

Brotación de rizomas de *Eryngium horridum* Malme (Apiaceae) durante un ciclo anual

V. H. LALLANA, M. DEL C. LALLANA, C. BILLARD & J. H. I. ELIZALDE

Cátedra de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER
C.C. N° 24, E3100WAA. Paraná, Entre Ríos. E-mail: vlallana@ceride.gov.ar

LALLANA, V. H., M. DEL C. LALLANA, C. BILLARD & J. H. I. ELIZALDE. 2004. Brotación de rizomas de *Eryngium horridum* Malme (Apiaceae) durante un ciclo anual. *Rev. Fac. Agron.* 105 (2): 1-10.

Eryngium horridum Malme ("caraguatá") es una maleza perenne, de importancia en campos naturales de Entre Ríos, que se reproduce sexual y vegetativamente por rizomas. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) analizar la variación de la actividad de yemas de rizomas de *E. horridum* y 2) 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 m², 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. Semanalmente se registró el número de brotes y la longitud de los mismos. Se estimó la edad de los rizomas mediante un análisis de regresión simple utilizando datos provenientes de diferentes ensayos. El corte transversal de rizomas aumentó en promedio 3,5 veces la brotación de los mismos. 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. El diámetro fue el mejor predictor de la edad del rizoma ($r = 0,87$). El número de brotes correlacionó significativamente con la longitud del rizoma. Bajo las condiciones ensayadas, la brotación de rizomas presentó variación estacional que se atribuyó a un cambio en el transporte de fotoasimilados en favor de la floración.

Palabras clave: *Eryngium horridum*, malezas perennes, propagación vegetativa, brotación de rizoma, edad de rizoma.

LALLANA, V. H., M. DEL C. LALLANA, C. BILLARD & J. H. I. ELIZALDE. 2004. *Eryngium horridum* Malme (Apiaceae) rhizome sprouting during an annual cycle. *Rev. Fac. Agron.* 105 (2): 1-10.

In Entre Ríos natural fields, *E. horridum* Malme is an important perennial weed that may be reproduced sexually and vegetatively by rhizome. This study aims to analyze shoot activity of *E. horridum* rhizomes and to evaluate cut effect and rhizome age in the sprouting of the shoots. Sprouting was evaluated through rhizomes extracted from a 1 m² area along a year. After recording their individual fresh weight, length and diameter, rhizomes were kept entire or cut according to its length and incubated in growing chamber. Rhizomes shoot number and length were recorded weekly. Rhizome age was estimated using data from different trials and analyzed by linear regression model. Cross-sectioned rhizomes increased an average of 3.5 times their sprouting. The shoot number per unit of rhizome mass was higher in average in the entire rhizomes than in the cut ones. Entire rhizomes were lower in length, diameter and age as compared with the cut ones showing a rate of 10.6 ± 6.7 and 37.3 ± 17.8 shoots per rhizome respectively. Rhizome diameter was the best predictor of rhizome age ($r = 0.87$). The number of shoots correlated significantly with rhizome length. A seasonal variation of rhizomes sprouting was observed. These results were attributed to a change in the transport of photoassimilates in favour of the flowering.

Key words: *Eryngium horridum*, perennial weeds, vegetative spreading, sprouting of rhizome, age of rhizome.

INTRODUCCIÓN

El "caraguatá" (*Eryngium horridum* Malme) es una maleza herbácea, perenne, originaria de Sudamérica, de importancia en los campos naturales de Entre Ríos (Argentina), que se reproduce sexual y vegetativamente por rizomas. Es de crecimiento arrositado de forma casi circular y puede alcanzar hasta 1,20 m de diámetro. Sus hojas son consistentes con espinas en sus bordes. En primavera-verano emite una vara floral que puede alcanzar hasta 2 m de altura. Una planta en floración presenta 55 % de su biomasa en inflorescencias y 32 % en estructuras subterráneas implicando ello un importante esfuerzo reproductivo (Elizalde *et al.*, 1997). Estos autores hallaron en un experimento de crecimiento en macetas con plantas originadas de semilla, que cada planta produjo en promedio 4 vástagos en menos de un año de crecimiento. La emisión de vástagos ocurre en otoño y con menor intensidad en primavera. Han observado, además, una correlación inversa entre ambas vías reproductivas. Esto coincide con lo expresado por Kigel & Koller (1985) quienes agregan, además, que dicha correlación está modulada por diferentes factores ambientales.

