baskin, 1998; Mollard, 2007). La dormición se puede definir como la imposibilidad de germinar por factores internos que tiene una semilla viable en condiciones adecuadas de humedad, temperatura y del ambiente gaseoso (Benecch Arnold *et al.*, 2000). La ruptura de la dormición por encima de cierto umbral de alternancia de temperatura tiene gran importancia ecológica al impedir la germinación de semillas enterradas a mucha profundidad o localizadas bajo canopeos muy cerrados. Asimismo, la ruptura de la dormición en respuesta a la intensidad lumínica se produce mediante la percepción de diferencias en la calidad y cantidad (flujo, longitud de onda y duración de la exposición) de la luz a través de los fitocromos (Casal, 2000a; 2000b). La presencia de vegetación modifica la intensidad y la composición espectral de la luz que llega al suelo y de esta manera, cuando se elimina la vegetación, se producen condiciones que permiten que las semillas, que tienen particulares requerimientos de cantidad y calidad de luz, germinen en condiciones de menor competencia con las plantas vecinas (Mollard, 2007). La dormición es un atributo común de muchas poblaciones de semillas nativas del pastizal. Muchas especies pueden disminuir su nivel de dormición cuando perciben temperaturas relativamente bajas en condiciones húmedas pasando por un proceso de estratificación (Bewley & Black, 1994). Este control de la germinación afecta a las semillas de algunas especies de verano que pierden la dormición durante el invierno y germinan en la primavera, cuando las condiciones son las más apropiadas para el crecimiento (Lambers *et al.*, 1998). Otras especies requieren para disminuir su nivel de dormición pasar por una estación seca (Baskin & Baskin, 1998). Estas semillas pueden germinar en otoño, estación que en regiones templadas está relacionada con el comienzo de un periodo de buena disponibilidad de agua en el suelo (Mollard, 2007).

En este marco, la expansión de *E. horridum* en los campos de pastoreo de la Pampa Deprimida estaría reflejando el aumento de la presión de pastoreo que, al reducir la biomasa y la altura del canopeo, crea una condición favorable para su germinación y emergencia. Conocer los procesos por los cuales se ven favorecidos la germinación y la emergencia a campo de *E. horridum*, así como la comprensión de las causas del comportamiento ante un disturbio, es substancial para determinar estrategias de control de esta especie invasora. No se conocen hasta el momento trabajos que demuestren como es el proceso de emergencia de *E. horridum* bajo condiciones naturales con distintas alturas de canopeo en pastizales del noreste de la Pampa Deprimida. Tampoco se conoce el momento del año en el cual se darían las condiciones necesarias para la germinación de esta maleza en estos pastizales. El objetivo de este trabajo fue estudiar la emergencia de *Eryngium horridum* en condiciones naturales,

durante el otoño y la primavera, a partir de las semillas presentes en el banco del suelo de un pastizal del noreste de la Pampa Deprimida.

Se plantea la hipótesis que en pastizales del noreste de la Pampa Deprimida, *E. horridum* emerge en mayor proporción en los ambientes con altura del canopeo baja porque requiere ciertas condiciones ambientales para su emergencia. Asimismo, a una determinada altura de corte, la emergencia es diferente en otoño que en primavera porque necesita cierta temperatura que la obtiene durante el otoño.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el establecimiento El Amanecer, perteneciente a la Universidad Nacional de La Plata, ubicado en la localidad de Vieytes, partido de Magdalena, Provincia de Buenos Aires (57° 37' O, 35° 15' S).

El área de estudio está ubicada en una pradera húmeda de mesófitas (Burkart *et al.*, 2005) la que se caracteriza por formar isletas levemente sobreelevadas y está dominada por *Nassella charruana* (Arechav.) Barkworth, *Danthonia montevidensis* Hack. & Arechav, y *Eryngium ebracteatum* Lam., aunque también son frecuentes *Paspalum dilatatum* Poir. ssp. *dilatatum*, *Bothriochloa laguroides* (DC.) Herter var. *laguroides* y *Piptochaetium bicolor* (Vahl) E. Desv. (León *et al.*, 1979). El ambiente seleccionado presentaba alta infestación de *Eryngium horridum* Malme al momento de realizar el ensayo.

