

# **Ecofisiología de la "cardilla" (*Eryngium horridum* Malme)**

por

*Víctor H. Lallana*

Material reimpreso de:

## **Seminario de Actualización Técnica Manejo de Malezas**

**Organizan:  
INIA La Estanzuela y SRRN**

**Young, Río Negro, MAYO 2007**

**Serie Actividades de Difusión N°489**

**ISBN 978-9974-38-232-9**

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
Herbicidas sulfonilureas en cereales de invierno ..... <i>Ana Inés Carriquiry, Asesor Privado y Amalia Rios, INIA La Estanzuela</i>	1
Comunidades de malezas asociadas a los sistemas de siembra directa en Uruguay ..... <i>Amalia Rios, INIA La Estanzuela; Grisel Fernández, Facultad de Agronomía; Leonardo Collares, INIA La Estanzuela y Alejandro García, INIA La Estanzuela</i>	25
Evaluación de la susceptibilidad de raigrás espontáneo ( <i>Lolium multiflorum lam</i> ) a glifosato en sistemas de siembra directa del litoral agrícola ..... <i>Francisco A. Formoso Rios, Asesor Privado; Grisel Fernández, Facultad de Agronomía y Amalia Rios, INIA La Estanzuela</i>	33
Sorgo de Alepo ( <i>Sorghum halepense</i> ) resistente a glifosato ..... <i>Julio E. Delucchi, MONSANTO ARGENTINA S.A.I.C.</i>	59
Efecto del manejo del pastoreo sobre la dinámica poblacional de malezas de campo sucio ..... <i>Alejandro García, INIA La Estanzuela</i>	69
Ecofisiología de la cardilla ( <i>Eryngium horridum Malme</i> ) ..... <i>Víctor H. Lallana, Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de Entre Ríos</i>	79
Estrategias para el control de campo sucio ..... <i>Amalia Rios, INIA La Estanzuela</i>	107



Edición en CD-ROM

Archivo: **ad\_489** (2688 KB) Adobe Acrobat Document Fecha de creación: 22/05/07 – 120 pp.

## Ecofisiología de la cardilla (*Eryngium horridum* Malme)

Dr. Víctor H. Lallana<sup>1</sup>

### Resumen

El caraguatá, cardo, cardilla o falso caraguatá (*Eryngium horridum*) es una maleza muy abundante en los campos naturales de la provincia de Entre Ríos, Argentina y de la República Oriental del Uruguay. Es una planta herbácea, perenne, nativa, de la familia Apiaceae, muy agresiva y sus poblaciones aumentan luego de los disturbios provocados por el mal manejo de campos naturales y naturalizados destinados a la cría del ganado. Se reproduce por semillas y por rizomas. Se la encuentra formando grandes manchones, debido a su forma de multiplicación vegetativa, aunque es capaz de producir varios miles de semillas por planta. La estrategia reproductiva sexual también resulta importante en algunos casos, presentando sus semillas alto poder germinativo. Las semillas son fotoblásticas y requieren de luz para poder germinar y desbloquear la dormición. Se la encuentra ocupando una gran diversidad de hábitats desde pastizales abiertos, con pocos árboles o arbustos hasta con menor frecuencia en montes cerrados. Es maleza común en banquinas y contrabanquinas y en campos abandonados o en pasturas degradadas. Por otra parte el sobrepastoreo y la quema de rastrojos y banquinas, es decir aquellas prácticas de manejo que despejan la superficie del suelo, son condiciones que favorecen el rebrote y crecimiento de esta maleza. Como toda maleza la cardilla no solo produce pérdida en la receptividad de los campos en pastoreo por su cobertura, sino también por la extracción de nutrientes del suelo que es muy significativa respecto a la pastura. En el control de las malezas se está planteando cada vez con más fuerza la necesidad de integrar técnicas. Conocer la biología y ecología de la especie, en particular su ciclo de crecimiento y su estrategia reproductiva, es el punto de partida imprescindible para establecer una estrategia de control que contribuya a la disminución de la densidad poblacional en una maleza. En esta revisión se compilan resultados de más de 10 años de investigación en biología, ecología y control de *Eryngium horridum* llevados adelante por la cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER, haciendo énfasis en los aspectos poblacionales, en la reproducción sexual y asexual, el crecimiento y la fenología de la especie.

### Summary

**Ecophysiology of cardilla (*Eryngium horridum* Malme).** Caraguatá, cardo, cardilla or falso caraguatá (*Eryngium horridum*) is a very abundant weed in native pasturelands in the province of Entre Ríos, Argentina and in the Eastern Republic of Uruguay. It is a very aggressive, native, herbaceous and perennial plant from the Apiaceae family which populations multiply after disturbances provoked by bad management of native or naturalized pasturelands devoted to livestock raising. It reproduces by seeds or rhizomes. It is found forming big spots, due to its vegetative multiplication, though it can produce thousands of seeds per plant. Its sexual reproductive strategy is also important in some cases presenting its seeds high germinative capacity. Seeds are photoblastic and require light to germinate and unlock dormancy. It is found in great diversity of habitats from open grasslands, with a few trees or shrubs, to close woodlands less frequently. It is a common weed in shoulders and countershoulders and in abandoned grasslands or in degraded pasturelands. On the other hand, overgrazing and burning of stubbles and shoulders, i.e. those management practices that clean the soil surface, are conditions that favor this weed regrowth and growing. As any weed, cardilla not only produces loss of pastureland receptivity for its canopy but also for soil nutrient extraction that is very significant for pasture. In weed control it is being increasingly proposed the need to integrate techniques. To know the biology and ecology of the species, particularly its growing cycle and its reproductive strategy, is the starting point vital to establish a control strategy contributing to the diminution of this weed population density. This review compiles the results of over 10 years of research in *Eryngium horridum* biology, ecology and control carried out by the Department of Vegetal Physiology at the UNER Faculty of Agronomy, emphasizing on the weed population aspects, its sexual and asexual reproduction, its growing and its phenology.

---

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina. C.C. N° 24 – 3100 Paraná, Entre Ríos. Argentina. E-mail: [vlallana@ceride.gov.ar](mailto:vlallana@ceride.gov.ar)

## Introducción

El caraguatá, cardo, cardilla o falso caraguatá (*Eryngium horridum*) es una maleza muy abundante en los campos naturales de la provincia de Entre Ríos, Argentina y de la República Oriental del Uruguay. Es una especie perenne de hojas espinosas que se reproduce por semillas y por rizomas. Se la encuentra formando grandes manchones, debido a su forma de multiplicación, siendo capaz de producir en promedio 45.694 semillas por planta y/o entre 3,7 y 5,8 brotes por planta (Elizalde *et al.* 1998). Se ha registrado una alta presencia de esta maleza en pastizales abiertos, con pocos árboles o arbustos y se ha observado una baja frecuencia en montes cerrados (Sabattini *et al.* 1991). Por otra parte el sobrepastoreo y la quema de rastrojos y banquinas, es decir aquellas prácticas de manejo que despejan la superficie del suelo, son condiciones que favorecen el rebrote y crecimiento de esta maleza (Sabattini *et al.* 1989, Lallana *et al.* 1991a).

Hay numerosos estudios en sistemas silvopastoriles, sobre la interacción entre los árboles y el crecimiento de varias especies del estrato herbáceo, con particular énfasis en la competencia por luz, agua y nutrientes, con resultados a veces contradictorios, probablemente debido a las diversas condiciones bajo las cuales se realizaron los estudios (Cruz *et al.* 1999). En el caso de la cardilla no solo produce pérdida en la receptividad de los campos en pastoreo por su cobertura, sino también por la extracción de nutrientes del suelo que es muy significativa respecto a la pastura (Lallana *et al.* 1997).

La presencia de un canopeo establecido modifica el ambiente térmico y lumínico en relación a las condiciones que prevalecen en un suelo desnudo. Esta situación regula la emergencia de semillas y plántulas de *Galinsoga parviflora*, al modificarse la relación rojo/rojo lejano (R/RL) de la luz que llega a la base del canopeo (Kruk *et al.* 1997). Las semillas (frutos) de *E. horridum* son fotoblásticas (Lallana y Maidana 1992, Lallana 2005) y requieren de luz para poder germinar y desbloquear la dormición, condición esta que logran en ambientes de pastizales degradados (claros).

En el control de las malezas se está planteando cada vez con más fuerza la necesidad de integrar técnicas. García *et al.* (1997) mostraron que, en el caso del *Cynodon dactylon*, es posible detener el avance de esta especie mediante el agotamiento de las reservas a través del cambio de hábito que provoca el sombreado, estableciéndose relaciones de fitomasa aérea/fitomasa radicular, más favorables para la actividad de herbicidas sistémicos. De igual forma para *E. horridum* los resultados más alentadores se han logrado con integración de técnicas de control químico, mecánico y pastoreo (Lallana *et al.* 2004a, 2005a).

En síntesis, conocer la biología y ecología de la especie, en particular su ciclo de crecimiento y su estrategia reproductiva, es el punto de partida imprescindible para establecer una estrategia de control que contribuya a la disminución de la densidad poblacional en una maleza. En esta revisión se compilan resultados de más de 10 años de investigación en biología, ecología y control de *Eryngium horridum* llevados adelante por la cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER, haciendo énfasis en los aspectos poblacionales, formas de reproducción, crecimiento y fenología de la especie.

### 1. Descripción de la planta

*Eryngium horridum* (sinónimo *E. paniculatum*) es una planta herbácea, perenne, nativa, de la familia Apiaceae, muy agresiva y sus poblaciones aumentan luego de los disturbios provocados por el mal manejo de campos naturales y naturalizados destinados a la cría del ganado, convirtiéndose en una maleza que produce diversas pérdidas, como por ejemplo la disminución de la receptividad a consecuencia del aumento considerable de la cobertura (Sabattini *et al.* 1989, 1991a, b, Lallana *et al.* 1998; Lallana *et al.* 2000a).

Se describen 33 géneros para la familia Apiaceae, de los cuales para *Eryngium* se destaca como carácter identificador la presencia de flores en cabezuelas; corpóforo ausente; fruto con endocarpio provisto de células conteniendo drusas. El fruto cubierto con escamas o papilas y todas las flores perfectas y sésiles (Hunziker 1984). En un trabajo reciente de revisión sobre el género *Eryngium* para la República Argentina (Elizalde y Lallana 2000) se describen 19 especies mientras que en los estados del

sur de Brasil 31 y en la Flora Europea 25. Martínez (2002) describe para Argentina 29 especies de *Eryngium*, incluyendo 4 especies endémicas.

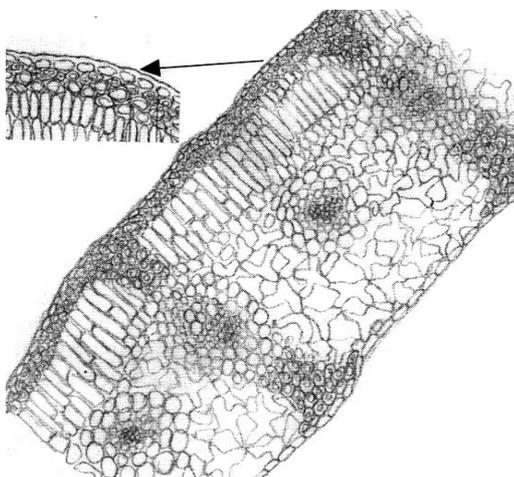
Se ha comprobado la presencia de 6 especies de *Eryngium* en la zona centro norte de Entre Ríos (Sabattini *et al.* 1991a). *E. horridum* no fue observado en suelos modificados (arados, con cultivos, montes cítricos y otros). Solo se encontró un bajo porcentaje de cobertura en las praderas implantadas (3 y 4 %), ocupando un 29 y 41 % en los campos naturales y en los renovales de la contrabanquina respectivamente, mientras que en los potreros aledaños un 39 y 18 %, respectivamente para las mismas unidades fisonómicas. Las especies de menor importancia fueron: *E. cabreræ* (22 y 5 % de cobertura para la contrabanquina y potrero aledaño respectivamente); *E. elegans* (7 y 22 %); *E. coronatum* (2 y 4 %); *E. pandanifolium* (2 y 2 %) y *E. nudicaule* (2 y 3 %).

La planta posee hojas consistentes, con espinas en sus bordes, de crecimiento arrosetado en su estado vegetativo y posteriormente emite una vara floral de hasta 2 m de altura (Figura 1).



**Figura 1.** Planta de cardilla en estado vegetativo y principios de emisión de inflorescencia

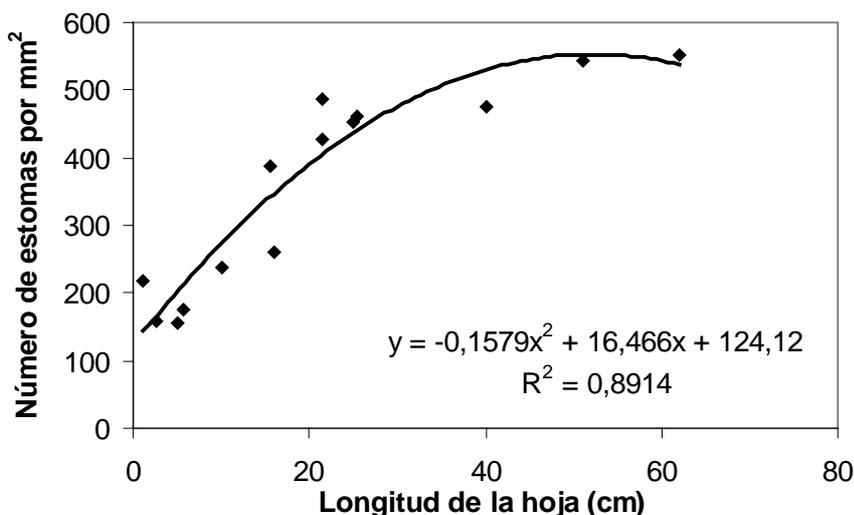
Pocas cutículas de malezas han sido caracterizadas morfológica y químicamente. En hojas de *Eryngium horridum* Malme (caraguatá) se observó una capa cuticular bien definida en la cara adaxial de hojas jóvenes así como en hojas de más edad, y aparentemente de mayor espesor que la de la cara abaxial. A continuación se observó un sólo estrato de células epidérmicas, por debajo tres o cuatro estratos de células colenquimáticas y luego dos a tres capas de células parenquimáticas en empalizada. Los haces vasculares aparecieron unidos a ambas epidermis por tejido mecánico o también libres (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema de la estructura de hoja de una planta joven de cardilla y detalle de la cutícula en la margen superior izquierda

Rodeando a cada haz vascular se observó una a dos capas de células grandes y se la reconoce como una especie con estructura de tipo metabólico C3 (Lallana *et al.* 2006).