Los rizomas de *E. horridum* pueden medir hasta 20 cm de longitud y 8 cm de diámetro. Pueden ser simples o con ramificaciones ubicándose en forma horizontal o vertical, según la etapa del crecimiento. Poseen yemas dispuestas en series de anillos distanciados de 2 a 3,5 cm, existiendo nudos con yemas formando anillos de tamaño grande y anillos de menor tamaño (Cámpora, 1985). Lallana *et al.*, (1996) y Rochi & Lallana (1996) registraron valores de densidad promedio de 4 rizomas.m⁻², una biomasa media de 38,6 g por rizoma y un contenido de almidón cercano al 50 % a los 16 meses.

El comportamiento de esta especie puede asimilarse al de otras especies perennes que se establecen en áreas nuevas mediante semillas y al cabo de un tiempo, especialmen-

te en suelos sin laboreo, se propagan en forma vegetativa por rizomas o estolones (2^{do} ó 3^{er} año) como comprobó Grime (1979) en *Cirsium arvense* y Hartnett & Bazzaz (1983) en *Solidago canadensis*. Por otra parte, Kigel & Koller (1985), Vigna (1982) para *Solanum elaeagnifolium*, y Hernández (1991) para *Tessaria absinthioides* mencionaron que el laboreo del suelo puede producir un aumento en la densidad de la población de estas malezas perennes a partir de la fragmentación y dispersión de órganos subterráneos.

En la mayoría de las especies perennes estudiadas se ha encontrado una influencia directa de la densidad sobre la regulación de la propagación vegetativa. Kays & Harper (1974) (citado por Silvertown, 1982) mencionan para *Lolium perenne* que a altas densidades la tasa de mortalidad de los vástagos fue alta y la densidad fue dependiente de la propagación vegetativa de los renuevos por sobrevivencia de los vástagos. A altas densidades, la tasa de mortalidad de los vástagos excedió la tasa de formación de renuevos y la densidad por planta de éstos disminuyó. Hartnett y Bazzaz (1983) comprobaron que luego de la colonización inicial por semillas de *Solidago canadensis* el incremento posterior de la población fue debido a la propagación vegetativa con gran mortandad de plantas de semilla, en los últimos años, debido a la competencia intraespecífica.

En algunos casos se ha intentado mejorar el valor pastoril de pastizales naturales mediante labores de desmalezado mecánico, químico o fertilización combinando a veces con la interseembra de alguna forrajera nativa (Bendersky *et al.*, 2001; Pérez *et al.*, 2000; Oyhamburu *et al.*, 2000, a y b). Pero los fragmentos de rizomas o raíces gemíferas cortados por las máquinas agrícolas y enterrados en el suelo son capaces de generar nuevas plantas a partir de la activación de yemas dormidas o la diferenciación de nuevas yemas vegetativas (Kigel & Koller, 1985). La yema apical de un rizoma controla la actividad de las yemas la-

terales por mecanismos de regulación hormonal. El corte o separación del ápice, a menudo actúa como un factor de estímulo para la brotación de yemas laterales (Kigel & Koller, 1985).

Uno de los problemas en el control de especies perennes con desarrollo de rizomas es que las poblaciones presentan generaciones superpuestas. Esta situación dificulta el control porque la eficacia de los herbicidas sistémicos podría variar con la estructura de edades de la población fundamentalmente basado en el mayor crecimiento de las estructuras subterráneas, lo que obligaría a la utilización de mayores dosis que podrían afectar el crecimiento de la pastura. Por otra parte, en plantas de *E. horridum* originadas de semillas se ha comprobado que durante los primeros ocho meses de crecimiento la acumulación de sustancias de reserva y el desarrollo del sistema radical fue escaso, lo que constituiría la condición óptima para el control de esta especie (Lallana, *et al.*, 1996). En condiciones de campo es necesario conocer la estructura poblacional y la edad de los individuos, para tomar una mejor decisión sobre las medidas de control químico o mecánico.

En razón de no existir información sobre la brotación de los rizomas de *E. horridum* y su comportamiento estacional, los objetivos de este trabajo son: 1) analizar la variación de la actividad de yemas de rizomas de *E. horridum* y 2) evaluar los efectos del corte y de la edad de los rizomas sobre la brotación de las yemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Dinámica de brotación y efectos de corte. A fin de analizar la dinámica de la brotación de rizomas se efectuaron los muestreos en un pastizal natural degradado por sobrepastoreo e invadido por *E. horridum*, ubicado en Oro Verde, Dpto. Paraná, Entre Ríos (31,5° S y 60,31° W). El suelo pertenece a la serie Teza-