Antes de que comenzara la diseminación natural de las semillas de *E. horridum* (principios de febrero de 2007), se armaron seis parcelas de 50 cm de ancho y de 150 cm de largo, una al lado de la otra y se realizaron los cortes. Tres de ellas, definidas al azar, se utilizaron para las mediciones de otoño y las otras tres para las mediciones de primavera. Cada parcela fue dividida en tres subparcelas y se les asignó al azar uno de los tres tratamientos a cada una de las subparcelas de 50x50 cm. Los tratamientos fueron: altura de corte baja, a 5 cm del suelo (B), altura media de corte a 30 cm del suelo (M) y sin corte, con el canopeo a 50 cm de altura (A). Estos tratamientos pretendían simular prácticas de manejo del pastoreo comunes para los pastizales de la región, el pastoreo rotativo y continuo (Heguy *et al.*, 2012). En ningún caso se removió la broza porque se consideró que, por la cantidad registrada (menos del 15% de la cobertura total), su presencia no debería afectar la germinación (Facelli & Pickett, 1991). Durante el período de medición se excluyó el pastoreo.

Se registró la temperatura del suelo a 5 cm de profundidad dos veces por día, en otoño (marzo, abril y mayo) a las 6 am y 6 pm, y en primavera (septiembre), a las 7 am y 5 pm; por diferencia entre los dos valores, se calculó la amplitud térmica diaria en el suelo. Se tomó la decisión de los horarios basado en los registros históricos de las máximas y mínimas diarias y temperaturas media mensual de la Estación La Plata Aero perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), ubicado a 37 km del Establecimiento donde se realizó el experimento. También se obtuvieron los registros de las precipitaciones, tomadas en el establecimiento donde se realizó el experimento.

En cada parcela se contabilizó la emergencia, tomando como indicador la emergencia de los cotiledones en superficie, desde marzo hasta mayo (emergencia de otoño) y desde septiembre hasta noviembre (emergencia de primavera). Una vez finalizado el período donde se contabilizó la emergencia a campo (EC), se extrajeron los panes de tierra de los 5 cm superiores del suelo. La tierra se pasó por tamices con mallas de 3/8 (9,5 mm), 4 (4,5 mm) y de 10 (2 mm), para obtener las semillas de *Eryngium horridum* que no habían germinado. Se aseguró de recolectar solamente las semillas completas, que no hubieran sufrido depredación. La extracción de las semillas de *E. horridum* finalizó al principio del mes de julio para las mediciones de otoño y en diciembre para las mediciones de primavera.

Las semillas extraídas del suelo se colocaron en una cámara de germinación a temperatura alternada de 20/30°C (16/8 h.día<sup>-1</sup>) y con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad (Lallana & Maidana, 1992) y se registró como semilla germinada (Gca) cuando ocurría la protrusión de la radícula a través de la testa de la semilla. La viabilidad se determinó con la prueba de tetrazolio y se determinaron las semillas que no germinaron pero eran viables (NGV) y las que no germinaron por no poseer viabilidad (NGNV) (Moore, 1972). Los datos expresados en porcentaje se transformaron para cumplir con el supuesto de homogeneidad de varianzas, de acuerdo al arcoseno  $\sqrt{x}$  por estación. Se consideró un diseño de parcelas divididas (época: parcela principal; altura de corte: parcela dividida). Los datos se analizaron mediante un ANOVA. Las diferencias entre las medias fueron analizadas mediante el test de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Steel & Torrie, 1985).

## RESULTADOS

### Condiciones climáticas del sitio de experimentación

La precipitación fue inferior al promedio de los últimos diez años (920 versus 1098 mm). Sin embargo, las precipitaciones durante el otoño (386 mm) y la primavera (324 mm) fueron mayores al promedio estacional de los últimos 10 años, 303 y 238 mm respectivamente (Figura 1a). La temperatura media mensual fue similar, al promedio histórico (1961-1990) (Figura 1b) y varió entre 7,3 °C en julio y 23,4 °C en enero. Por lo tanto las condiciones de humedad del suelo fueron superiores a los promedios históricos estacionales y las temperaturas fueron representativas de los promedios históricos.

La amplitud térmica registrada en el mes de marzo a 5 cm de profundidad (Figura 2a) fue mayor con mayor remoción de biomasa (B), alcanzando valores máximos diarios de amplitud de 7 a 9 °C. En ningún día de marzo, la amplitud térmica registrada en los otros tratamientos superó los 5 °C. Durante abril y mayo los valores de amplitud térmica fueron similares en los tres tratamientos, con valores máximos diarios de 10 °C y mínimos de 1,6 °C.