Debido a la diversidad de efectos observados en aplicaciones de un herbicida hormonal en plantas de cardilla, se planteó como hipótesis que el espesor de la cutícula y la cantidad de estomas presentes en el haz y el envés de las hojas afectaban la penetración de los herbicidas. En razón de ello se realizó un estudio sobre densidad estomática de *E. horridum* y su variabilidad a lo largo del eje longitudinal de la hoja y entre hojas en distintos estadios de desarrollo (Lallana y Lallana 2004). Los estomas se encontraron sólo en el envés (hoja hipostomática), en un número de  $389 \pm 181$  por  $\text{mm}^2$ , que aumentó con el crecimiento de la hoja hasta la máxima expansión de ésta (40 cm), a partir de la cual pareció estabilizarse (Figura 3).



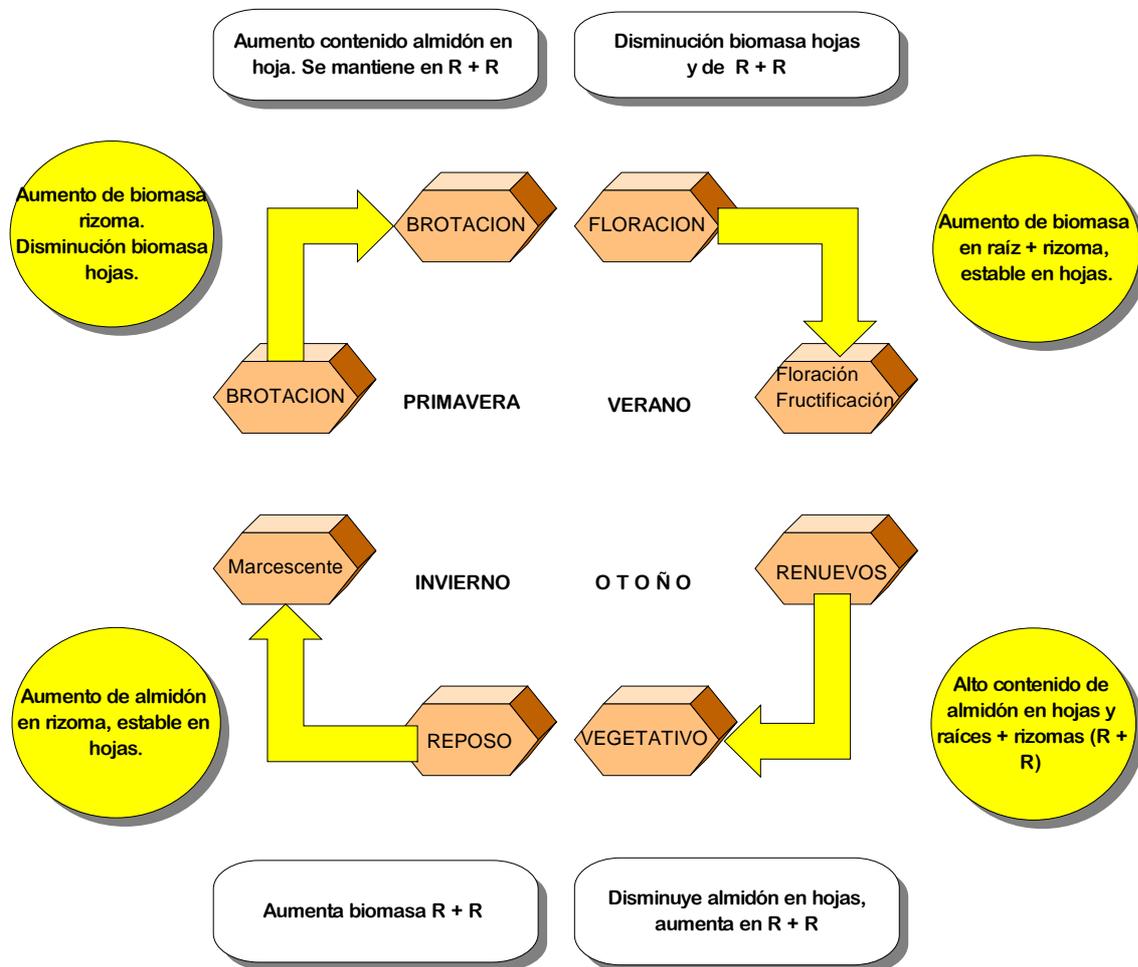
**Figura 3.** Puntos de dispersión y ecuación de ajuste del número medio de estomas (NE) por  $\text{mm}^2$  de hojas de cardilla en función de la longitud (cm).  $NE = -0,1579 X^2 + 16,466 X + 124,12$ ; siendo X la longitud de la hoja en cm.

Posteriormente se realizó un ensayo a campo para determinar la absorción diferencial de un herbicida hormonal (Tordón D30) en aplicaciones realizadas en el haz y el envés de hojas de *E. horridum*. Se determinó que en plantas de diámetro menor a 40 cm no hubo diferencias, siendo ambas aplicaciones igualmente efectivas. Pero en plantas de diámetro mayor a 40 cm se observó una absorción diferencial del herbicida, mejorando significativamente el control, en las láminas pulverizadas en el envés (Billard *et al.* 2005). Si bien se demuestra la importancia de la edad de las hojas en la penetración del herbicida, atribuida probablemente a las variaciones en la composición de las ceras de la cutícula, no se descartaría cierta relevancia de la penetración por estomas en esta especie (Lallana *et al.* 2006).

## 2. Fenología y movilización de reservas

En plantas de semilla que inician su ciclo en marzo, las plantas permanecen en estado vegetativo durante casi un año, con nuevo crecimiento aéreo (hojas) y un aumento significativo de la fracción raíz + rizoma, entre mayo y septiembre. Desde la primavera del primer año y hasta el invierno del segundo año, se registra un aumento exponencial de la biomasa de la planta. En invierno el ritmo decae y la ocurrencia de las primeras heladas determina la transformación de biomasa verde en material marcescente con una importante disminución del crecimiento aéreo. A fines de septiembre o principios de octubre comienza la producción de nuevas hojas, y las del centro de la planta toman una orientación vertical característica (Ver Figura 1) que determina la aparición de la inflorescencia hacia fines de octubre principios de noviembre. La floración-fructificación ocurre en los meses de verano produciendo la dehiscencia de frutos durante febrero-marzo.

Los estados fenológicos de la cardilla (Figura 4) se complementan con información sobre el traslado de almidón y acumulación de biomasa de las distintas partes de la planta y períodos de crecimiento (Lallana *et al.* 1996b). Se observa un importante traslado de sustancias hacia la parte aérea -floración- en el verano, reduciéndose así la brotación y el peso fresco de los rizomas; mientras que en el otoño e invierno ocurre el traslado y acumulación de sustancias de reserva en la parte subterránea.



**Figura 4.** Estados fenológicos y movilización de reservas en los rizomas y hojas de cardilla. Tomado de Elizalde *et al.* 1997 y Lallana *et al.* 1996a.

En un estudio de crecimiento (Rochi y Lallana 1996) a partir de plantas de semilla se verificó a los 306 días la emisión de brotes laterales (2 a 3 por planta) en el 50 % de los casos, lo cual indicaría una baja capacidad de rebrote al primer año de vida. Esto podría explicarse por la poca acumulación de biomasa a nivel subterráneo. Esta planta se comportaría como bianual, es decir acumularía sustancias de reservas y mantendría su estado vegetativo durante un año o más y luego emitiría la inflorescencia (Lallana *et al.* 1996b; Elizalde *et al.* 1997), siendo un poco más temprana la aparición de los brotes (Rochi y Lallana 1996). También se comprobó que el crecimiento del sistema radical (raíz y rizomas) es mayor en los meses de invierno, llegando a un máximo de  $0,50 \text{ g g}^{-1}$  en septiembre. El diámetro inicial del rizoma (6,17 mm) aumentó el 587 % a los 16 meses. La longitud media del sistema radical creció desde los 6 cm iniciales hasta los 42,4 cm en el mismo periodo.

En hojas, el contenido de almidón y fibra presentan variaciones según el estado fenológico, con valores relativamente altos de desvío estándar (Cuadro 1). En los períodos que aumentó el área foliar y la biomasa, se registró un incremento del porcentaje de almidón, el cual fluctuó desde 40 a 50-55 % en la parte subterránea (Lallana *et al.* 1996b).

**Cuadro 1.** Valores promedio y desvío estándar (DE) de 9 análisis químicos de hojas y raíz + rizoma (r + r), expresados en porcentaje de materia seca.

Componente	Hojas	DE	r + r	DE
Cenizas	8,82	1,19	22,14	3,86
Fibras	32,04	8,48	19,06	5,99
Extracto etéreo	5,83	6,82	3,81	4,01
Almidón	42,79	8,09	49,07	5,77
Proteínas	9,42	2,92	6,14	2,55

Durante los primeros ocho meses de crecimiento la acumulación de sustancias de reservas y la magnitud del sistema radical son de escasa significación, por lo cual es el momento de mayor vulnerabilidad de la planta para acciones de control.

### 3. Reproducción sexual

La posibilidad de perpetuación de una maleza depende, en parte, del ajuste entre la situación fisiológica, ubicación y requerimientos para el desarrollo de plántulas desde los diseminulos y las condiciones que el manejo del sistema les ofrece (Roberts y Stokes, 1965). Una de las características ligadas al poder invasor de las malezas es la producción abundante de semillas u otras clases de propágulos (Soriano 1965).

#### 3.1. Los frutos (semillas)

El fruto de *E. horridum* es un esquizocarpo formado por dos mericarpos cada uno de los cuales contiene una semilla. Las semillas poseen una longitud variable de 2,1 a 3,5 mm por 0,8 a 2 mm de ancho (Cabrera 1965, Kissmann y Groth 1997) presentando escamas dorsales mínimas, las inferiores vesiculosas, laterales aliformes, 4-5 libres, agudas (Cabrera 1965).

Los frutos de *E. paniculatum* son muy livianos (menos de 1 g los 1000 frutos) y poseen alas en todo su contorno, lo que les permite cierta flotación en su caída. No obstante ello, la diseminación es propinqua y la acción de los vientos no es de mucha significación ya que las semillas se dispersan en un radio de 2 a 2,5 m de la planta madre (Lallana y Elizalde 1991). La producción de frutos por planta es variable y muy importante en magnitud (más de 40.000). Si bien botánicamente son frutos, de aquí en adelante se los llamará semillas para uniformar la manera de denominarlos.



**Figura 5.** Vista en planta de la semilla de *E. horridum*, cara ventral las tres superiores y cara dorsal las tres inferiores. Cada cuadrado de la escala tiene 1 mm de lado

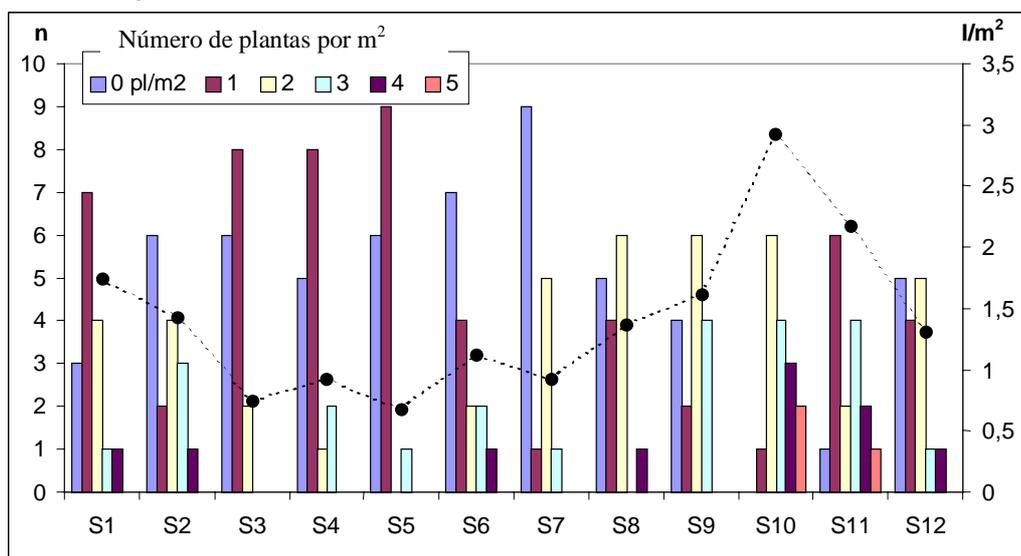
Elizalde *et al.* (2005), evaluaron la diseminación natural de *E. horridum* en relación con la distribución de las plantas y la dirección de los vientos predominantes. En una clausura (12,5 x 8,5 m) de un pastizal, se distribuyeron 34 cilindros de PVC para capturar las semillas, en tresbolillo equidistantes a 1 m. La máxima caída de semillas ocurrió a mediados de febrero (9.098 semillas/m<sup>2</sup>) y al final de la primera semana de marzo (6.570 semillas/m<sup>2</sup>), luego los valores decaen hacia fines de marzo principios de abril oscilando entre 244 y 33 semillas/m<sup>2</sup>. Estos autores estimaron la producción de semilla por planta en 90.000 y con una densidad promedio de 2 plantas con inflorescencia/m<sup>2</sup>, lograron capturar un 18 % de la lluvia total de semillas en los cilindros en los 4 meses de diseminación natural de la especie. Se comprobó que la diseminación de *E. horridum* estuvo asociada a la dirección de los vientos predominantes y no a la densidad o altura de las inflorescencias, ni a la distribución de las plantas.

En un muestreo de 12 sitios de la Provincia de Entre Ríos se determinó la producción potencial de semillas por planta que varió según las procedencias entre 15.377 y 43.451, y el número de semillas por capítulo varió entre 167 y 223 (Lallana 2005). Los valores hallados en este estudio son similares a los encontrados en Uruguay por Campora (1985): 180 a 205 y los citados por Elizalde *et al.* (1998): 132 a 164.

Las semillas están cubiertas por escamas o papilas foliosas (Figura 5). Las dimensiones externas medidas en la cara ventral - parte plana de la semilla - son  $1,83 \pm 0,31$  mm de longitud y  $0,87 \pm 0,19$  mm de latitud (n=22). El peso promedio de 1000 semillas es de  $1,013 \pm 0,085$  g evaluado en 12 sitios de la Provincia de Entre Ríos (Lallana 2005). Otros autores han hallado variaciones entre 0,578 y 1,075 g y aún valores inferiores (0,436 g -febrero 1996) atribuibles a las condiciones de sequía imperantes durante el llenado de las semillas (Elizalde *et al.* 1998).