nos Pintos (Argiudol ácuico con B textural fuertemente desarrollado), donde la vegetación nativa ha sido modificada (Plan Mapa de Sueños, 1980). Es un campo destinado a la recría y eventualmente se lo utiliza para mantener la hacienda en épocas de lluvia. En este pastizal se realizaron 9 muestreos de rizomas de *E. horridum*, en las siguientes fechas: 17/08, 14/09, 21/10, 24/11, 20/12 de 1999 y 18/01, 17/02, 13/04, 31/05, 06/07 de 2000. En una superficie de 1m x 1m ubicada al azar se extrajeron con pala los rizomas, hasta una profundidad de 20 cm. En el laboratorio se lavaron con agua corriente y se cortaron las raíces. Se registró peso fresco, longitud y diámetro de cada uno, medido a 1 cm por debajo de la inserción de las hojas. Posteriormente se colocaron en cajas plásticas de 20 x 10 x 5 cm en cuyo fondo se colocó una capa de algodón humedecido en agua destilada se cubrieron con polietileno transparente y luego con otra bolsa de polietileno negro (para evitar la entrada de luz) y se llevaron a cámara de crecimiento (25 - 27 °C).

Para evaluar la brotación de los rizomas, se consideró la primera fecha de muestreo (agosto de 1999) como un ensayo exploratorio, a los fines de poner a punto algunos aspectos metodológicos y efectuar observaciones morfológicas. Se probaron distintos tipos de corte, se ajustaron el tiempo de observación y las condiciones de humedad para la brotación en cámara de crecimiento.

Aquellas muestras que contaban con abundante número y longitud de rizomas, fueron empleadas para el análisis de efectos de fragmentación. Los rizomas fueron cortados transversalmente en fragmentos aproximadamente iguales, tal que no hubo trozos inferiores a 2,5 cm de longitud. Solo en la primera fecha se realizaron cortes longitudinales por la mitad, en 4 rizomas. También en esa fecha hubo siete rizomas (3 enteros y 4 cortados) a los que por error en el procesamiento, no se logró quitarles completamente el meristema apical. De los 9 muestreos, sólo en la última

fecha no se trabajó con rizomas cortados ya que ninguno de los que se extrajeron superaba los 4 cm de longitud. Cada semana, y durante cuatro, se registró el número de brotes y la longitud de los mismos en cada rizoma. A fin de describir la estructura de la población de brotes, se establecieron 6 categorías de longitud: 1 (< 11 mm), 2 (11-20 mm), 3 (21-30 mm), 4 (31-50 mm), 5 (51-70 mm) y 6 (> 70 mm).

Se compararon las diferencias entre rizomas enteros y cortados en cuanto al número de brotes por rizoma y al peso fresco de los rizomas antes de ser cortados usando la prueba de Duncan $p < 0,05$. 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* (2002).

2. Estudio de la edad. Para el estudio de la edad de los rizomas se trabajó con información de 5 ensayos discontinuos en el tiempo. Los datos de dos ensayos corresponden a parte de dos trabajos publicados (Lallana *et al.*, 1996; Rochi & Lallana, 1996). Los otros tres ensayos se realizaron en contenedores plásticos de 20 litros de capacidad, con tierra de la zona, ubicadas en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (Oro Verde, Entre Ríos). En distintas fechas se sembraron semillas de *E. horridum* para evaluar su crecimiento, por lo que al iniciar los ensayos se disponía de plantas de tres edades diferentes denominadas lote A (15 plantas que fueron sembradas el 31/08/98), lote B (8 plantas sembradas el 05/07/99) y lote C (9 plantas sembradas el 05/06/00). En cada ensayo se muestrearon tres plantas elegidas al

azar a intervalos de 60 a 90 días, siendo variable el número de muestreos en función al número de plantas de cada lote que se disponía. Las plantas se extrajeron completamente registrándose todas las variables de crecimiento en la parte aérea y subterránea. Se midió el diámetro de los rizomas un cm por debajo de la inserción de las hojas, la longitud, el peso fresco y seco (80° C).