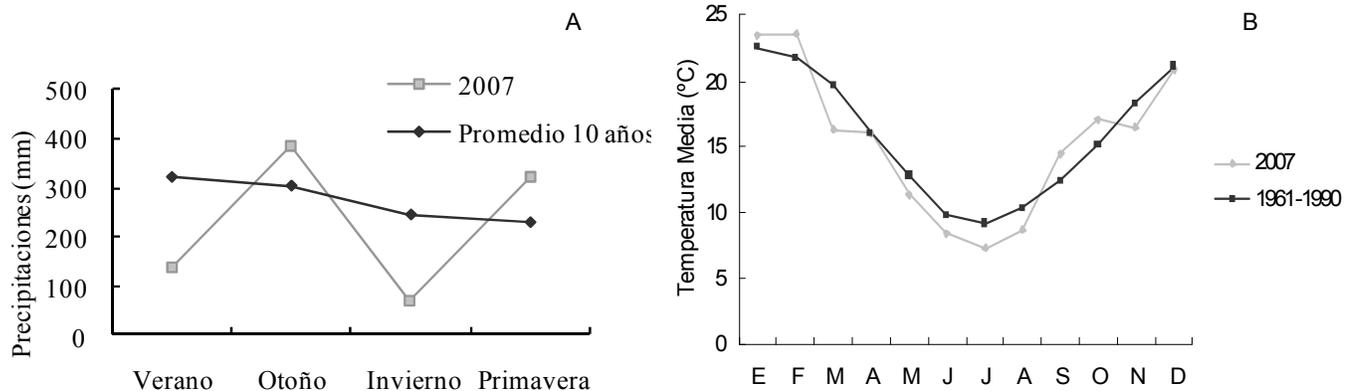


Figura 1: a. Precipitación estacional en el Establecimiento El Amanecer para el año 2007 y estacional promedio de la última década (1997-2007). b. Temperatura media (°C) en la Estación Meteorológica La Plata Aero durante el año 2007 y promedio histórico (1961-1990) (Fuente: SMN).

En septiembre la amplitud térmica fue similar en los tres tratamientos, alcanzando valores más altos en los primeros días (6,5 °C a 10,8 °C) luego descendió a valores comprendidos entre 0,4 °C y 6°C (Figura 2b).

#### Germinación en otoño

Durante el otoño la germinación fue significativamente mayor en las parcelas con la mínima altura del canopeo (B), que en el resto de los tratamientos ( $p < 0,05$ ) (Figura 3). El porcentaje de emergencia en el tratamiento de remoción moderada resultó aproximadamente 5 veces menor que en el de máxima remoción, y no se contabilizaron plántulas emergidas en el tratamiento con el canopeo sin disturbar.

La emergencia *in situ* en el tratamiento B tuvo un pico desde mediados a fines de abril y continuó en mayo con registros cercanos al 10 % (Figura 4). También la emergencia de caraguatá en el tratamiento M se observó a mediados de abril, pero en menor intensidad. El total de semillas recuperadas de cada parcela, contabilizando las que germinaron y emergieron y las que se recuperaron del suelo, totalizaron 189 en el tratamiento B y en el M y A 28 semillas en cada uno. Al someter las semillas a germinación en cámara, su germinación fue muy baja (B: 2%, M: 6% y A: 3%). La mayoría de las semillas que no germinaron en la cámara no eran viables al realizarse la prueba de tetrazolio, alcanzando entre el 35% (B) y el 76% (M y A) del total de la muestra.

#### Germinación en primavera

Durante la primavera el número de semillas totales fue menor que el encontrado en el otoño (B: 32, M: 24 y A: 8). La emergencia *in situ* fue mínima (Figura 5), sólo en el tratamiento B se registró un bajo porcentaje (10 vs. 0 %). En la cámara, entre el 89 y 91% de las semillas recuperadas no germinaron, siendo la mayoría de ellas no viables (Figura 5).

## DISCUSIÓN

Los pastizales son ambientes muy hostiles para el establecimiento de especies a partir de semillas, especialmente los sitios con canopeo muy cerrado, que

tienden a ser muy resistentes a la colonización (Bullock *et al.*, 1995). Sin embargo, si estos pastizales con canopeo cerrado son afectados por disturbios, se generan claros donde adquieren importancia las estrategias de propagación reproductiva. La apertura de claros en la vegetación viene acompañada por modificaciones en las condiciones microambientales como aumentos en la fluctuación diaria de la temperatura y cambios en la cantidad y calidad de luz, entre otros factores (Mollard, 2007).

En el presente estudio, realizado en un pastizal templado, la de *Eryngium horridum* se inició a mediados de marzo. La mayor emergencia *in situ* fue registrada en abril en sitios donde la altura del canopeo no superaba los 5 cm. En marzo, en este tratamiento, la amplitud térmica diaria fue mayor que en los otros tratamientos de corte, pero la emergencia fue baja. Posiblemente la germinación ocurrió en marzo, cuando la semilla recibió el estímulo de la alternancia de temperatura y mayor cantidad de luz y la emergencia recién se registró en abril. En el momento del registro de ese mayor porcentaje de emergencia (abril en el tratamiento con canopeo bajo), la alternancia de temperatura en el suelo en los tres tratamientos era similar; sin embargo, cuando la altura del canopeo era mayor a los 5 cm la emergencia fue escasa. Esta situación coincidiría en parte con la encontrada por Fidelis y colaboradores (2008) quienes observaron que las semillas de *Eryngium horridum* germinaron en sitios que si bien no habían sufrido disturbios recientes, aún permanecían con el canopeo abierto, mientras que no germinaron en sitios sin cobertura, con disturbios muy recientes (fuego o pastoreo) o con abundante broza y cobertura.