### 3.2. Distribución de plantas en floración-fructificación

La distribución de las plantas en floración / fructificación en un área de muestreo de 16 m<sup>2</sup> permitió comprobar que la distribución de las plantas no fue uniforme (Lallana, 2005) a pesar de los altos valores de densidad de plantas por ha (26.000 a 140.000). En muchos cuadros de 1 m<sup>2</sup> no hubo plantas en estado de fructificación, variando notablemente entre los 12 sitios al igual que el número de plantas por cuadro (Figura 6).



**Figura 6.** Frecuencias absolutas (n) del número de plantas por m<sup>2</sup> registradas en los 16 m<sup>2</sup> de la cuadrícula de muestreo a campo para cada sitio y valor promedio del número de inflorescencias por m<sup>2</sup> (l/m<sup>2</sup>) –línea de puntos-.

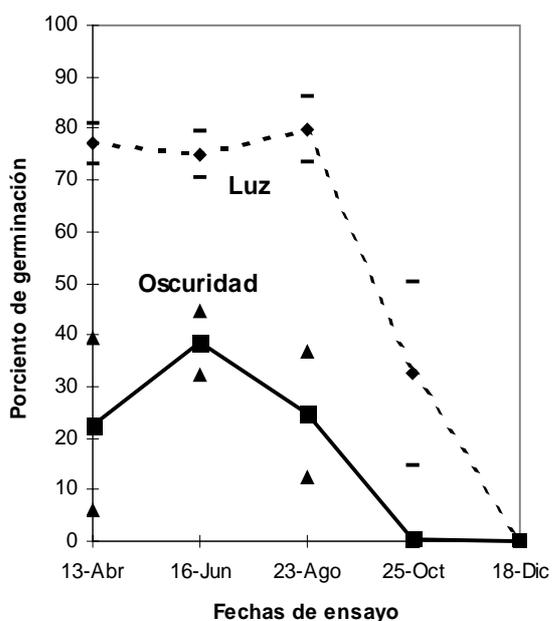
Las mayores frecuencias se dieron para casos de una y dos plantas por m<sup>2</sup> (Figura 6). En tres sitios (S10, S11 y S12) estuvieron representadas todas las categorías (una a cinco plantas/m<sup>2</sup>), concordantes con la mayor densidad de individuos por ha (mayor a 50.000 plantas).

A través de este estudio (Lallana 2005) se demostró que la distribución de las inflorescencias de *E. horridum* en los 12 sitios de muestreo presentó un patrón de distribución agregado verificándose que para superficies de 2, 4, 8 y 16 m<sup>2</sup> el cociente variancia /media fue mayor a 1 (Matteucci y Colma 1982). Igual consideración corresponde para el total de plantas (vegetativa + fructificación).

### 3.3. Germinación

Los ensayos de germinación para esta especie no están establecidos en las reglas de análisis de semillas de la International Seed Testing Association (ISTA 1996). De los 33 géneros de la familia Apiaceae (Hunziker 1984), sólo tres de interés comercial están citados en las Reglas ISTA (1996) que recomiendan alternancia de temperatura (20-30 °C) y sustrato sobre o entre papel para los ensayos de germinación.

Los antecedentes sobre germinación de semillas de malezas son abundantes en la bibliografía (Andersen 1968, Grime 1979, Baskin y Baskin 1998), no obstante no se hallaron referencias sobre *E. horridum*. Experiencias previas (Lallana y Maidana 1992, Maidana y Lallana 1992) establecieron que el mejor sustrato para la germinación de esta especie es el papel y la condición más favorable para superar la dormición de las semillas resultó ser la combinación del factor luz con alternancia de temperatura (8 h de fotoperíodo a 30 °C y 16 h a 20 °C).

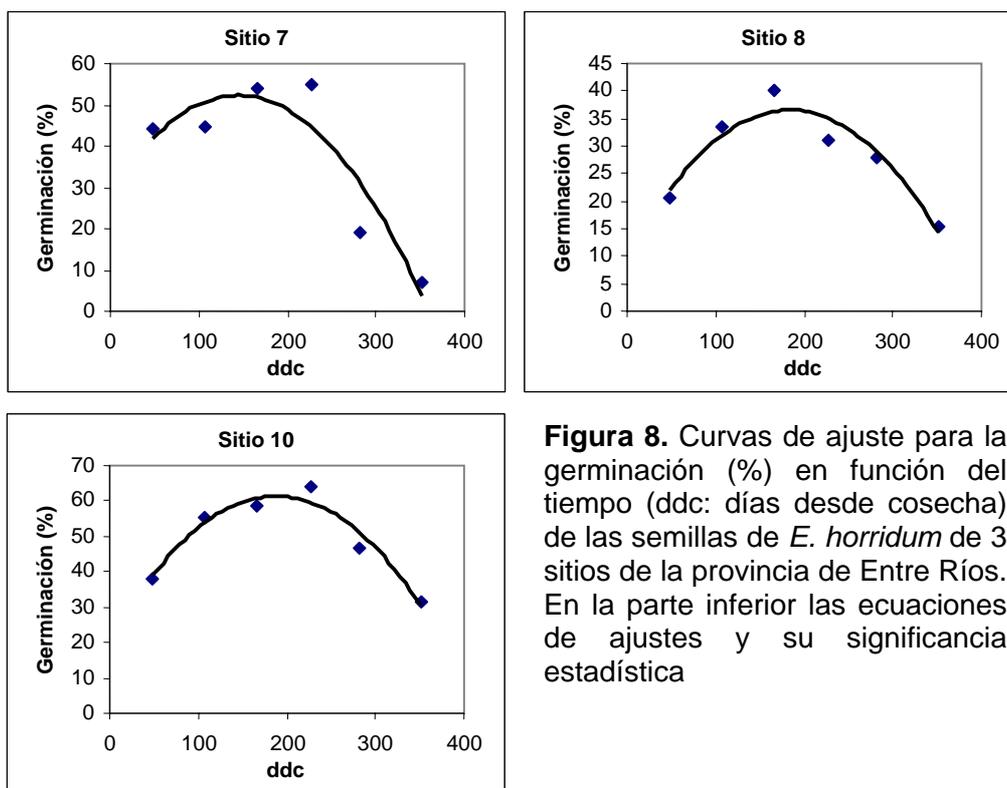


**Figura 7.** Poder germinativo en por ciento de *E. horridum* para los distintos tratamientos (fechas) y subtratamientos (luz y oscuridad).

Maidana y Lallana (1992) hallaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los subtratamientos de luz y oscuridad en las tres primeras fechas, luego esas diferencias se hicieron menos notables hasta desaparecer en la última fecha ensayada (Figura 7). El análisis de regresión entre los porcentajes de germinación de cada subtratamiento y los días calendario transcurridos desde el inicio del ensayo hasta la última observación (280 días), mostraron una alta correlación negativa con un  $r = -0,837$  para luz y  $r = -0,817$  para oscuridad. El porcentaje de germinación de los frutos almacenados de *E. horridum* decayó a cero a los nueve meses. En esta experiencia los autores demuestran también la necesidad de luz para una mejor germinación de la especie.

Lallana (2005) realizó una serie de ensayos de germinación secuenciados en el tiempo sobre lotes de semillas de 12 sitios de la provincia de Entre Ríos hallando que existieron diferencias significativas entre sitios dentro de cada fecha de análisis con variaciones de 29 al 64 % de germinación según los sitios. En dos sitios se presentaron valores máximos de 70 y 84 % de germinación. Estas diferencias se mantuvieron en el tiempo para la mayoría de los sitios al igual que la tendencia a aumentar la germinación en los meses de invierno, es decir entre los 100 y 200 días desde cosecha, luego las semillas de todos los sitios disminuyeron significativamente los porcentajes de germinación.

Esta tendencia observada (Figura 8.) permitió ajustar ecuaciones de 1 y 2do. orden para tratar de explicar el comportamiento temporal de cada sitio comprobando que la mayoría de los sitios ajustó a una ecuación cuadrática.



**Figura 8.** Curvas de ajuste para la germinación (%) en función del tiempo (ddc: días desde cosecha) de las semillas de *E. horridum* de 3 sitios de la provincia de Entre Ríos. En la parte inferior las ecuaciones de ajustes y su significancia estadística

Sitio	Ecuación	r <sup>2</sup>	R	Significación
7	$y = -0,0011 X^2 + 0,3255 X + 28,842$	0,8415	0,917	**
8	$y = -0,0008 X^2 + 0,2888 X + 10,052$	0,9079	0,952	**
10	$y = -0,0012 X^2 + 0,4335 X + 20,696$	0,9375	0,987	**

\*\* altamente significativo (P<0.01)

Estos resultados indicarían que las semillas almacenadas en condiciones de laboratorio durante los primeros 150 a 200 días mostraron un aumento en la germinación respecto a los valores iniciales, lo cual podría interpretarse como una superación paulatina de la dormición. Luego las semillas de todos los sitios presentaron una clara tendencia a la disminución con valores finales inferiores a los iniciales (Figura 8).

### 3.4. Viabilidad

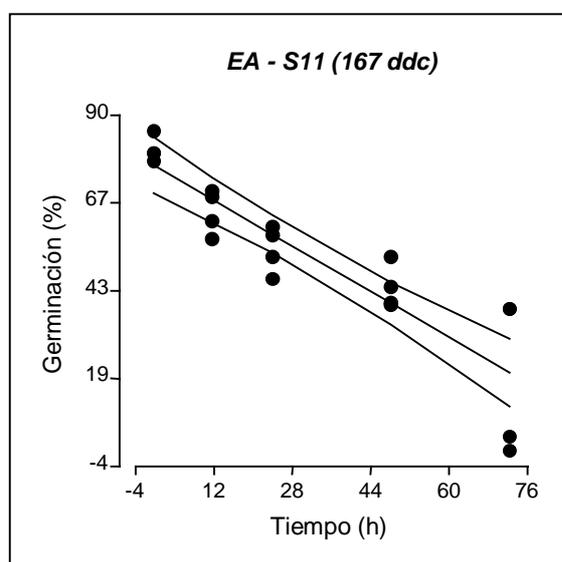
La viabilidad de las semillas es relativamente corta, decayendo a cero de germinación a los 9 meses de almacenada (Figura 7), según un ensayo realizado con semillas colectadas en el Departamento Paraná (Maidana y Lallana 1992). No obstante, se han detectado mayores períodos de longevidad de las semillas almacenadas (352 días) y si las semillas son conservadas en frío (4 °C) pueden mantener la viabilidad hasta los 17 meses de cosechadas (Lallana 2005), manteniendo la germinación en su máxima expresión, comparada con el momento de máximo desbloqueo de la germinación (166 ddc) de semillas almacenadas a temperatura ambiente.

### 3.5. Envejecimiento acelerado

Las pruebas para determinar vigor incluyen aquellas que evalúan directa o indirectamente el "estado actual" de las semillas relacionado con las condiciones de almacenamiento o de siembra, como así también aquellas que procuran verificar la respuesta de las semillas a condiciones de estrés (Marcos

Filho 1999). La prueba de envejecimiento acelerado (EA), que evalúa el comportamiento de las semillas sometidas a temperatura y humedad elevadas, fue desarrollada por Delouche (1965), en lotes de semillas de trébol y festuca. Helmer *et al.* (1962), en trébol encontraron una alta relación de respuesta entre la prueba de envejecimiento acelerado, el vigor y la emergencia de plántulas a campo. Esta prueba es utilizada como un indicador del vigor de las semillas en un amplio rango de especies. Los tiempos utilizados para semillas de interés comercial varían entre 48 y 144 h según las especies (Hampton y Tekrony 1995), no existiendo referencias para el caso de *E. horridum*.

Lallana (2005) realizó la puesta a punto de esta técnica para semillas de *E. horridum* trabajando con un lote de semillas de alto poder germinativo ensayando tiempos de exposición de 0, 12, 24, 48 y 72 h en cámara húmeda, a 40 °C y posterior ensayos de germinación. Los resultados (Figura 9) permitieron comprobar una alta y significativa correlación ( $r=0,90$ ) entre la disminución del porcentaje de germinación y el aumento del tiempo de exposición a EA, ajustando los valores a una recta de regresión con pendiente negativa ( $y=76,8685 - 0,7778 X$ ,  $r^2= 0,81$ ). Se observó que a medida que aumentó el tiempo de exposición existió más variación entre las repeticiones (Figura 9). Estos resultados indican que la semilla de *E. horridum* es muy sensible a pruebas de vigor, lo cual estaría relacionado con los finos tegumentos que presenta la semilla y su deterioro en función del tiempo, explicando en parte su corta viabilidad a campo.



**Figura 9.** Prueba de envejecimiento acelerado (EA) a distintos tiempos de exposición en cámara húmeda y su relación con la prueba de germinación. Se indica el límite de confianza (95 %) de los valores predichos para la recta de ajuste. S11: Sitio 11 a los 167 días desde cosecha.

#### 4. Reproducción asexual

Uno de los problemas en el control de especies perennes con desarrollo de rizomas es que las poblaciones presentan simultáneamente individuos de distinta edad cronológica. Esta situación dificulta el control porque los herbicidas sistémicos no siempre alcanzan a todo el rizoma. Por otro lado en plantas de semillas hemos podido comprobar que durante los primeros 8 meses de crecimiento la acumulación de sustancias de reservas y el tamaño del sistema radical son de escasa magnitud (Lallana *et al.* 1996), lo cual sería la condición óptima para el control de esta especie.