Se calcularon regresiones lineales simples de la edad de rizomas versus diámetro, peso seco y longitud de los mismos de los cinco ensayos empleando un programa estadístico (SPSS, 1996) que permitió optimizar las funciones (por medio de la metodología de cuadrados mínimos), calcular residuales y rangos de confianza, de los parámetros de los modelos ajustados a 117 pares de valores, de los cuales 85 pares pertenecían a los trabajos publicados y 32 a los ensayos de los lotes A, B y C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Dinámica de la brotación y efectos de corte. En las cuatro primeras fechas del ensayo de brotación de rizomas, los datos del número de brotes y su longitud aumentaron desde la colocación en la cámara de crecimiento hasta la 3ª semana y se mantuvieron casi sin variación o disminuyeron levemente en la 4ª (Figura 1), no presentando diferencias significativas entre la 3ª y la 4ª semana, con excepción de los rizomas muestreados en el mes de agosto. La disminución observada en algunas fechas, en los valores de brotación de la 4ª semana (Figura 1) se explicaría por la muerte de brotes posiblemente relacionada con la competencia entre brotes por reservas limitadas de asimilados en los fragmentos de rizoma. En razón de ello, el análisis de los resultados se efectuó con los datos de la 3ª semana de brotación. En cuanto a la morfología de rizomas, se observó que los menores a 2,5 cm de longitud no produjeron brotes. Esto coin-

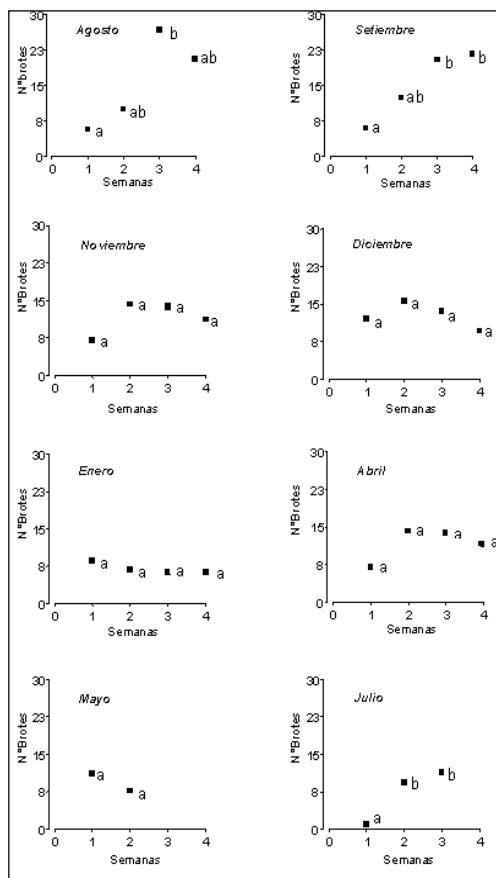


Figura 1. Brotación de rizomas de *E. horridum* (en cámara de crecimiento). Número de brotes promedio en cuatro semanas de incubación, para 8 fechas de muestreo. Letras distintas en cada fecha indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Rhizome sprouting of *E. horridum* (growing chamber). Average shoots during 4 weeks of incubation for 8 sampling dates. Different letters in each date showing significant differences ($p < 0.05$) by Duncan multiple range test.

cidiría con lo expresado por Kigel & 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 2). El resto de los brotes emergieron siempre entre las catáfils 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.

El análisis del ensayo exploratorio (1ª fecha), mostró que en los rizomas cortados transversalmente emergieron más brotes de aquellos de menor longitud, diámetro y peso fresco (Tabla 1, rizomas nº 1, 2 y 4) que de los de peso fresco mayor (Tabla 1, rizomas nº 5 y 6). Lo mismo se observó en los rizomas cortados longitudinalmente, de los cuáles el rizoma nº 7 fue el de menor longitud, diámetro y peso fresco y tuvo el mayor número de brotes (Tabla 1). En los rizomas enteros se observó también que el de menor peso, diámetro y longitud produjo el mayor número de brotes (Tabla 1, rizoma nº 11). Los rizomas nº 15 y nº16 si bien

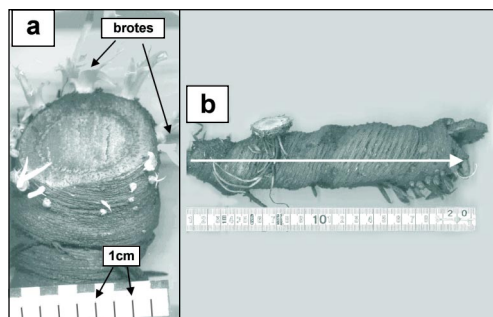


Figura 2. a: Corte transversal de un rizoma y ubicación de los brotes. b: Sentido longitudinal del corte.

a: Cross-section of a rhizome and shoot position. b: Longitudinal cut.

eran de tamaño similar al nº 11, sólo emitieron un brote, el apical, lo que se atribuyó al error mencionado de no haber quitado totalmente el ápice de crecimiento. La yema apical ejerció la dominancia inhibiendo el crecimiento de las otras yemas del rizoma. Esto se observó tanto en los rizomas enteros (Tabla 1, nº 13, nº 15 y nº 16), como en el fragmento más cercano al ápice de los rizomas cortados (Tabla

1, nº 3, nº 4, nº 9 y nº 10).