Lallana & Maidana (1992) afirman que las semillas de caraguatá presentan dormición y que ésta es desbloqueada por efecto de la luz y la alternancia de la temperatura. Benech Arnold y colaboradores (1988) demostraron que las semillas de *Sorghum halepense* tienen un mecanismo para detectar condiciones especiales o específicas que se generan en los parches de la vegetación y sugieren que la respuesta a la alternancia de temperaturas constituye una parte importante de este mecanismo. Por otra parte, las semillas de muchas especies rompen su dormición

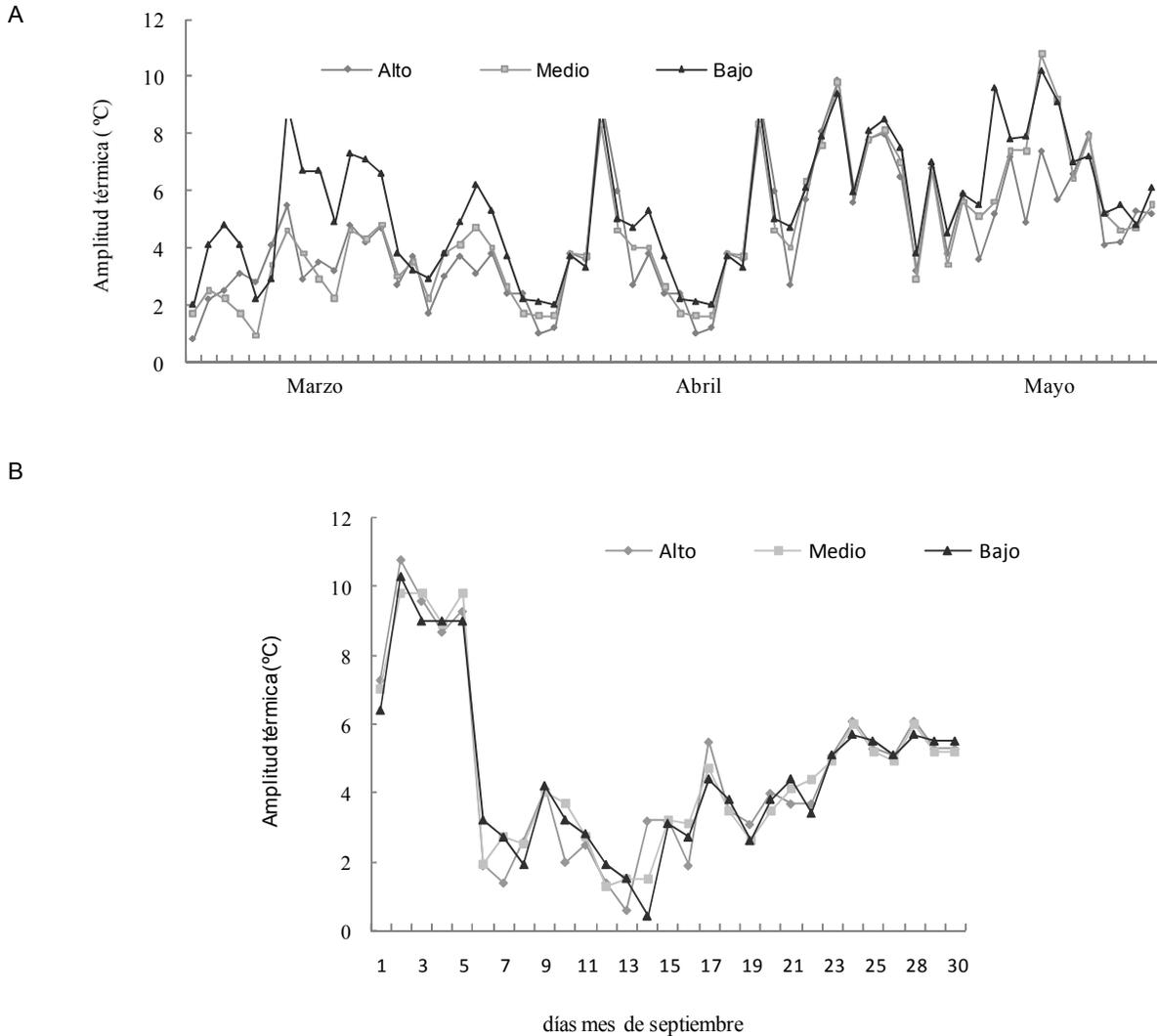


Figura 2: a: Amplitud térmica (°C) del suelo a 5 cm de profundidad durante los meses de marzo, abril y mayo de 2007 medidos en el establecimiento El Amanecer en los tratamientos de altura de corte: Alto, Medio y Bajo. b: Amplitud térmica (°C) del suelo a 5 cm de profundidad durante el mes de septiembre de 2007 medidas en el Establecimiento El Amanecer, en los tratamientos de altura de corte: Alto, Medio y Bajo (fecha de corte del canopeo principios de febrero).