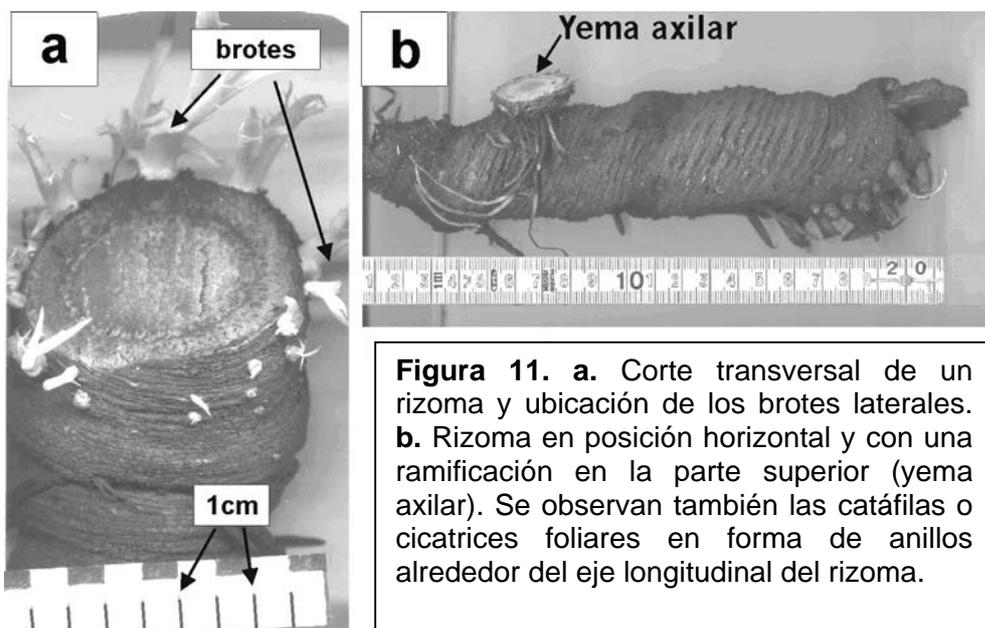
La estructura subterránea de las plantas de *E. horridum* se caracteriza por la presencia de un potente rizoma de dimensiones variables de 1,5 a 4,0 cm de diámetro y 1,5 a 12,9 cm de longitud. De la parte media inferior se desarrollan raíces primarias (Figura 10), gruesas (4 a 5 mm) con una exodermis de consistencia coriácea de color pardo claro a oscuro. Las raíces primarias de una planta adulta pueden alcanzar normalmente 50 a 60 cm de longitud en el perfil del suelo (Figura 10).



**Figura 10.** Rizoma de *E. horridum* con el sistema de raíces primarias desarrollado. En la foto inferior se muestra el desarrollo del sistema radical en el perfil del suelo.

#### 4.1. Rizomas, estructura botánica

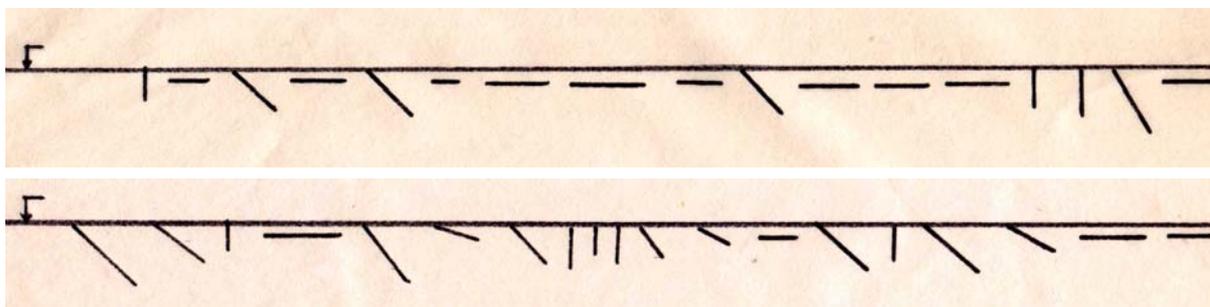
Desde el punto de vista botánico el rizoma de *E. horridum* se lo define como un *pleiocormo* de crecimiento definido, ya que la *yema apical* o *terminal* florece y muere, secándose toda la planta y emergiendo simultáneamente dos o tres nuevos individuos de las *yemas laterales* del rizoma. La yema apical posee *dominancia apical*, demostrada en experiencias de brotación en condiciones controladas (Lallana *et al.* 2004b). Algunos rizomas poseen 2 o hasta 3 *yemas axilares* de buen desarrollo unidas al rizoma principal (Figura 11), cuyos ápices dan hojas y florecen comportándose como plantas independientes.



**Figura 11. a.** Corte transversal de un rizoma y ubicación de los brotes laterales. **b.** Rizoma en posición horizontal y con una ramificación en la parte superior (yema axilar). Se observan también las catáfilas o cicatrices foliares en forma de anillos alrededor del eje longitudinal del rizoma.

#### 4.2. Distribución en el perfil del suelo, profundidad

La distribución de los rizomas en el perfil del suelo con respecto al horizonte es variada según las muestras (Figura 12), un 41,2 % se encontraron en posición horizontal, un 23,3 % en posición vertical y un 35,3 % en posición oblicua a 45°. En todos los casos el cuerpo principal del rizoma se ubica en los primeros 10 a 15 cm de suelo (Lallana *et al.* 2003).



**Figura 12.** Distribución relativa de rizomas de cardilla en el perfil del suelo en dos transectas de 15 m de longitud.

Con el fin de determinar la profundidad y distribución de raíces y rizomas de “caraguatá” se escogió un área representativa en una población de esta especie y se realizó una excavación (calicata) de 1,6 m x 0,7 m y 1m de profundidad, en forma transversal a un grupo de plantas cuidando que la pared quede al sol para facilitar la observación, el secado del perfil, la limpieza de las raíces y la mejor visualización del sistema radical. Se midió el diámetro y altura de las plantas, la longitud y diámetro de los rizomas, y se documentó fotográficamente. Los resultados registraron en valores promedios una altura de 25 cm y 48 cm de diámetro (Lallana *et al.* 2002b), los rizomas presentaron una profundidad de exploración de 7 cm y una longitud media de 8 cm, las raíces exploraron una profundidad de 41 cm, con un desvío estándar muy bajo lo cual estaría marcando un dato recurrente (Cuadro 2).

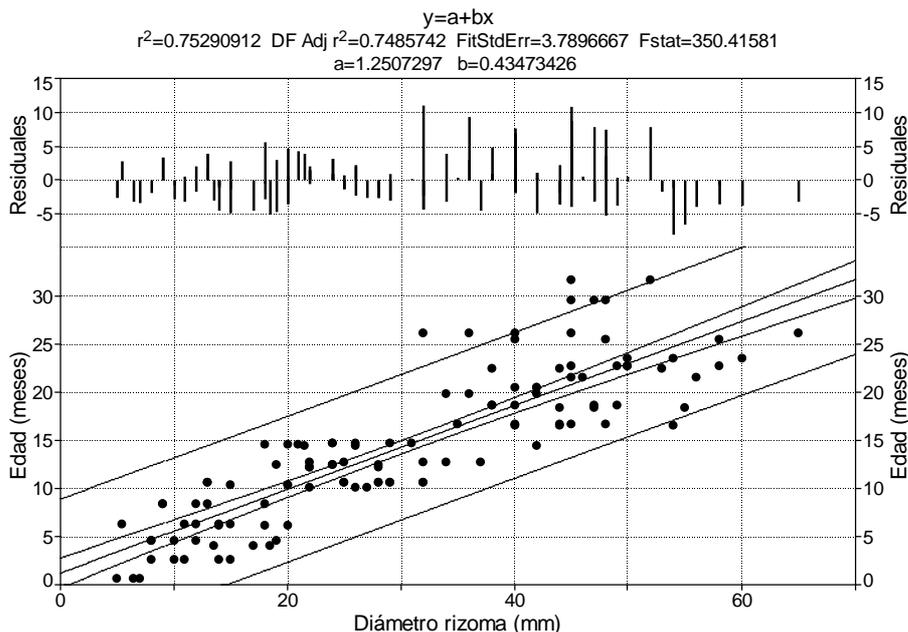
**Cuadro 2.** Altura y diámetro de las plantas, longitud y profundidad de rizomas y profundidad de exploración de las raíces de cardilla en una calicata.

Planta N°	Planta		Sistema radical		
	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Profundidad (cm)	raíces Profundidad (cm)
1	8	26	5	8	40
2	25	50	12	9	43
3	30	48	8	5	50
4	26	60	6	4	35
5	30	50	12.5	10	40
6	28	56	9	5.5	40
<b>Promedios</b>	25	48	8	7	41
<b>D.E.</b>	8.3	11.8	2.7	2.6	5

#### 4.3. Relación biométrica

En situaciones de campo para medir la efectividad de medidas de control (químico o mecánico) es necesario conocer la estructura poblacional y edad de los individuos. Como esta planta, luego del año de establecida comienza a desarrollar un potente rizoma, se consideró factible estimar la edad de la planta a partir de datos biométricos del sistema radical en plantas de semillas cultivadas en condiciones semiexperimentales. Partiendo de la información de 5 ensayos discontinuos en el tiempo, midiéndose el crecimiento de la cardilla desde el estado de plántula hasta períodos de 3 años de edad, se logró reunir un conjunto de 117 datos de longitud, diámetro y biomasa de rizomas y edad cronológica de las plantas en meses (Lallana *et al.* 2005). Para establecer la edad cronológica de los rizomas, el mejor ajuste se obtuvo entre el diámetro del rizoma y la edad de la planta en meses con un  $r = 0,867$ , altamente

significativo. Los valores de los residuales no presentaron una desviación importante, si bien se observó una mayor dispersión a medida que aumentaba el diámetro de los rizomas, particularmente el rango entre 30 y 50 mm (Figura 13).



**Figura 13.** Puntos de dispersión, recta de regresión y ecuación de ajuste de la edad (meses) de rizomas de "caraguatá" en función del diámetro (mm) de los rizomas. Las líneas a ambos lados de la recta indican el límite de confianza (95%) e intervalo de predicción (95%) la más externa

La ecuación de cálculo resultante fue: Edad (meses) rizoma = 1,25072 + 0.43473 \* Diámetro (mm) del rizoma. La ecuación de cálculo permite inferir en forma rápida y confiable la composición de edades de una población natural.

#### 4.4. Brotación y viabilidad

La probabilidad de que las yemas se desarrollen y den origen a una planta, aumenta con el tamaño del rizoma, Fernández y Brededan (1972). Por otra parte la variación en la brotación de rizomas y raíces, podría relacionarse a un cambio estacional en el transporte de fotoasimilados y en la reserva de carbohidratos almacenados, además de cambios en los niveles hormonales (op. cit.). El índice de vigor resultó mayor en rizomas enteros más pequeños (diámetro mayor a 2,5 cm), que en rizomas cortados (diámetro promedio 4 cm), Lallana *et al.* (2000), lo que podría atribuirse a la presencia de tejidos más jóvenes en los primeros. Los rizomas enteros, fueron de menor diámetro y longitud que los cortados y por lo tanto menor edad.

Se han realizado experiencias preliminares (Lallana *et al.* 2003) para determinar los puntos activos de crecimiento de los rizomas. Para ello se cortaron longitudinalmente y se los colocó en solución de sal de tetrazolio (0,1 y 0,5%). Como resultado se visualizaron las zonas vivas teñidas de rojo claro y otras de color rojo suave (Figura 14) dependiendo de los tiempos de exposición (2 a 3 horas).



**Figura 14.** Corte longitudinal y transversal de rizomas de *E. horridum* con 2 horas de tinción en sal de tetrazolio al 0,5 %. Las zonas vivas o activas metabólicamente se observan en color rojo claro en toda la periferia

Lallana *et al.* (2004), realizaron un estudio para analizar la variación de la actividad de yemas de rizomas de *E. horridum* y evaluar los efectos del corte y de la edad de los rizomas sobre la brotación de las yemas. La brotación se estudió sobre muestras de rizomas tomadas periódicamente en 1 m<sup>2</sup>, durante un año. Los rizomas fueron caracterizados por peso fresco, longitud y diámetro, se mantuvieron enteros o fueron cortados según su longitud e incubados en cámara de crecimiento a 25 °C. Semanalmente se registró el número de brotes y la longitud de los mismos. Se calculó, además, un índice de eficiencia de brotación del rizoma, como cociente entre el número de brotes y el peso fresco del rizoma.

A fin de verificar la influencia de las principales variables que caracterizan el crecimiento de los rizomas sobre la brotación de los mismos, se efectuó un análisis de regresión múltiple entre el número de brotes por rizoma como variable dependiente (n = 105) y el peso fresco (g), la longitud (cm) y el diámetro del rizoma (cm) como variables independientes, utilizando el programa Infostat (UNC. FCA. GRUPO INFOSTAT, 2002).

La densidad media de rizomas fue de 13,4 m<sup>-2</sup>. El corte transversal de rizomas aumentó en promedio 3,5 veces la brotación de los mismos (Lallana *et al.* 2004). El número de brotes por unidad de masa de rizoma resultó mayor en promedio en los rizomas enteros que en los cortados. Los rizomas enteros, fueron de menor diámetro, longitud y edad que los cortados con un promedio de 10,6 ± 6,7 y 37,3 ± 17,8 brotes por rizoma, respectivamente (Cuadro 3).

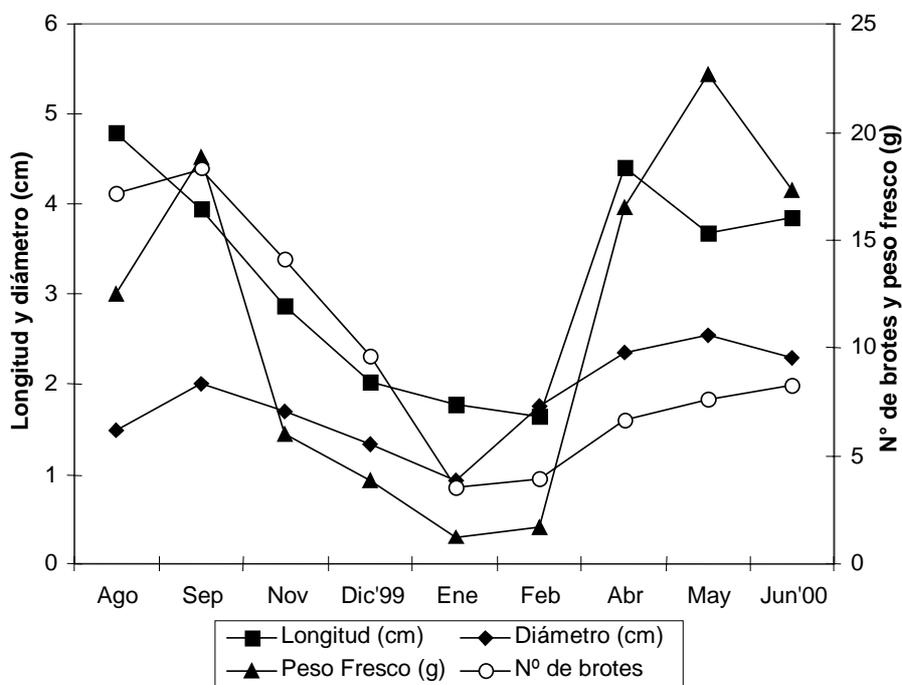
**Cuadro 3.** Número de brotes, peso fresco, índice de brotación, longitud y diámetro de rizomas de *E. horridum*. Valores promedios, desvío estándar y rangos, entre paréntesis.