En el rizoma nº 4, que produjo el mayor número de brotes, el fragmento contiguo al meristema apical, no produjo brotes nuevos, mientras que los otros dos fragmentos (medio y distal) generaron abundantes rebrotes, ya que al estar separados de la yema apical no fueron inhibidos. Al cabo de la 3ª semana, alguno de los brotes (el de mayor desarrollo)

Tabla 1. Longitud, diámetro, peso fresco, brotes por rizoma e índice de brotación (media \pm DE) de los rizomas de *E. horridum* correspondientes a la primera fecha de muestreo.

Length, diameter, fresh weight, sprout per rhizome number and sprouting index records of E. horridum rhizomes corresponding to the first sampling date.

Rizomas fraccionados transversalmente	Longitud	Diámetro	Peso fresco	Nº brotes/rizoma	Índice de Brotación
Nº	(mm)	(mm)	(g)		
1	75	34	59,1	41	0,69
2	93	25	63,3	65	1,03
3	108	34	80,4	18	0,22
4	65	40	79,2	67	0,85
5	129	64	194,6	18	0,09
6	93	53	91,2	2	0,02
Media (\pm DE)	93,8 \pm 22,9	41,7 \pm 14,3	94,6 \pm 50,4	35,2 \pm 26,9	0,48 \pm 0,43

Rizomas fraccionados longitudinalmente	Longitud	Diámetro	Peso fresco	Nº brotes/rizoma	Índice de Brotación
Nº	(mm)	(mm)	(g)		
7	57	24	37,8	47	1,24
8	65	34	42,4	13	0,31
9	60	33	44,1	10	0,23
10	70	33	52,6	6	0,11
Media (\pm DE)	63,0 \pm 5,7	31,0 \pm 4,7	44,2 \pm 6,2	19,0 \pm 18,9	0,47 \pm 0,52

Rizomas enteros	Longitud	Diámetro	Peso fresco	Nº brotes/rizoma	Índice de Brotación
Nº	(mm)	(mm)	(g)		
11	32	10	7,1	46	6,47
12	47	15	16,7	14	0,84
13	40	21	15,4	1	0,06
14	80	40	67,0	18	0,27
15	42	10	9,3	1	0,11
16	40	14	8,0	1	0,13
17	55	16	24,3	18	0,74
Media (\pm DE)	48,0 \pm 15,8	18,0 \pm 10,4	21,1 \pm 21,1	14,1 \pm 16,1	1,23 \pm 2,33

retomó la dominancia e inhibió a los restantes. Elizalde *et al.*, (1997) observaron a campo que la planta madre moría luego de la floración y paralelamente registraron el nacimiento de 2 ó 3 brotes en la base de la planta, de los cuales el renuevo de mayor tamaño reemplazaba a la planta madre. Esto concuerda con lo expresado por Kigel & Koller (1985) acerca de los brotes interconectados a la planta madre en *Sonchus arvensis*, cuando por diferentes causas (defoliación, aplicación de herbicidas o laboreo mecánico, entre otras) presentaron un crecimiento diferencial por cambios en el traslado de fotoasimilados y reguladores de crecimiento. Esto fue comprobado también por Hartnett y Bazzaz (1983) en *Solidago canadensis* donde las plantas hijas separadas más tardíamente de la planta madre, hacia finales de la estación de crecimiento, no tuvieron diferencias en la mortalidad con las testigo; mientras que las que fueron separadas al inicio de la primavera, presentaron mayor mortalidad que las testigos.

La longitud, el diámetro, el peso fresco y el número de brotes por rizoma tuvieron un comportamiento similar a lo largo del año (Figura 3). 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 3). 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

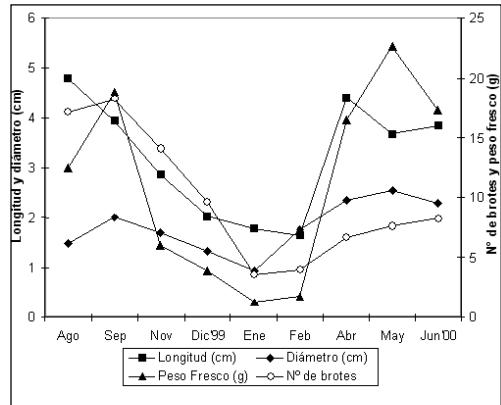


Figura 3. Evolución temporal del número de brotes, peso fresco (g), diámetro (cm) y longitud (cm) promedio de rizomas enteros de *E. horridum*.