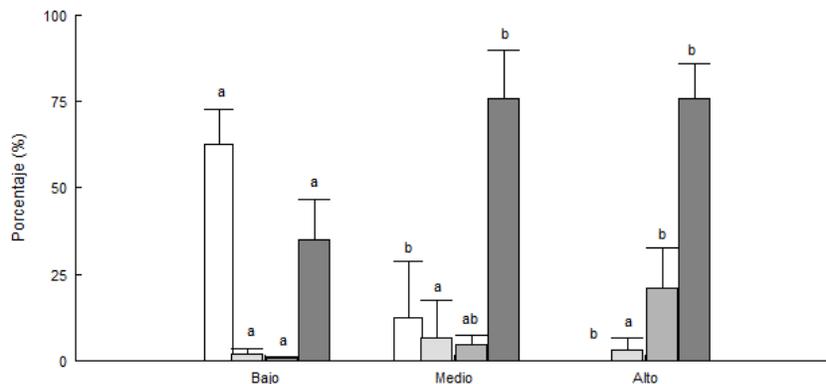


Figura 3: Mediciones de otoño expresadas en porcentaje del total de semillas: emergencia a campo (barras blancas), semillas germinadas en la cámara (barras grises claras), porcentaje de semillas no germinadas viables (barras grises) y porcentaje de inviables (barras grises oscuras) en los tres tratamientos de corte: Bajo, Medio y Alto. Para cada variable, la misma letra entre tratamientos significa que las diferencias entre tratamiento no son significativas ( $p < 0,05$ ).

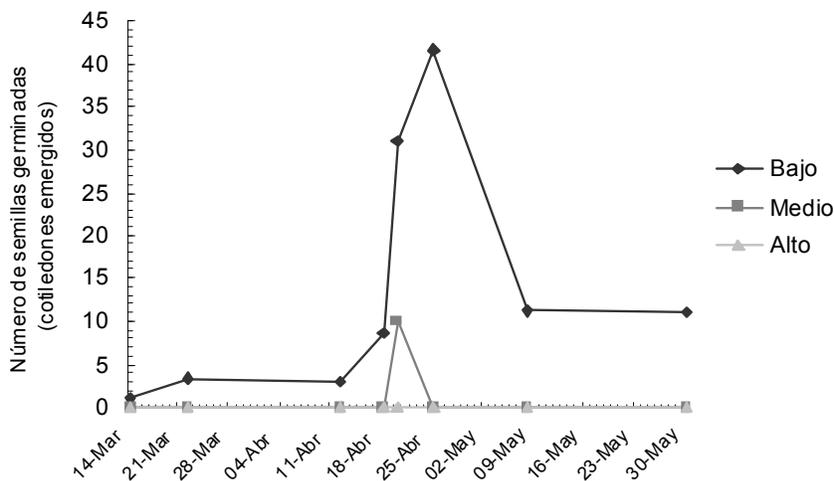


Figura 4: Número de plantas emergidas de *E. horridum* desde marzo a mayo de 2007 en los tratamientos de corte: Bajo, Medio y Alto.