	Número de brotes	Peso fresco (g)	Índice de brotación (Nº brotes/PF)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
<b>Enteros (n = 9)</b>	10,6 ± 6,7 (1 - 49)	12,3 ± 8,9 (0,2 - 102,1)	3,8 ± 4,6 (0,06 - 27,5)	3,4 ± 1,3 (1 - 11,3)	1,9 ± 0,7 (0,5 - 5,3)
<b>Cortados (n = 8)</b>	37,3 ± 17,8 (5 - 79)	91,6 ± 61 (3,2 - 277,2)	0,6 ± 0,6 (0,24 - 4,38)	9 ± 3,2 (2 - 15,5)	3,9 ± 0,9 (1,4 - 5,3)

En cuanto a la morfología de rizomas, se observó que los menores a 2,5 cm de longitud no produjeron brotes. Esto coincidiría con lo expresado por Kigel y Koller (1985), quienes observaron que el crecimiento de cada yema individual puede ser fuertemente modificado por la longitud del segmento donde está situada, es decir, el número de nudos por unidad de longitud. En los rizomas cortados de *E.*

*horridum*, los cortes longitudinales y transversales al eje de crecimiento, mostraron que la brotación ocurría siempre desde la zona más externa (corteza), nunca desde los tejidos internos del rizoma. En los rizomas cortados transversalmente en más de dos secciones, los brotes nuevos se ubicaron siempre en mayor cantidad en la zona proximal, y cerca del o los cortes (Figura 11. a). El resto de los brotes emergieron siempre entre las catáfilas del rizoma. El número de brotes disminuyó notablemente desde el cuello hacia el extremo distal. En algunos casos, también se observaron brotes en la zona media del rizoma que aparecieron más tarde que los cercanos al ápice, en los rizomas enteros.

La longitud, el diámetro, el peso fresco y el número de brotes por rizoma tuvieron un comportamiento similar a lo largo del año (Figura 15). El número de brotes por rizoma presentó un valor alto desde agosto a noviembre, descendiendo en los meses de verano, para luego aumentar nuevamente. En los meses de marzo a junio se registró un aumento significativo de la longitud y el peso fresco de rizoma (Figura 15). Esto coincide con las etapas fenológicas descritas para esta especie (Lallana *et al.* 1996), en la que se produce un importante traslado de sustancias de reserva hacia la parte aérea durante la floración, en el verano, reduciéndose la brotación y el peso fresco de los rizomas. Posteriormente en otoño e invierno, ocurre el traslado y acumulación de sustancias de reserva en la parte subterránea. Si bien no se puede considerar que en el verano hubo dormición de yemas de rizoma ya que hubo brotación, sí mostró una menor actividad, relacionada con un cambio estacional en el transporte de fotoasimilados y en la reserva de carbohidratos almacenados (Fernández y Brevedan 1972, Hernández 1991, Kigel y Koller 1985, Lallana *et al.* 1996b).



**Figura 15.** Evolución temporal del número de brotes, peso fresco (g), diámetro (cm) y longitud (cm) promedio de rizomas enteros de *E. horridum*

El número de brotes correlacionó significativamente ( $r = 33,62$ ,  $p < 0,05$ ) con la longitud del rizoma ajustando al modelo lineal:  $\text{Número de brotes} = 3,35 + 1,93 * \text{Longitud (cm)}$  del rizoma.

#### 4.5. Crecimiento

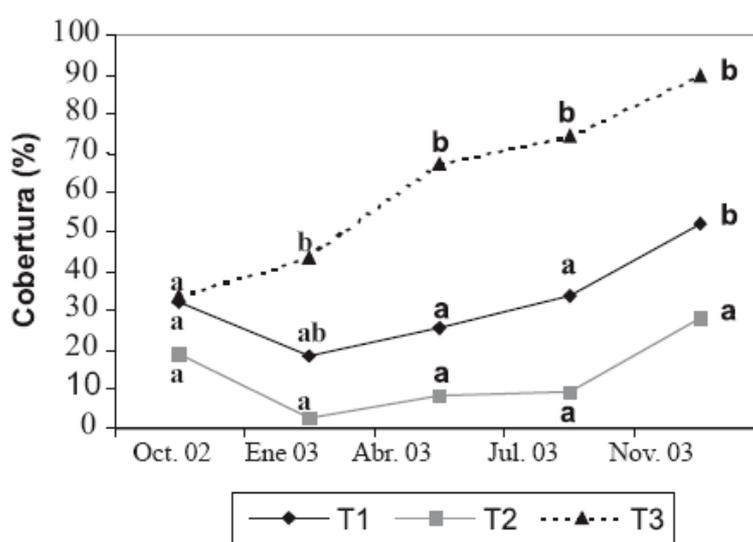
Se ha comprobado que el crecimiento del sistema radical es mayor en los meses de invierno alcanzando un máximo en septiembre de  $0,50 \text{ g g}^{-1}$ . El diámetro medio inicial del rizoma ( $6,17 \text{ mm}$ ) aumentó el 587 % en 16 meses de crecimiento, y la longitud media de raíces lo hizo desde los 6 cm iniciales hasta los 42,4 cm (Lallana *et al.* 1996b). Estos resultados demuestran la capacidad de crecimiento del sistema subterráneo de esta maleza.

Los resultados de la capacidad de rebrote de los rizomas de *E. horridum* indican una alta tasa de propagación vegetativa de rizomas enteros y/o cortados, hecho que debe tenerse en cuenta en la aplicación de medidas de control con herbicidas sistémicos y/o con medios mecánicos, ya que al romper la yema apical, se rompe la dominancia de la yema e induce rápidamente la brotación. La actividad de las yemas de rizomas de *E. horridum* varía estacionalmente, disminuyendo durante el estadio reproductivo en verano, lo cual se atribuyó a un cambio en el transporte de fotoasimilados en favor de la floración.

De acuerdo a estos resultados el número de brotes correlacionó significativamente con la longitud del rizoma, por lo cual esta variable -edad cronológica de los rizomas- debe tenerse en cuenta también en las medidas de control. En un campo medianamente infestado con cardilla encontramos un promedio de 13,4 rizomas por m<sup>2</sup> en los primeros 15 cm de suelo.

En un trabajo reciente de control mecánico con rastra tipo rome (Lallana *et al.* 2005) para evaluar el efecto de la ruptura de rizomas con una y dos pasadas, se halló que la respuesta varía con la oportunidad del control. Si se realiza en otoño una pasada de rastra tipo rome es suficiente para lograr una disminución del 70% en la biomasa de los rizomas respecto al testigo, pero la misma labor realizada en primavera produce una disminución de 18% no significativa respecto al testigo. En este caso se necesitaría realizar dos pasadas para obtener un 76 y 86% de reducción de la biomasa de los rizomas en otoño y primavera respectivamente. Pero debe observarse que las labores culturales de control mecánico en primavera resultaron desventajosas en cuanto a cobertura y biomasa de otras malezas, por lo cual sería más apropiado el control mecánico mediante una pasada de rastra rome en otoño. Esto permitiría un relativo control de la biomasa aérea y subterránea de la cardilla, si bien no se lograría recuperar el pastizal a su condición original, en el período evaluado (1 año).

En el ensayo de primavera se observó que el control mecánico provocó la desaparición de gran parte del número inicial de plantas de *E. horridum* (Lallana *et al.*, 2005), las que fueron reemplazadas en el tiempo por plantas pequeñas originadas de la brotación de los rizomas o trozos de ellos que sobrevivieron a la labor mecánica (una o dos pasadas de rastra rome), provocando un aumento en la densidad de plantas de pequeño tamaño hacia el final del año. La cobertura de plantas de cardilla evolucionó en forma distinta según los tratamientos, presentando diferencias significativas entre los tratamientos T1 (una pasada) y T2 (dos pasadas) respecto al testigo (T3) (Figura 16).



**Figura 16.** Evolución de la cobertura (%) de *E. horridum*, en cinco fechas de muestreo. Ensayo de primavera. Letras distintas en cada fecha indican diferencias significativas según prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). T1: una pasada de rastra excéntrica, T2: dos pasadas de rastra y T3: Testigo.

Estos resultados permitieron comprobar la efectividad de los tratamientos de control mecánico tanto en otoño como en primavera. El tratamiento de una pasada en otoño resultaría ser más apropiado,

no sólo por la mayor economía, sino y especialmente por provocar el menor disturbio y por lo tanto menor enmalezamiento.

En distintos ensayos de manejo, control químico, mecánico y control integrado se han obtenido resultados (Lallana *et al.* 1998, 2004a, 2005a) promisorios en el primer año, con la aplicación de picloram + 2,4 D (Tordon D 30), pero sin lograr un efecto definitivo o perdurable en el tiempo. Ensayos efectuados por Carámbula *et al.* (1995), mostraron resultados similares con herbicidas hormonales del tipo 2,4 D, picloram y glifosato, en plantas jóvenes, mientras que en adultas, los efectos fueron inicialmente aceptables, pero luego se recuperaron sin problema. Es evidente que con los productos y dosis utilizados y la eficiencia de aplicación logradas, no se afectan los rizomas.

## 5. Crecimiento poblacional

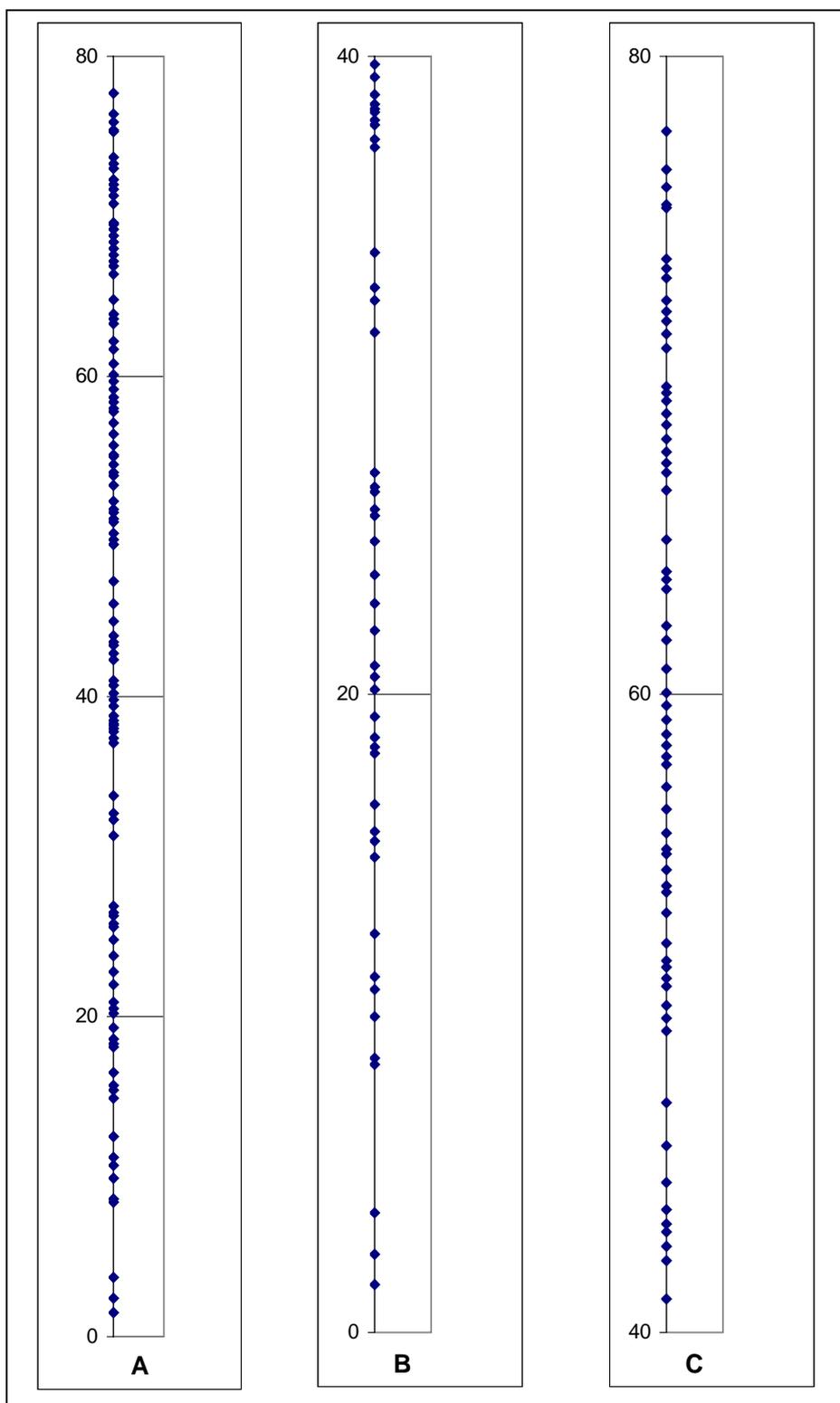
### 5.1. Distribución de la población

La distribución de *E. horridum* en la provincia de Entre Ríos ha sido evaluada en detalle (Sabattini *et al.* 1991 a) para la zona centro norte, si bien existen otros antecedentes de estudios poblacionales en los Departamentos Tala (Sabattini *et al.* 1991b, Lallana *et al.* 1997), La Paz (Lallana *et al.* 1998; Lallana *et al.* 2002a) y Paraná (Rupp 1993, Rochi 1999, Lallana y Elizalde 1991, Lallana *et al.* 1991a). En los trabajos mencionados "up supra", se destaca la importancia de esta especie como maleza de los campos naturales y praderas implantadas, registrando variaciones de los atributos poblacionales en función de los hábitats y tipo de manejo.

La provincia de Entre Ríos se encuentra ubicada dentro de los climas de dominio Atlántico, caracterizado por dos regiones climáticas: una de clima templado húmedo que comprende el área centro - sur de la provincia y otra de clima subtropical húmedo que abarca una pequeña franja al norte (Rojas y Saluso 1989). La temperatura media anual decrece conforme al aumento de la latitud siendo enero el mes de mayor temperatura media (25 °C) y julio el mes de temperatura media menor (12 °C). Las precipitaciones oscilan entre 900 mm y 1200 mm, disminuyendo estos valores de norte a sur y de este a oeste, siendo la época de mayores precipitaciones de octubre a abril (73 %). Los déficit hídricos ocurren en los meses de diciembre, enero y febrero.