Time evolution of shoot number, average fresh weight (g), diameter (cm) and length (cm) for *E. horridum* entire rhizomes.

y en la reserva de carbohidratos almacenados (Fernández & Brevedan, 1972; Hernández, 1991; Kigel & Koller, 1985; Lallana *et al.*, 1996).

El 78,4 % de los brotes de los rizomas enteros correspondió a rizomas no mayores a 4 cm de longitud, y el 19,3 % a rizomas con una longitud entre 4 cm y 5,5 cm. El número de brotes presentó diferencias significativas entre rizomas enteros y cortados, en agosto y noviembre de 1999 (Figura 4. a). El peso fresco mostró diferencias significativas entre rizomas enteros y cortados en agosto, septiembre y noviembre de 1999 (Figura 4 b).

Los rizomas cortados transversalmente presentaron en promedio aproximadamente 3,5 veces más brotes que los enteros (Tabla 2). Esto indicaría que el corte puede estimular la brotación coincidiendo con lo expresado por Kigel & Koller (1985). Es decir, que las labores agrícolas podrían contribuir a aumentar la población de rizomas en condiciones de brotar y por lo tanto el número de plantas. En tal sentido, Cristaldo & Lallana (2000), en un ensayo con rastra de discos de tiro excéntrico, en un pastizal natural infestado con *E. horri-*

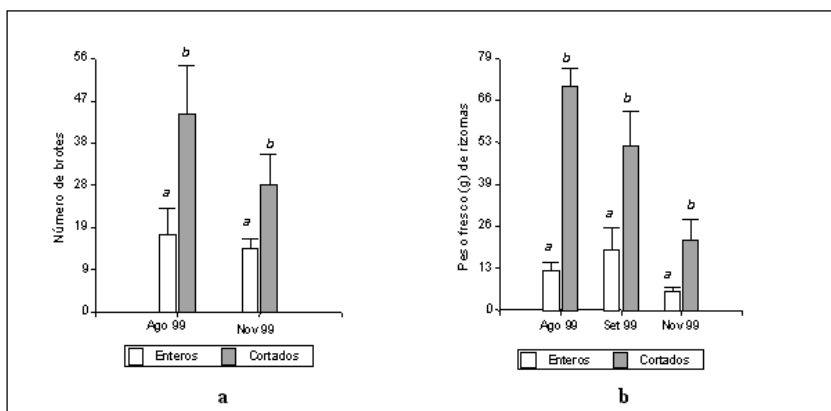


Figura 4. a: Número de brotes y b: peso fresco de rizomas enteros y cortados, en las fechas que se hallaron diferencias significativas según prueba de rangos múltiples de Duncan ($p < 0,05$).

a: Sprout number and b: fresh weight of entire and cut rhizomes in dates when significant differences ($p < 0.05$) by Duncan multiple range test were found.

dum, hallaron que el tratamiento con dos pasadas de rastra de discos aumentó significativamente el rebrote de *E. horridum* evidenciado por la alta densidad de plantas de menor diámetro (68 % de cobertura de *E. horridum*).

El análisis de regresión lineal múltiple indicó que peso fresco, diámetro y longitud de rizoma explican escasamente las variaciones del número de brotes por rizoma ($R^2 = 0,12$), y la única variable que correlacionó significativamente ($r = 33,62$, $p < 0,05$) fue longitud ajustando al modelo lineal Número de brotes = $3,35 + 1,93 * \text{Longitud (cm)}$ del rizoma ($R^2 = 0,11$).

Fernández y Brevedan (1972) en *Solanum elaeagnifolium*; Hernández (1991) en *Tessaria absinthioides* y Kigel & Koller (1985) entre otros, han comprobado que en especies que se reproducen vegetativamente, la probabilidad de que las yemas se desarrollen y den origen a una nueva planta, aumenta con el tamaño del segmento, en algunos casos no sólo la longitud sino también el diámetro del segmento (*Tessaria absinthioides*). Por otra parte la variación en la brotación de rizomas y raíces, podría estar relacionada a un cambio estacional en el transporte y acumulación de fotoasimilados y en la reserva de carbohidra-

tos almacenados, además de cambios en los niveles hormonales (Fernández & Brevedan, 1972; Kigel & Koller, 1985). El desarrollo de plantas hijas de *Solidago canadensis* fue dependiente del clon madre durante la emergencia y el establecimiento, siendo cada vez menos dependientes a medida que avanzaba la estación de crecimiento (Hartnett y Bazzaz, 1983).