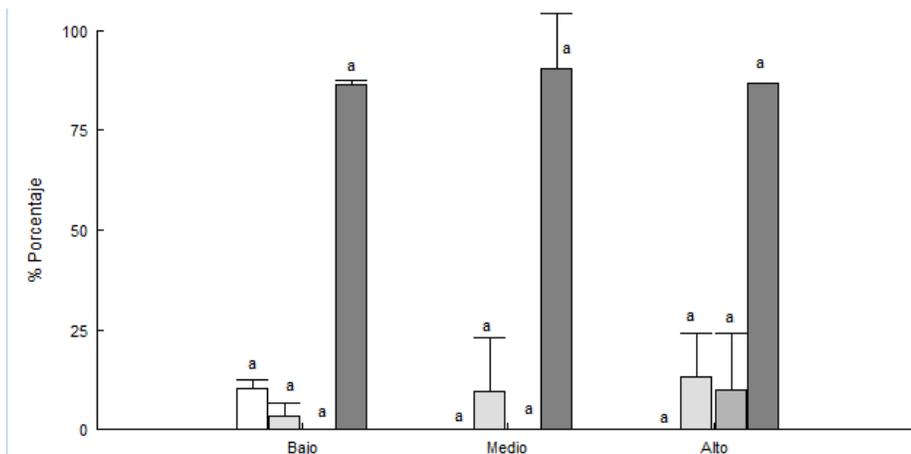


Figura 5: Mediciones de primavera expresadas en porcentaje del total de semillas: emergencia a campo (barras blancas), semillas germinadas en la cámara (barras grises claras), porcentaje de semillas no germinadas viables (barras grises) y porcentaje de inviábiles (barras grises más oscuras) en los tres tratamientos de corte: Bajo, Medio y Alto. Misma letra entre tratamientos significa que las diferencias entre tratamiento no son significativas ( $p < 0,05$ ).

cuando perciben cierta cantidad y calidad de luz (Mollard & Insausti, 2009). Algunas especies del pastizal germinan en parches abiertos por el pastoreo vacuno y esto se asocia con los cambios en la composición espectral de la luz luego de la apertura del canopeo (Deregibus *et al.*, 1994). Estos cambios en la composición espectral de la luz se deben a que en áreas abiertas, sin vegetación, aumenta la relación entre la radiación en las bandas espectrales del Rojo (600-700 nm) y el Rojo lejano (700-800 nm) (Casal y Sanchez, 1998; Casal, 2000; Casal & Yanovsky, 2005) Asimismo, los estímulos térmicos y/o lumínicos que indican la finalización del período estival, suelen ser captados por especies de ciclo invierno-primaveral, e inducir su respuesta germinativa (Cardinali, 2004). La percepción de cambios lumínicos y térmicos sería más acentuada en ambientes abiertos o con canopeo bajo y

ello podría explicar la mayor emergencia in situ que las semillas de caraguatá cuando el canopeo durante el otoño, medía 5 cm de altura. Durante la primavera, la emergencia in situ fue mínima, sólo se registró bajo porcentaje de emergencia cuando el canopeo era bajo. Este resultado también estaría asociado a la mayor posibilidad de las semillas de ese sitio de captar alteraciones térmicas y lumínicas. Los pastizales con el canopeo cerrado tienden a resistir la colonización por nuevas plantas (Bullock *et al.*, 1995). Dos especies presentes en la Pampa Deprimida como *Ambrosia tenuifolia* Spreng. y *Lolium multiflorum* Lam. germinan como consecuencia de la aparición de claros en la vegetación después de una fuerte inundación o sobrepastoreo (Insausti *et al.*, 1995). El pastoreo es un disturbio que permite la aparición de claros en la vegetación donde se instalan plántulas de

malezas que provienen de la germinación de semillas (Insausti *et al.*, 1995). Los claros en la vegetación generan espacios de suelo desnudo que brindan un ambiente distinto al del canopeo intacto, principalmente en lo relacionado a la temperatura y la luz.

El número de semillas totales fue menor en sitios con alta cobertura y ello posiblemente se deba también a la modalidad de dispersión de la especie (Sabattini *et al.*, 1991). Las semillas son transportadas por el viento y podrían decantar más fácilmente en claros de la vegetación, donde es más fácil que disminuya su velocidad de transporte por el viento. También se observó que en el tratamiento con baja altura del canopeo, el número de semillas fue mayor en otoño que en primavera, lo que probablemente se deba a que al llegar esta última estación ya habían germinado in situ muchas de las semillas del banco.

Las semillas recuperadas del campo poseían características morfológicas similares y no parecían haber sido afectadas por otros factores, como ataque de predadores o condiciones climáticas extremas, y se hallaban intactas al momento del análisis. Del total de las semillas recuperadas en otoño, la mayoría resultaron ser no viables independientemente del sitio del que procedían. Al efectuarse la prueba de tetrazolio (julio), ya habían transcurrido cinco meses desde la dispersión natural de las semillas, los que habrían sido suficientes para que éstas perdieran su viabilidad. Más aún en la primavera, momento en el que la permanencia de las semillas en condiciones de campo fue más prolongada y por tanto, también resultó más acentuado el porcentaje de semillas no viables. Lallana (2004) demostró que la longevidad de las semillas de caraguatá almacenadas a temperatura ambiente en laboratorio podría llegar al año; sin embargo, a campo las condiciones no serían favorables para la supervivencia de las semillas, como se desprende del alto porcentaje de no viables que se encontraron en los tres tratamientos. Sin embargo, se considera necesario realizar futuras investigaciones para confirmar los resultados de viabilidad de semillas en el tiempo, in situ y en condiciones óptimas de almacenamiento y, los factores que determinarían su pérdida. También sería interesante profundizar sobre la relación entre la calidad de luz y la altura del canopeo que, junto a la alternancia de la temperatura, favorecerían la germinación de las semillas de esta maleza.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo señalaron que en los pastizales del noreste bonaerense la mayor emergencia *in situ* de *E. horridum* ocurre en otoño en ambientes con canopeos sometidos a cortes de 5 cm y que las semillas pierden la viabilidad en el término de unos meses desde su dispersión. En condiciones naturales, *E. horridum* emerge durante el otoño en mayor proporción en ambientes con baja altura de canopeo y necesitan alternancia de temperatura para germinar. Estos resultados permitirán establecer en estos ambientes algunas pautas de manejo para un posible control de nuevas invasiones de la maleza. Una de ellas sería el manejo del pastoreo con el fin de mantener durante el otoño la altura del canopeo que