Lallana (2005) estudió la distribución espacial y poblacional de *E. horridum* en la provincia de Entre Ríos, relevando 12 sitios con distintas situaciones, la mayoría separados a una distancia mayor a 100 km uno de otro. La densidad de plantas de cardilla fue muy variable según los sitios con un rango de 26.250 a 140.000 plantas por ha, al igual que los porcentajes de floración de las poblaciones (12,5 a 57,3 %). La densidad de inflorescencias por metro cuadrado varió entre 0,68 y 2,93. Los sitios con pastura natural implantada presentaron los valores más bajos, mientras que los pastizales naturales y banquinas presentaron los más altos (1,63 a 2,93). En general se observó un diámetro medio mayor en las plantas florecidas respecto a las que se encontraban en estado vegetativo. La altura media de las inflorescencias varió entre 0,85 y 1,75 m según los sitios, correspondiendo los valores más bajos a situaciones con pastura implantada.

Estudios previos (Lallana *et al.* 1989, Sabattini *et al.*, 1991b, Lallana *et al.* 1996c; y Lallana *et al.* 2002b) han demostrado que la distribución espacial de la especie, en transectas de más de 100 m de longitud, es amontonada o agrupada. En efecto, a medida que aumentó el tamaño de la muestra (largo de transecta) se produjo un aumento en la magnitud del patrón de agregación verificado a través del cociente variancia / media (Matteucci y Colma 1982). Lallana (2005) a través de un estudio estadístico demostró la distribución agregada de las plantas en el terreno tanto para las que estaban en floración como para el total de plantas. Este patrón indica que la población crece en "manchones" o grupos densos de plantas alrededor de un núcleo de plantas madres. La Fig. 17. muestra la distribución de plantas en una transecta de 80 m de longitud (dividida en dos transectas de 40 m) donde se observa claramente el patrón agregado.



**Figura 17.** Distribución de plantas (rombos sobre la línea) en la transecta diagonal. **A)** transecta total (80m); **B)** el sector de los primeros 40 m y **C)** el segundo tramo de los 40 m hasta los 80 m. En **B** y **C** se cambió la escala gráfica con el fin de visualizar mejor la distribución de las plantas. Densidad 59.580 plantas/ha en un lote de pastizal natural en la localidad de Aranguren, Dpto. Nogoyá, Entre Ríos.

Con el fin de determinar el área mínima de muestreo se partió de un área de 0,25 m<sup>2</sup> donde se contó el número de plantas, luego se duplicó esa superficie y se contabilizaron las plantas nuevas que aparecieron, nuevamente se duplicó la superficie y se hicieron las lecturas y así sucesivamente (Lallana

et al. 2002b). Se tomó como criterio para la determinación del área mínima de muestreo el punto en el que el desvío estándar entre muestras consecutivas no presentó diferencias (Matteucci y Colma 1982). La estabilización del desvío estándar en un valor de 0,5 correspondió a las áreas de 1, 2 y 4 m<sup>2</sup> (Cuadro 4), por lo cual el área mínima de muestreo para la población en estudio estuvo comprendida entre esos valores. A los fines prácticos y operativos podría considerarse adecuada un área de 2 m<sup>2</sup> para los muestreos de densidad poblacional.

**Cuadro 4.** Determinación del área mínima de muestreo en una población de *E. horridum*. Área de muestro (m<sup>2</sup>), número de plantas registradas, promedio de plantas por m<sup>2</sup> y desvío estándar (D.E.) de cada muestra.

Nº muestra	área m <sup>2</sup>	Nº de plantas acumuladas	plantas por m <sup>2</sup>	D.E.
1	0,25	1	4	0
2	0,5	2	4	0
3	1	3	3	0.5
4	2	8	4	0.5
5	4	20	5	0.5
6	8	35	4.3	0.2
7	16	68	4.2	0.01
8	32	205	6.4	2.32

## 5.2. Crecimiento

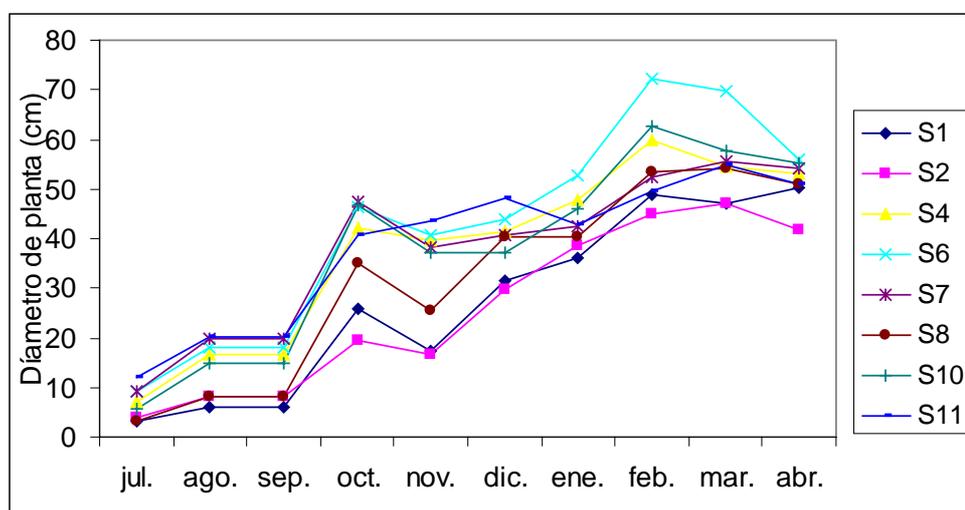
En un estudio de crecimiento poblacional (Lallana 2002c, 2005) en 8 sitios de la provincia de Entre Ríos se evaluó mensualmente desde julio de 2001 y hasta mayo de 2002 las siguientes variables: altura (cm) y diámetro (cm), número de hojas, ancho en la mitad media de la hoja (cm) medida en 3 hojas al azar, longitud de la hoja (cm) y recuentos del número de estomas. En cada observación se registró el estado fenológico y el número de brotes (plantas hijas) de cada individuo. Se determinó el área foliar por un método no destructivo aplicando la siguiente ecuación **Area Foliar** = largo (cm) x ancho en la mitad de la hoja (cm) x 0,9493 (Elizalde et al. 2003) y la tasa absoluta de crecimiento "r" =  $\Delta$  Peso /  $\Delta$ t (Hundt 1981). Se empleó un diseño estadístico unifactorial con arreglo completamente aleatorizado. Los datos fueron analizados utilizando análisis de la variancia y las medias se compararon por la prueba de Duncan (P<0,05). Los resultados de este estudio se resumen en el Cuadro 5.

El diámetro de plantas (Figura 18) y el número de hojas tuvieron una respuesta lineal con valores máximos en octubre y febrero. En función de ello se tomaron los valores de febrero de 2002 (251 días de crecimiento) como momento de comparación entre las poblaciones (Cuadro 5). El ancho medio de hoja no mostró diferencias significativas entre poblaciones, sí el número y longitud de hojas, al igual que la altura y diámetro de plantas (Cuadro 5). El número de estomas no presentó diferencias significativas entre poblaciones, excepto los sitios 1 y 2 que difieren del resto.

**Cuadro 5.** Valores promedio por planta de las variables registradas en el mes de febrero de 2002 en ocho poblaciones de *Eryngium horridum* de la Prov. de Entre Ríos, Argentina. Ref.: (n), número de plantas; NE, número de estomas; FA, fitomasa aérea; FR, fitomasa radical; AF, área foliar; "r", tasa absoluta de crecimiento, %G, porcentaje de germinación a los 108 días desde la cosecha de los frutos. Las mediciones de longitud (Long.), ancho, altura y diámetro (Diám.) están expresadas en cm.

Sitios ↓ (n)	Número de hojas	Ancho hoja	Long. hoja	NE / mm <sup>2</sup>	Altura Planta	Diám. Planta	AF/planta (cm <sup>2</sup> )	Relac. FA/FR	"r" 310 d	% G 108 d
1 (6)	21 a	1,32 a	33,8a	237 c	31,3ab	49 ab	1018 a	1,68	0,119 a	28 a
2 (5)	22 ab	1,36 a	30,8a	298 b	29,4 a	44,8 a	1353 ab	1,12	0,110 a	30 a
4 (6)	33 b	1,37 a	36,3ab	379 a	38,7ab	60 ab	1147 a	0,83	0,128 a	32 a
6 (7)	33 b	1,47 a	45,7 c	369 a	40,7 b	72 c	1984 bc	1,08	0,221 b	63 c
7 (6)	23 ab	1,25 a	37,0ab	403 a	34,5ab	52abc	1362 ab	0,88	0,162 a	44 ab
8 (6)	27 ab	1,35 a	35,0a	288 ab	31,7ab	53ab	1167 a	0,87	0,135 a	33 a
10 (6)	33 b	1,42 a	44,0bc	412 a	40,7 b	62,5bc	2360 c	1,30	0,222 b	55 bc
11 (8)	22 ab	1,14 a	33,5a	400 a	32,1ab	49,5ab	1391 ab	0,91	0,157 a	58 bc

Letras distintas en sentido de las columnas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) según test de rangos múltiples de Duncan.



**Figura 18.** Evolución del diámetro de plantas de ocho poblaciones de *E. horridum* de la provincia de Entre Ríos

La partición de biomasa (Cuadro 5) fue favorable a la parte aérea de la planta en 4 sitios (S1, S2, S6 y S10) mientras que en los sitios restantes comenzó a predominar la acumulación de reservas en rizomas y raíces. El área foliar por planta fue similar en todas las poblaciones, excepto en el S10. La tasa de crecimiento absoluta para la mayoría de las poblaciones (Cuadro 5) osciló entre 0,11 y 0,13 g d<sup>-1</sup>. Los sitios S6 y S10 tuvieron las tasas más altas (0,22) diferenciándose significativamente del resto.

En otro estudio (Lallana *et al.* 2002c) se evaluó el efecto del sombreado en el crecimiento de plantas de *E. horridum* con el fin de mejorar el control. Se trabajó con plantas en macetas, que se colocaron en condiciones de luz solar plena y otro lote igual bajo malla de media sombra que filtró el 80 % de la luz incidente. El ensayo se realizó en otoño-invierno. Los resultados permitieron comprobar que el diámetro, la longitud del rizoma y la biomasa de la fracción subterránea fue mucho mayor en las plantas de luz. La relación fitomasa aérea/fitomasa subterránea fue de 6,1; 4 y 1,8 en sombra y 4,78; 0,79 y 0,56 en luz para los meses de abril, junio y agosto, respectivamente, lo que evidenció la diferencia de crecimiento. Bajo condiciones de sombreado las plantas reducirían la acumulación de reservas en los rizomas.

El área foliar y el peso seco de las hojas de sombra fue superior a las de luz, mientras que el área foliar específica (área foliar/peso seco foliar) fue mayor. Estos resultados concuerdan con lo expresado por Cruz *et al.* (1999). Además, García *et al.* (1997), confirmaron que en *Cynodon dactylon* el

área foliar específica fue mayor en las hojas de sombra mostrando así la existencia de una mayor superficie de absorción en esas condiciones, lo que junto a la relación fitomasa aérea/fitomasa radical determinan condiciones más favorables para la actividad de los herbicidas sistémicos.

### 5.3. Partición de biomasa

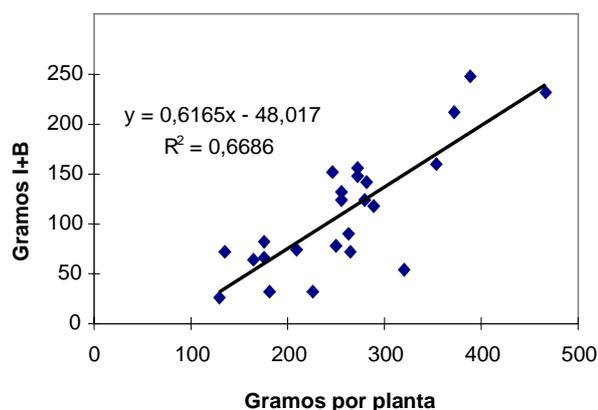
La partición de biomasa de una planta en floración fue estimada en de 37,4 % para la inflorescencia y un 32 % para la fracción subterránea implicando ello un importante esfuerzo reproductivo. Además una planta puede producir en promedio 4-5 vástagos, a través de la propagación vegetativa (Elizalde *et al.* 1998). En el período de crecimiento reproductivo (emisión de la inflorescencia) la biomasa por planta cambió de 179 g (9/Noviembre) a 408 g (22/Febrero), indicando estos valores la importancia del crecimiento en su faz reproductiva, la cual participó con el 37,4 % del peso total (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Partición de biomasa (g pl<sup>-1</sup>) de plantas adultas (1 año y once meses) de crecimiento en condiciones semiexperimentales. Datos de Elizalde *et al.* 1998.

	g por planta	%
Hojas	48,01	11,75
Brotes	76,94	18,83
Raíz + rizomas	130,57	31,96
Vara floral	107,43	26,29
Capítulos con frutos	45,55	11,13

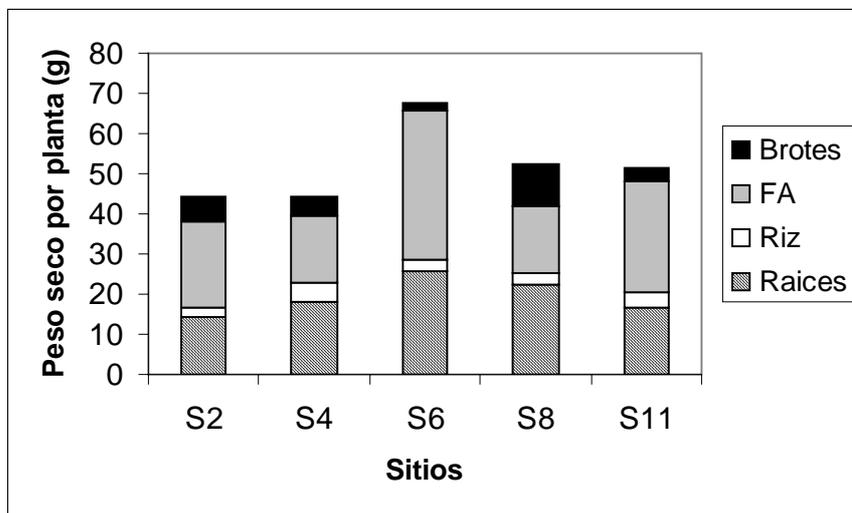
La biomasa de la inflorescencia completa superó a la de la parte subterránea de la planta. El esfuerzo reproductivo de la planta durante el período de floración, quedó evidenciado en términos de biomasa seca, ya que la fracción correspondiente a la inflorescencia + brotes, fue mayor respecto a las otras partes de la planta representando el 56,75 % ± 16,24 del peso final (408,50 g pl<sup>-1</sup>). La biomasa de los brotes se incrementó significativamente desde enero (5,27 g.pl<sup>-1</sup>) hasta fines de febrero (76,94 g pl<sup>-1</sup>), con una media de 5 brotes por planta (Elizalde *et al.* 1998).