La densidad media de rizomas fue de $13,4.m^{-2}$. El índice de brotación resultó mayor en los rizomas enteros que en los cortados (Tabla 2).

Con respecto a las longitudes alcanzadas por los brotes a los 21 días la principal diferencia observada entre rizomas enteros y cortados fue que éstos últimos en ningún caso superaron los 70 mm de longitud, mientras que en los enteros, el 0,23 % alcanzó la categoría 6 (Figura 5). Los valores más altos de frecuencia ocurrieron en la categoría 1 (0-10 mm), con el 70 %, siguiéndole las categorías 2, 3 y 4 semejantes entre sí y con valores muy inferiores (7 a 12 %).

2) *Edad de rizomas*. La edad de los rizomas, presentó el mejor ajuste ($r = 0,87$; $n=117$)

Tabla 2. Número de brotes, peso fresco, índice de brotación, longitud y diámetro de rizomas de *E. horridum*. Valores promedios, desvío estándar y rangos, entre paréntesis.

Shoot number, fresh weight, sprouting index, length and *E. horridum* rhizomes diameter. Average and standard deviation, the intervals are expressed between brackets.

	Número de brotes	Peso fresco (g)	Índice de brotación N° brotes/PF*	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
Enteros	10,6 ± 6,7	12,3 ± 8,9	3,8 ± 4,6	3,4 ± 1,3	1,9 ± 0,7
(n = 9)	(1 - 49)	(0,2 - 102,1)	(0,06 - 27,5)	(1 - 11,3)	(0,5 - 5,3)
Cortados	37,3 ± 17,8	91,6 ± 61	0,6 ± 0,6	9 ± 3,2	3,9 ± 0,9
(n = 8)	(5 - 79)	(3,2 - 277,2)	(0,24 - 4,38)	(2 - 15,5)	(1,4 - 5,3)

* PF: Peso fresco

con el diámetro del rizoma, de acuerdo al modelo Edad (meses) = 1,1547469 + 0,43447522 * Diámetro (mm). Los valores de los residuales presentaron una desviación reducida y balanceada para valores bajos e intermedios de diámetro, observándose una

mayor dispersión para los valores más altos (Figura 6). Aplicando esta ecuación a los rizomas del ensayo de brotación se estimó que los rizomas enteros no superaron los 9 meses de edad y los rizomas cortados presentaron un promedio de 18 meses, es decir, el doble

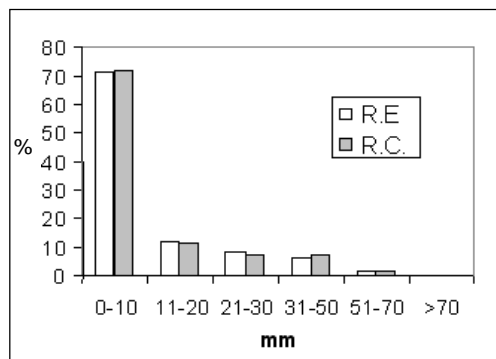


Figura 5. Distribución porcentual de la longitud promedio de brotes por categoría en rizomas enteros (R.E.) y cortados (R.C.) de *E. horridum*.

Shoot average percental distribution per category in entire (R.E.) and sectioned (R.C.) *E. horridum* rhizomes.

de la de los enteros. Esto podría explicar la mayor brotación registrada en los rizomas de menor diámetro, longitud y peso fresco y por lo tanto mayor eficiencia de brotación por tratarse de tejidos más jóvenes.

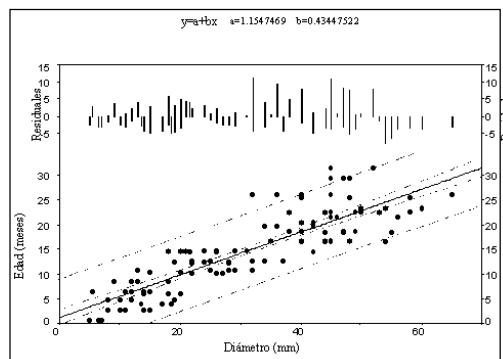


Figura 6. Regresión lineal entre edad y diámetro del rizoma del *E. horridum*, límites de confianza ($p < 0,05$) y valores residuales.

Lineal regression between age and *E. horridum* rhizome diameter, confidence limits ($p < 0.05$) and residual values.

CONCLUSIONES

La actividad de las yemas de rizomas de *E. horridum* varía estacionalmente, disminuyendo durante el estadio reproductivo en ve-

rano.

La eficiencia de brotación de rizomas de *E. horridum* disminuye con la edad y la longitud de los mismos.