menos propicie el establecimiento de condiciones térmico-lumínicas que favorezcan la germinación y emergencia de *Eryngium horridum*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baskin, C.C., & J.M. Baskin.** 1998. Seeds—Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and germination. Academic Press, San Diego. 666p.
- Benech Arnold, R.L., C.M. Ghera, R.A. Sanchez & A.E. Garcia Fernandez.** 1988. The role of fluctuating temperatures in the germination and establishment of *Sorghum halepense* (L.) Pers. Regulation of germination under leaf canopies. *Functional Ecology*. 2: 311-318.
- Benech Arnold, R.L., R.A. Sanchez, F. Forcella, B. Kruk, and C.M. Ghera.** 2000. Environmental control of dormancy in weed soil seed banks. *Fields Crops Research*. 67: 105-122.
- Bewley, J.D. & M. Black.** 1994. Seeds. Physiology of Development and Germination. Pp. 1-33. ISBN 978-0-306-44748-8. Springer US.
- Bullock J.M., B. Clear Hill, J. Silvertown & M. Sutton.** 1995. Gap colonization as a source of grassland community change: effects of gap size and grazing on the rate and mode of colonization by different species. *Oikos*. 72. (2): 273-282.
- Burkart, S.E., M.F. Garbulsky, C.M. Ghera, J.P. Guerschman, R.J.C. León, M. Oesterheld & S.B. Perelman.** 2005. Las comunidades potenciales del pastizal pampeano bonaerense. Pp. 379-399. En: M Oesterheld, MR Aguiar, CM Ghera y JM Paruelo (eds.). La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Editorial Facultad de Agronomía. UBA.
- Cardinali, F.J.** 2004. Fundamentos fisiológicos de la germinación. Aspectos morfoanatómicos de las semillas. Universidad Nacional de Mar del Plata. 169 p.
- Casal, J.J.** 2000a. Phytochromes, cryptochromes, phototropin: photoreceptor interactions in plants. *Photochem. Photobiol.* 71, 1-11.
- Casal, J.J.** 2000b. Fotomorfogénesis: la luz como factor regulador del crecimiento. En: Fundamentos en Fisiología Vegetal, (Eds. M. Talón y J. Azcón), Ediciones Universitat de Barcelona, Barcelona, pp 377-388.
- Casal, J.J. & M.J. Yanovsky.** 2005. Regulation of gene expression by light. *Int. J. Dev. Biol.* 49: 501-511
- Deregibus, V.A., R.A. Sanchez & J.J. Casal.** 1985. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. *Journal of applied Ecology*. 199-206
- Elizalde, J.H.I., M.C. Lallana & V.H. Lallana.** 1997. Reproducción sexual y asexual de *Eryngium paniculatum* ("caraguatá"). Actas 13º Congreso Latinoamericano de Malezas. Buenos Aires, Argentina. pp. 161-170.
- Elizalde, J.H.I., C.E. Billard, M.C. Lallana, V.H. Lallana & M. Cristaldo.** 1998. Evaluación del control mecánico sobre *Eryngium horridum* Malme ("caraguatá"). *Revista Científica Agropecuaria*. 2: 21-28.
- Eriksson, O.** 1989. Seedling dynamics and life histories in clonal plants. *Oikos*. 55: 231-238.