La correlación hallada entre la biomasa de la inflorescencia + los brotes y el peso total de la planta ( $r = 0.8177$ ), es significativa al nivel del 1 % (Figura 19). Esto indica una fuerte asociación positiva entre estas variables. El coeficiente de regresión calculado ( $R^2 = 0,6686$ ) señala que un 60 % de la variación registrada en el peso del individuo, se debe a incrementos en términos de biomasa seca de la inflorescencia y los brotes (Figura 19).



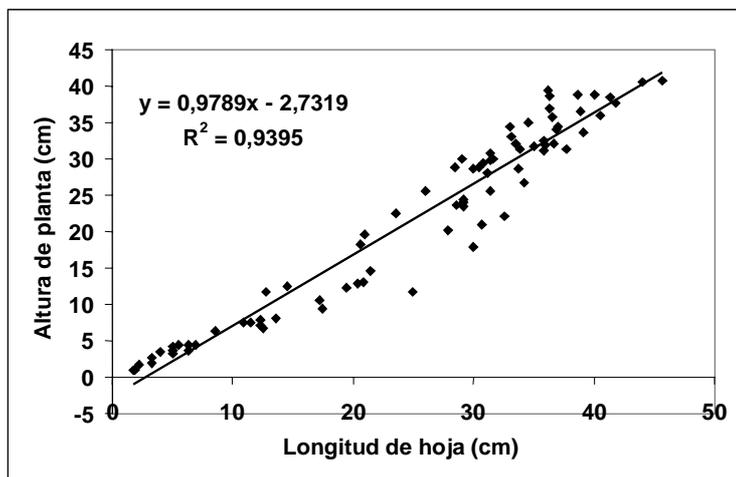
**Figura 19.** Relación entre el peso de una planta de *Eryngium horridum* y su esfuerzo reproductivo (peso de inflorescencia + brotes).

La proporción de biomasa de los brotes respecto al resto de las estructuras mostró la importancia cuantitativa de este mecanismo reproductivo (Lallana 2005). Durante el primer año de vida las plantas vegetaron aumentando el número de hojas y la biomasa radical y emitieron vástagos por vía vegetativa tal como ya fue señalado por otros autores para esta especie (Rochi y Lallana 1996, Elizalde *et al.* 1998) y recién en el segundo año de vida florecieron (noviembre) y fructificaron. El número de plantas hijas por planta en brotación varió entre 1 y 4 según las poblaciones. Dos sitios (S6 y S11), tuvieron los valores más bajos (2 brotes/planta) y el sitio S8 el más alto (Figura 20).



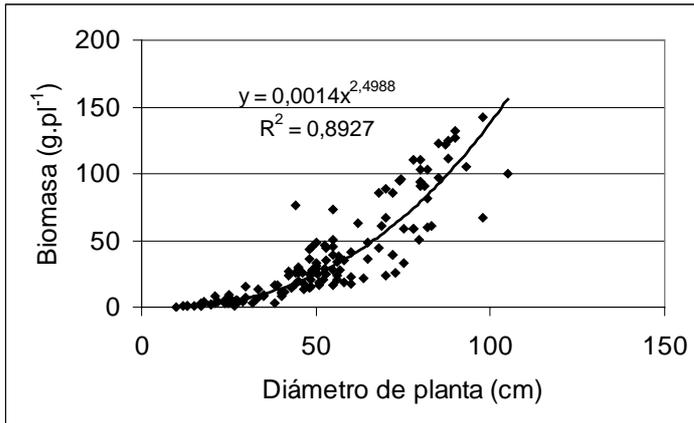
**Figura 20.** Partición de biomasa en plantas de *E. horridum* con brotes, de 5 sitios (S) de la provincia de Entre Ríos a los 310 días de crecimiento. Número de brotes por planta: S2, 3; S4, 5; S6, 2; S8, 6 y S11, 2. FA, fitomasa aérea; Riz, rizoma.

También se halló una correlación altamente significativa ( $r=0,97$ ) entre la longitud de las hojas y la altura de las plantas (Figura 21), lo cual permite que conociendo una sola de éstas variables se podría estimar la otra con precisión (Lallana 2005).



**Figura 21.** Regresión lineal entre altura de la planta y longitud de la hoja de 8 poblaciones de *E. horridum*. Datos del mes de abril de 2002 ( $n=80$ )

A partir de un conjunto de datos experimentales ( $n=140$ ) obtenidos en más de dos años de muestreos a campo, se probaron distintas ecuaciones de ajuste que permitieran estimar la fitomasa aérea en forma confiable a partir de los diámetros de plantas individuales de *E. horridum* (Lallana 2000). La ecuación que mejor ajustó fue  $Y (g\ pl^{-1}) = 0,0014 * (Diámetro\ cm)^{2,4988}$  (Figura 22).

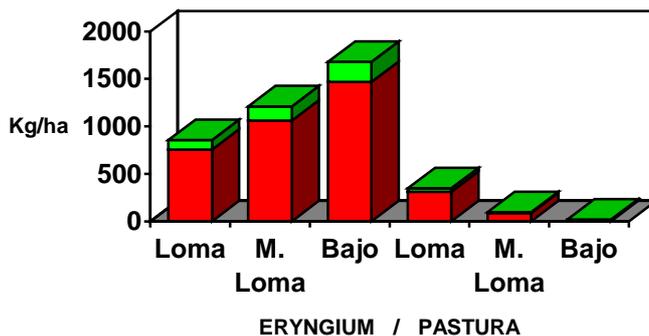


**Figura 22.** Curva de ajuste y puntos de dispersión del diámetro y biomasa de plantas de cardilla (n = 140)

#### 5.4. Extracción de nutrientes

La cardilla especie agresiva de gran porte, con abundante follaje y espinas en los bordes de las hojas, compite como toda maleza por espacio, luz y nutrientes con la pastura. Lallana *et al.* (1997), realizaron un estudio comparativo de la extracción de nutrientes de la cardilla en relación a la pastura a través del análisis del contenido total de cenizas (mufla 450 °C - 3h) de las plantas en dos campos de pastoreo de la provincia de Entre Ríos. Los sitios estudiados fueron un campo del Dpto. Tala (Abril 1989), y otro del Dpto. Paraná (Oct. Nov. y Dic. 1995).

Comparativamente en los dos sitios *E. horridum* superó en biomasa (2 a 13 veces) a la pastura, por consiguiente los valores de extracción de nutrientes fueron mayores en dos o tres veces, si bien los porcentajes del contenido de cenizas fueron similares para la pastura (rango: 11,06 - 14,0 %) y la maleza (rango: 11,61 - 12,72 %). En el campo de Tala se observó una variación de la biomasa según el gradiente topográfico, aumentando hacia la parte media y baja la maleza y disminuyendo la de la pastura, lo que indicaría una mayor acumulación de nutrientes y humedad en este sector favorable a la maleza. Los mayores porcentajes de cenizas 12,66 % (cardilla) y 13, 41 % (pastura) se detectaron en la zona baja del campo (Figura 23).



**Figura 23.** Fitomasa aérea y cenizas en kg por ha de *E. horridum* y pastura natural (P.N.) en tres sitios -Loma, Media loma y Bajo- de un campo de Rosario del Tala, Tala, (Entre Ríos)

#### Conclusiones

*Eryngium horridum* privilegia la reproducción vegetativa con respecto a la reproducción por semillas, si bien es alta la capacidad de producción de semillas y su germinación. Los máximos valores de germinación ocurren en los meses de invierno (junio-julio) siendo la alternancia de temperatura y la luz las condiciones que permiten su máxima expresión.

El almacenamiento en frío de las semillas de *E. horridum* ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ) permite mantener la calidad fisiológica de las mismas durante 17 meses, mientras que al año de almacenamiento en condiciones ambientales la viabilidad decae a cero.

*E. horridum* se la puede considerar una planta perenne con ambos tipos de estrategia reproductiva sexual y asexual. Su capacidad de producción de semillas en forma abundante y con alta capacidad de germinación (baja dormición) tal como ha sido demostrado en este trabajo, no se condice con su capacidad de establecimiento a campo, que es muy baja. Quizás en ello radique la razón de la abundante producción y dispersión de semillas, para lograr que unas pocas plantas puedan establecerse en los sitios apropiados (suelo desnudo) que permitan la entrada de luz. En pasturas o con altas densidades de *Eryngium*, predomina la propagación vegetativa ya que las semillas tienen pocos sitios favorables para el establecimiento.

La multiplicación vegetativa de la cardilla es muy importante y, es posiblemente la principal dificultad para lograr su control, habiéndose determinado que produce varios vástagos aéreos o brotes por rizoma y tiene dos períodos de máxima emisión de los mismos, uno en mayo y otro nueve meses después. Se debe considerar especialmente el traslado de sustancias desde y hacia los órganos de reserva de la cardilla, ya que en especies perennes resulta fundamental que el herbicida destruya el vigoroso sistema subterráneo. En plantas de semillas, la acumulación de sustancias de reservas y la magnitud del sistema radical son de escasa significación durante los ocho primeros meses. Luego los carbohidratos son derivados hacia los rizomas, que aumentan notablemente su diámetro.

La regeneración de plantas por vía vegetativa es previa a la emisión de la inflorescencia. Antes del año, plantas originadas de semillas, son capaces de producir de 1 a 4 plantas nuevas antes de florecer, todo lo cual contribuye a garantizar la expansión de la población por vía vegetativa. La proporción de biomasa de los brotes respecto al resto de las estructuras mostró la importancia cuantitativa de este mecanismo reproductivo.

En general puede decirse que los métodos convencionales de control con productos químicos no han dado resultados perdurables en el tiempo, controlan pobremente la parte aérea, y parecen no afectar a los rizomas, ya que con el tiempo rebrotan nuevamente. Por tratarse de una especie perenne con órganos subterráneos, se debe apuntar a tratamientos con productos de fácil transporte en la planta como son algunos herbicidas tipo hormonales y, posiblemente en altas dosis, lo cual presenta el inconveniente adicional del mayor costo y posibles efectos fitotóxicos sobre los componentes del pastizal. El cuidado del recurso forrajero natural hace incompatible el uso de herbicidas totales o de amplio espectro para el control de esta maleza.

Las observaciones recogidas en el terreno y las experiencias de manejo y control realizadas hasta la fecha para esta especie, indican que una de sus estrategias principales de perduración y supervivencia está asentada en el comportamiento de su sistema subterráneo. La actividad de las yemas de los rizomas varía conforme la época del año y el nivel de sus reservas, disminuyendo en verano y la eficiencia de brotación de los rizomas disminuye con la edad y la longitud de los mismos. El conocimiento de su biología y fenología seguramente contribuirá a lograr el mejor efecto de control.

## **Bibliografía**

- ANDERSEN, R.N. 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. Urbana, WSSA. 235 p. (Weed Science Society of America Handbook).
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. 1998. Seeds: ecology, bioecogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego, Academic Press. 666 p.
- BILLARD, C.; LALLANA, M. DEL C.; ELIZALDE, J.H.I.; FOTI, N.; LALLANA, V.H. 2005. Efecto de un herbicida hormonal en aplicaciones en el haz y el envés de hojas de *Eryngium horridum* Malme. RCA Revista Científica Agropecuaria (Concepción del Uruguay) 9(1):13-17.
- CABRERA, A.L. 1965. I. *Eryngium* L. In Flora de la provincia de Buenos Aires: Oxalidáceas a Umbelíferas. Buenos Aires, INTA. v.4. p. 340-364. (Colección Científica INTA no. 4).
- CAMPORA, F.L. 1985. Observaciones sobre la biología de *Eryngium horridum*, cardilla, "caraguatá". Tesis de grado. Montevideo, Facultad de Agronomía. 94 p.

- CARÁMBULA, M.; AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.; CARRIQUIRY, E. 1995. Control de cardilla. Montevideo, INIA. 9 p. (Serie Técnica no. 57).
- CRUZ, P.; SIERRA, J.; WILSON, J.R.; DULORMNE, M.; TOURNEBIZE, R. 1999. Effects of shade on the growth and mineral nutrition of tropical grasses in silvopastoral systems. *Annals of Arid Zone* 38(3/4): 335-361.
- DELOUCHE, J.C. 1965. An accelerated aging technique for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. *Agronomy Abstracts* 1965:40.
- ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, M. DEL C.; LALLANA, V.H. 1997. Reproducción sexual y asexual de *Eryngium paniculatum* - Apiaceae ("caraguatá"). In Congreso Latinoamericano de Malezas (13., 1997, Buenos Aires, AR). Actas. Buenos Aires, ALAM. v.1. p. 161-170.
- ELIZALDE, J.H.I.; ROCHI, G.; LALLANA, M. del C.; LALLANA, V.H. 1998. Esfuerzo reproductivo de *Eryngium paniculatum* Cav. et Domb. ("caraguatá"). *RCA Revista Científica Agropecuaria* (Concepción del Uruguay) 2: 21-28.
- ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, V.H. 2000. Revisión sobre aspectos bioecológicos de especies del género *Eryngium* (Apiaceae). *Revista de la Facultad de Agronomía* (Buenos Aires) 20(2):269-279.
- ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, V.H.; LALLANA, MARÍA DEL C.; BILLARD, C. 2003. Determinación del área foliar en *Eryngium horridum* Malme ("caraguatá") por mediciones lineales. *RCA Revista Científica Agropecuaria* (Concepción del Uruguay) 7(1): 25-28.
- ELIZALDE, J. H. I.; SALINAS, A. R.; LALLANA, V. H. 2005. Lluvia de semillas de una población de *Eryngium horridum* en un campo de Oro Verde, Entre Ríos. *RCA Revista Científica Agropecuaria* (Concepción del Uruguay) 9(1): 39-45.
- FERNÁNDEZ, O.A.; BREVEDAN, R.E. 1972. Regeneración de *Solanum elaeagnifolium* Cav. a partir de fragmentos de sus raíces. *Darwiniana* (Buenos Aires) 17: 433-442.
- GARCÍA, M.; VILLALBA, J.; FERNÁNDEZ, G. 1997. Efecto del sombreado en el crecimiento y desarrollo de *Cynodon dactylon* L. Pers. In Congreso Latinoamericano de Malezas (13., 1997, Buenos Aires, AR). Actas, Buenos Aires, ALAM v.1. p. 211-216.
- GRIME, J.P. 1979. Regenerative strategies. In *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester, Wiley. p. 79-119.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. 1995. *Handbook of vigour test methods*. 3. ed. Zurich, ISTA. 117 p.
- HELMER, J.D.; DELOUCHE, J.C.; LIENHARD, M. 1962. Some indices of vigor and deterioration in seed of crimson clover. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts* 52:154-161.
- HUNDT, R. 1981. *Plants growth analysis*. London, Edward Arnold. 67 p. (Studies in Biology no. 96).
- HUNZIKER, A.T. ed. 1984. Apiaceae. In *Los géneros de fanerógamas de Argentina: claves para su identificación*. Boletín Sociedad Argentina de Botánica (La Plata) 23 (1/4): 21-25.
- ISTA (International Seed Testing Association, CH). 1996. X-ray test. In *International rules for seed testing: rules 1996*. Seed Science and Technology 24(suppl. rules):75-77.
- KIGEL, J.; KOLLER, D. 1985. Asexual reproduction of weeds. In Duke, S.O. ed. *Weed physiology: reproduction and ecophysiology*. Florida, CRC Press. p. 65-100.
- KISSMANN, K.G.; GROTH, D. 1997. *Eryngium* L. In *Plantas infestantes e nocivas*. São Paulo, BASF Brasileira. v. 2, p. 82-108.