El diámetro es un buen predictor de la edad de los rizomas de *E. horridum*.

AGRADECIMIENTOS

Al estudiante Héctor García i Serrano, Becario Intercampus E. Al 99, de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona, por su colaboración en los ensayos exploratorios. A los árbitros que revisaron este manuscrito por sus valiosos aportes.

BIBLIOGRAFÍA

- Cámpora, F. L. 1985. Observaciones sobre la biología de *Eryngium horridum*, "cardilla", "caraguatá". Tesis de Grado. Facultad de Agronomía: Ministerio de Educación y Cultura. Universidad de la República. La Estanzuela, Uruguay. 94 pp.
- Bendersky, D., E. Spahn & J. Casermeiro. 2001. Intersiembrado y manejo de especies invernales en un campo proveniente de una chacra degradada. Libro Resúmenes 1^{er}. Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales. San Cristóbal, Santa Fe, Argentina. P. 81
- Cristaldo, M. & V. H. Lallana. 2000. Control mecánico de caraguatá en campos de pastoreo. 2^o Informe de Beca de Iniciación a la Investigación. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER. Oro Verde, Entre Ríos, Argentina. 24 p. y Anexo.
- Elizalde, J. H. I., M. Del C. Lallana & V. H. Lallana. 1997. Reproducción sexual y asexual de *Eryngium paniculatum* - Apiaceae - ("caraguatá"). Actas XIII Congreso Latinoamericano de Malezas, Buenos Aires, Argentina pp. 161-170.
- Fernández, O. A. & R. E. Bredan. 1972. Regeneración de *Solanum elaeagnifolium* Cav. a partir de fragmentos de sus raíces. Darwiniana 17: 433-442.
- Grime, J. P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. Ed. John Wiley Sons, Ltd. London. Chapter 3. 221 pp.
- Hartnett, D. C. & F. A. Bazzaz. 1983. Physiological integration among intracolonial ramets in *Solidago Canadensis*. Ecology 64 (4): 779-788.
- Hernández, P. E. 1991. Estrategias de crecimiento y reproducción de *Tessaria absinthioides*. Maleza de distritos de riego. M. Sc. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, UNS, Bahía Blanca, Argentina. 125 pp.
- InfoStat. 2002. InfoStat versión 1.1. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina. 266 p.
- Kays, S. & J. L. Harper. 1974. The regulation of plant and tiller density in a grass sward. Journal Ecology 62: 97-105
- Kigel, J. & D. Koller. 1985. Asexual reproduction of weeds. En S.O. Duke, Ed. Weed Physiology. CRC Press, Inc. Florida. 65 -110 pp.
- Lallana, V. H., Lallana, M. Del C. & J. H. I. Elizalde. 1996. Dinámica de la biomasa, fitoquímica y fenología de *Eryngium paniculatum* en condiciones experimentales. Actas XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, Mendoza, Argentina. 140-141 pp.
- Oyhamburu, E. M., A. Baldo & M. P. Silvestrini. 2000 a). Pastizal natural tratado con glifosato y fertilizado con nitrógeno o fosfato diamónico. 1. Producción de forraje. Revista Argentina Producción Animal. Vol. 20 Sup. I 116-117 pp.
- Oyhamburu, E. M., A. Baldo & M. P. Silvestrini. 2000 b). Pastizal natural tratado con glifosato y fertilizado con nitrógeno o fosfato diamónico. 2. Composición florística. Revista Argentina Producción Animal. Vol. 20 Sup. I 117-118 pp.
- Pérez, P. G., M. V. García Valdez, A. Pérez, V. Cordileone & R. M. Toranzos. 2000. Fertilización y remoción mecánica de suelo en una pastura degradada. Revista Argentina Producción Animal. Vol. 20 Sup. I 201-202 pp.
- Plan Mapa de Suelos, INTA - Gobierno de Entre Ríos. 1980. Suelos y erosión de la provincia de Entre Ríos. Estación Experimental Agropecuaria Paraná. Serie Relevamientos de Recursos Naturales N° 1, Tomo II. 63-65 pp.
- Rochi, G. & 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.
- Silvertown, J. 1982. Introduction to plant population ecology. (pp. 136-142). Longman Inc., New York. 209 pp.
- SSPS, Inc. 1996 Table curve 2 D Version 4.06, AISN Software Inc.
- Vigna, M. R. 1982. Estudios sobre la biología de *Solanum elaeagnifolium* Cav. y su susceptibilidad a dos herbicidas. M. Sc. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, UNS., Bahía Blanca, Argentina. 167 pp.