- Facelli, M. & S.T.A. Pickett.** 1991. Light interception and effects on a old-field plant community. *Ecology*, Vol. 2, N°3: 1021-2031.
- Fidelis, A., G. Overbeck, V. Depatta Pillar & J. Pfadenhauer.** 2008. Effects of disturbance on population biology of the rosette species *Eryngium horridum* Malme in grasslands in southern Brazil. *Plant Ecology*. 195:55-67.
- Heguy, B., J. Otondo, M.C. Vecchio, M. Castrillon, F. Mendes & T. Isla.** 2012. Productividad de la estepa de halófitas con diferentes intensidades de pastoreo y con introducción de especies exóticas megatérmicas. XXV Reunión Argentina de Ecología. Luján, Buenos Aires Argentina
- Insausti, P., E.J. Chaneton & A. Soriano.** 1999. Flooding reverted grazing effects on plant community structure in mesocosms of lowland grassland. *Oikos* 84: 266-76.
- Insausti, P. & A. Grimoldi.** 2006. Gap disturbance triggers the recolonization of the clonal plant *Ambrosia tenuifolia* in a flooding grassland of Argentina. *Austral Ecology*. 3: 828-836.
- Insausti, P.** 2009. Factores ambientales que controlan los procesos de regeneración en pastizales naturales a partir de la germinación. Tesis. UBA.FA, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Escuela para Graduados, Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área de Ciencias Agropecuarias, Doctorado en Ciencias Agropecuarias. 99p.
- Lallana, V.H. & A. Maidana.** 1992. Evaluación de la germinación de *Eryngium paniculatum* Cav. et Domb. ("Caraguatá"). Actas 19° Reunión Argentina de Fisiología vegetal. Córdoba. Resumen ampliado. pp.155-156.
- Lallana, V.H., L. Faya De Falcón, J.H.I. Elizalde, M.C. Lallana, R.A. Sabbatini, C. Billard, J. Dupleich, G. Rochi & M. Anglada.** 1998. Control integrado del "caraguatá" en un campo de San Gustavo (La Paz-Entre Ríos). INTA-EEA Paraná. Serie Extensión n° 16: 9-14.
- Lallana, V.H.** 2004. Calidad fisiológica de semillas almacenadas de *Eryngium horridum* Malme, de distintos sitios de la provincia de Entre Ríos. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. N° 6. <<http://www.fcagr.unr.edu.ar/investigacion.htm>>. [consulta: febrero de 2010].
- Lammers, H., F.S. Chapin & T.L. Pons.** 1998. Plant physiological ecology. New York: Springer. 540p.
- León, R.J.C., S.E. Burkart & C.P. Movia.** 1979. Relevamiento Fitosociológico del pastizal del norte de la Depresión del Salado. Vegetación de la República Argentina. Serie Fitogeográfica n° 17 INTA, 90 p.
- Mollard, F.P.O.** 2007. Regeneración de pastizales naturales por germinación de semillas: control del estado de dormición de las semillas por el contenido hídrico del suelo. Tesis presentada para optar al grado de doctor de la Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura. (IFEVA-FAUBA-CONICET). 108 p.
- Mollard, F.P.O. & P. Insausti.** 2009. Soil moisture conditions affect the sensitivity of *Bromus catharticus* dormant seeds to light and the emergent pattern of seedlings. *Seed Science Research*. 19: 81-89.
- Moore, R.P.** 1972. Tetrazolium staining of assessing seed quality. In *Seed Ecology* (ed. W. Heydecker). The Pennsylvania State University Press. University Park. pp.: 347-366.
- O'Learly, N.** 2002. Estudios de citogenética clásica y molecular en especies del género *Eryngium* L. (Umbelliferae) Sect. Paniculada Wolf. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Citogenética y Evolución. Universidad de Buenos Aires. Argentina. 65 p.
- Oesterheld, M. & O.E. Sala.** 1990. Effects of grazing on seedling establishment: the role of seed and safe-site availability. *Journal of Vegetation Science* 1: 353-358.
- Pérez, R.** 2005. Las invasiones bárbaras. *Revista Ida & Vuelta Rural* 8 (23): 12.
- Rochi, G.R. & V.H. Lallana.** 1996. Análisis del crecimiento aéreo y radical de plantas de "caraguatá" (*Eryngium paniculatum* Cav. et Domb) Ciencia, Docencia y tecnología. 7(12):137-151.
- Sabbatini, R., V. Lallana, M.C. Lallana, J.H.I. Elizalde, y L. Faya De Falcón.** 1991. Evaluación de atributos poblacionales de *Eryngium paniculatum* ("Caraguatá") en un campo destinado al pastoreo (Tala, Entre Ríos). IV Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Resumen. *Gaceta Agronómica*, 9 (63): 364-365.
- Sala, O., M. Oesterheld, R.J.C. León & A. Soriano.** 1986. Grazing effects upon plant community structure in sub humid grasslands of Argentina. *Vegetation*. 67: 27-32.
- Servicio Meteorológico Nacional. Historial meteorológico.** Archivo diario. Promedios. <<http://www.smn.gov.ar/>> [consulta: febrero de 2010]
- Soriano A.** 1992. Río de La Plata grassland. In: *Natural Grasslands: Introduction and Western Hemisphere*. In *Ecosystems of the world* 8 A. Coupland, R. T, (ed.) Elsevier, Amsterdam. pp. 367-407.
- Steel, R.G. & J.H. Torrie.** 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2ª ed. E. McGraw-Hill. México. 622 p.