- KRUB, B.; BENECH-ARNOLD, R.; INSAUSTI, P.; RAZUL, A. 1997. La modificación del ambiente lumínico bajo un canopeo de trigo regula la emergencia de *Galinsoga parviflora*. In Congreso Latinoamericano de Malezas (13., 1997, Buenos Aires, AR). Actas. Buenos Aires, ALAM v.2. p. 76-84.
- LALLANA, V.H.; SABATTINI, R.A.; LALLANA, M. DEL C.; ELIZALDE, J.H.; RÍOS DE SALUSO, A; FAYA DE FALCÓN, L. 1989. Bioecología de *Eryngium* spp. ("caraguatá") en campos de pastoreo. [Oro Verde], UNER. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 50 p. (PID-UNER no. 2045: Informe de Avance no. 3).
- LALLANA V.H.; ELIZALDE, J.H.I. 1991. *Eryngium paniculatum* Cav. et Domb. ("caraguatá"): II. diseminación y factores que la afectan. In Reunión Argentina Sobre la Maleza y su Control (12., 1991, Mar del Plata, AR). Actas. Buenos Aires, ASAM p. 83-91. (Trabajos y comunicaciones: no.1 Investigación Básica).
- LALLANA V.H., ELIZALDE J.H.I.; ZIMMERMANN L. R. 1991a. Cuantificación de la caída natural de frutos de *Eryngium paniculatum* Cav. et Domb. ("caraguatá") en un campo no pastoreado. In Reunión Argentina Sobre la Maleza y su Control. (12., 1991, Mar del Plata, AR). Actas. Buenos Aires. p. 91-96. (Trabajos y comunicaciones: no.1 Investigación Básica).
- LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C.; SABATTINI, R.A.; ELIZALDE, J.H.I.; RIOS DE SALUSO, A.; FAYA DE FALCON, L.; FORMENTO, N. 1991b. El "caraguatá" (*Eryngium paniculatum*) en Entre Ríos. [Oro Verde], INTA. Estación Experimental Agropecuaria Paraná. v.A7, p.3. (Carpeta de Información Técnica).
- LALLANA, V.H.; MAIDANA, A. 1992. Evaluación de las condiciones de germinación de *Eryngium paniculatum* Cav. et Domb. ("caraguatá"). In Reunión Argentina de Fisiología Vegetal (19., 1992, Huerta Grande, Córdoba, AR). Actas. p. 155-156.
- LALLANA, V.H.; ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, M. DEL C.; SABATTINI, R.A. 1996a. Bioecología de *Eryngium* spp. ("caraguatá") en campos de pastoreo. [Oro Verde], UNER. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 53 p. (PID-UNER no. 2102: Informe Final).
- LALLANA, V.H.; ELIZALDE, H.I.; LALLANA, M. DEL C.; BILLARD, C.; ROCHI, G.; ANGLADA, M.; SABATTINI, R.A. 1996b. Manejo y control del caraguatá. [Oro Verde], UNER. Facultad de Ciencias Agropecuarias. p. 12 – 16. (PID-UNER no. 2076: Informe de Avance no. 1).
- LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C.; ELIZALDE J.H.I. 1996c. Dinámica de la biomasa, fitoquímica y fenología de *Eryngium paniculatum* en condiciones experimentales. In Reunión Argentina de Fisiología Vegetal (21., 1996, Mendoza, AR). Actas. p. 140-141.
- LALLANA, V.H.; ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, M. DEL C.; SABATTINI, R.A. 1997. Extracción de nutrientes por el "caraguatá" (*Eryngium paniculatum* - Apiaceae) en dos campos de pastoreo de Entre Ríos. In Congreso Latinoamericano de Malezas (13., 1997, Buenos Aires, AR). Actas. Buenos Aires, ALAM. v.1, p. 171-178.
- LALLANA, V.H.; FAYA DE FALCON, L.M.; ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, M. DEL C.; SABATTINI, R.A.; BILLARD, C.; DUPLICH, J.; ROCHI, G.; ANGLADA, M. 1998. Control integrado del "caraguatá" en un campo de San Gustavo (La Paz - Entre Ríos). [Oro Verde], INTA Estación Experimental Agropecuaria Paraná. p. 9-14. (Serie Extensión no. 16).
- LALLANA, V.H. 2000. Estimación de fitomasa aérea de "caraguatá" según diámetros de plantas. *Natura Neotropicalis* (Santa Fe) 31(1-2): 45-51.
- LALLANA, V.H.; ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, M. DEL C.; BILLARD, C.; CRISTALDO, M.; ROCHI, G.R.; SABATTINI, R.A. 2000a. Manejo y control del caraguatá en campos de pastoreo. [Oro Verde], UNER. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 92 p. (PID-UNER no. 2045: Informe Final).

- LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C.; BILLARD, C.; ELIZALDE, J.H.I. 2000b. Brotación de rizomas de "caraguatá" (*Eryngium paniculatum* - Apiaceae) durante un ciclo anual. Reunión Argentina de Fisiología Vegetal (23., 2000, Río Cuarto, AR). Actas. Comp. R. Botini. p. 194-195.
- LALLANA, V.H. 2002. Estudio comparativo del crecimiento de 8 poblaciones de *Eryngium horridum* Malme de la provincia de Entre Ríos, Argentina. In Reunión Latinoamericana (11.), Reunión Argentina (24.), Congreso Uruguayo de Fisiología Vegetal (1., 2002, Punta del Este, UY). Actas. 1 cd., [Archivo 6034.pdf].
- LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C.; ELIZALDE, J.H.I.; BILLARD, C.; ROCHI, G.; CRISTALDO, M. 2002a. Control de "caraguatá" (*Eryngium paniculatum*) en pastizales naturalizados de Entre Ríos. Revista Ciencia, Docencia y Tecnología (Concepción del Uruguay) 13(25):211-234.
- LALLANA, V.H.; ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, M. DEL C.; BILLARD, C.; CRISTALDO, M. 2002b. Biología y control de rizomas de *Eryngium paniculatum* ("Caraguatá"). [Oro Verde], UNER. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 95 p. (PID-UNER nº 2076: Informe de avance no. 1).
- LALLANA, M. DEL C.; LALLANA, V.H.; BILLARD, C.E.; ELIZALDE, J.H.I. 2002c. Efecto del sombreado artificial en el crecimiento de *Eryngium horridum* Malme "caraguatá". In Reunión Latinoamericana (11.), Reunión Argentina (24.), Congreso Uruguayo de Fisiología Vegetal (1., 2002, Punta del Este, UY). Actas. 1 cd., [Archivo 3057.pdf].
- LALLANA, V.H.; ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, M. DEL C.; BILLARD, C.; CRISTALDO, M. 2003. Biología y control de rizomas de *Eryngium paniculatum* ("caraguatá"). [Oro Verde], UNER. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 51p. (PID-UNER no. 2076: Informe de Avance no. 2).
- LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C. 2004. Densidad estomática en hojas de *Eryngium horridum* Malme y su relación con el estado de desarrollo de la hoja. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias (Rosario) 4(5):81-86.
- LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C.; ELIZALDE, J.H.I., BILLARD, C.; FAYA, L.M.; ANGLADA, M.M.; ROCHI, G. 2004a. Control mecánico y químico de *Eryngium horridum* Malme ("caraguatá") en un campo natural bajo clausura. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias (Rosario) 4(5): 87-97.
- LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C.; BILLARD, C.; ELIZALDE, J. H. I. 2004b. Brotación de rizomas de *Eryngium horridum* Malme Apiaceae durante un ciclo anual. Revista de la Facultad de Agronomía de la Plata 105(2):1-10.
- LALLANA, V.H. 2005. Reproducción sexual de poblaciones de *Eryngium horridum* Malme ("caraguatá") en pastizales naturalizados de Entre Ríos. Tesis Doctoral. Rosario, Universidad Nacional de Rosario. 219 p.
- LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C.; ELIZALDE, J.H.I., BILLARD, C.; SABATTINI, R.A.; ROCHI, G. FAYA, L.M.; ANGLADA, M.M. 2005a. Control mecánico y químico de *Eryngium horridum* Malme en un pastizal bajo pastoreo. Revista de la Asociación Argentina de Producción Animal 25:123-135.
- LALLANA, V.H.; ELIZALDE, J.H.I.; BILLARD, C.; LALLANA, M. DEL C. 2005b. Control mecánico de *Eryngium horridum* ("caraguatá") en un pastizal naturalizado de Entre Ríos, Argentina. Revista Agrociencia 10(1):47-57.
- LALLANA, M. DEL C.; BILLARD, C.; ELIZALDE, J.H.I.; LALLANA, V.H. 2006. Breve revisión sobre las características de la cutícula vegetal y penetración de herbicidas. Revista Ciencia, Docencia y Tecnología (Concepción del Uruguay, AR) 17(33):229-241.

- MAIDANA, A.; LALLANA V.H. 1992. Longevidad de semillas de *Eryngium paniculatum* Cav. et Domb. "caraguatá". In Reunión Argentina de Fisiología Vegetal (19., 1992, Huerta Grande, Córdoba, AR). Actas. p. 153-154.
- MARCOS FILHO, J. 1999. Teste de envelhecimento acelerado. In KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. ed. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, ABRATES. p. 1-24.
- MARTINEZ, S. 2002. Catálogo de plantas vasculares de la Argentina. Apiaceae. Consultado: 6 feb. 2003. Disponible en: [www.darwin.edu.ar/catalogo/apiaceae.pdf](http://www.darwin.edu.ar/catalogo/apiaceae.pdf).
- MATTEUCCI, S.D.; COLMA. A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington DC, OEA. 168 p. (Monografía no. 23).
- ROBERTS, H.A.; STOKES, F.G. 1965. Studies on the weeds of vegetable crops: 5. final observations on an experiment with different primary cultivations. *Journal of Applied Ecology* 2:305-315.
- ROCHI, G; LALLANA,V.H. 1996. Análisis de crecimiento aéreo y radical de plantas de "caraguatá" (*Eryngium paniculatum* Cav. Et. Domb.) *Revista Ciencia Docencia y Tecnología* (Concepción del Uruguay) (7)12:137-150.
- ROCHI, G.R. 1999. Control mecánico de *Eryngium paniculatum* ("caraguatá"): efecto sobre la dinámica poblacional de la maleza y la pastura. Trabajo Final de Graduación. [Oro Verde], Universidad Nacional de Entre Ríos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 30 p.
- ROJAS, A.E.C. DE; SALUSO, J.H. 1989. Informe climático de la Provincia de Entre Ríos. [Oro Verde], INTA Estación Experimental Agropecuaria Paraná. 31 p. (Publicación Técnica no. 14).
- RUPP, J.D.; SABATTINI, R.A.; LALLANA V.H. 1993. Dinámica de la densidad, cobertura y biomasa de una población de *Eryngium paniculatum* en un ciclo anual. In Reunión Argentina de Ecología. (16., 1993, Puerto Madryn, AR). Actas. Puerto Madryn, AAE. p. 307.
- SABATTINI, R.A.; LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C.; PIERI DE DEBONA, S.; MARINO, G. 1989. Análisis y encuestas sobre distribución, hábitat y técnicas de control de *Eryngium* spp. ("caraguatá") en Entre Ríos. *Gaceta Agronómica* 9(50): 257-265.
- SABATTINI, R.A.; LALLANA, V.H.; LALLANA, M. DEL C.; ELIZALDE, J.H.I.; FAYA DE FALCÓN, L. 1991a. Relevamiento de *Eryngium* spp. ("caraguatá") en la zona centro norte de Entre Ríos. In Reunión Argentina Sobre la Maleza y su Control. (12., 1991, Mar del Plata, AR). Actas. Buenos Aires ASAM. p.103-112. (Trabajos y comunicaciones: no.1 Investigación Básica).
- SABATTINI, R.A.; LALLANA, M. DEL C.; LALLANA, V.H.; ELIZALDE, J.H.I.; FAYA DE FALCON, L. 1991b. Evaluación de atributos poblacionales de *Eryngium paniculatum* ("caraguatá") en un campo destinado al pastoreo (Tala, Entre Ríos). In Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral (4., 1991, Santa Fe, AR). Libro de Resúmenes, Santa Fe, ACNL. p. 40.
- SORIANO, A. 1965. Las malezas y su comportamiento ecológico. *Ciencia e Investigación* (Buenos Aires) 21:259-263.
- UNC (Universidad Nacional de Córdoba, AR). FCA (Facultad de Ciencias Agropecuarias). GRUPO INFOSTAT. 2002. Infostat: manual del usuario. ver. 1.1. Córdoba, Brujas. 266 p.
- ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O. ed. 1999. Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina: II Dicotyledoneae. St. Louis, Missouri Botanical Garden. 1269 p. (Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden v. 74).