Ecología Austral 6:9-16, 1996
Asociación Argentina de Ecología

Capacidad de propagación vegetativa de *Alternanthera philoxeroides* en suelos agrícolas

Sara I. Alonso[1] y Katsuo A. Okada[2]
1 Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, C.C. 276, 7620 Balcarce, Argentina
2 Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Oficina Regional para las Américas, c/o CIAT, A.A. 6713, Cali, Colombia

Resumen. Alternanthera philoxeroides *es una maleza sudamericana de ambientes acuáticos y palustres que también puede invadir suelos agrícolas bien drenados, en los que se perpetúa a través de rizomas y raíces gemíferas. Con el objetivo de describir la modalidad de propagación vegetativa se efectuaron experiencias con raíces seccionadas y con fragmentos de raíces y rizomas. La polaridad y dominancia apical de las plantas intactas se mantuvo en los fragmentos de ambos tipos de órganos, especialmente en trozos de raíz. La profundidad de enterrado condicionó la capacidad de regeneración de las raíces seccionadas y la velocidad de emergencia de los tallos. La posibilidad de emergencia de tallos en condiciones de campo fue escasa a profundidades superiores a los 30 cm. La capacidad de propagación de los fragmentos de raíz dependió del diámetro y longitud de los fragmentos; a mayor diámetro y longitud de los mismos, mayor fue el porcentaje de emergencia de los tallos, el número de brotes por fragmento y la velocidad de emergencia de los brotes. Similar comportamiento se observó en los rizomas en relación con el diámetro y el número de nudos.*

Abstract. Alternanthera philoxeroides *is a South American aquatic weed which can also invade well drained agricultural soils by rhyzome and root propagation. In order to understand how this weed propagates on well drained agricultural soils, a number of experiments were carried out using cut roots and fragments of both rhizomes and roots. The polarity and apical dominance of intact plants as maintained by fragments of both roots and rhizomes, specially in root fragments. Soil depth at which fragments were buried determined the regenerative capacity of cut roots and the velocity of emergence of shoots. At field conditions shoot emergence was poor in root fragments buried below 30 cm. Propagation capacity of root fragments depended on their length and diameter; the longer and thicker the fragment, the higher was the percentage of shoot emergence, the number of shoots per fragment and the speed of emergence. Similar relationship was observed in rhizome fragments.*

Introducción

Alternanthera philoxeroides (Mart.) Gris., conocida como "lagunilla" ("alligatorweed"), es una maleza perenne de crecimiento estival originaria del subtrópico americano (Argentina, sur del Brasil, Paraguay y Uruguay), que se encuentra en ambientes acuáticos y palustres. Ha invadido ciertos ambientes en Estados Unidos, Australia, Nueva Zelandia, India, China, Tailandia y otros países de clima tropical y subtropical, donde constituye una importante maleza (Lal y Sah 1990, Julien y Chan 1992, Vogt et al. 1992).

La mayoría de las investigaciones en *A. philoxeroides* se relacionan con la biología y el control en sistemas acuáticos o palustres, en los que la propagación se efectúa por vía agámica a través de trozos de tallos aéreos o flotantes (Julien y Bourne 1988). La aplicación de herbicidas en general ha resultado poco efectiva y el control biológico a través de insectos, aunque ha aliviado el problema, no ha impedido que la lagunilla continúe siendo una importante maleza en Estados Unidos (Quimby y Kay 1977). Similares

resultados se han obtenido en Australia empleando diferentes agentes biológicos (Julien y Chan 1992).

La lagunilla también puede invadir sistemas terrestres, como pastizales y parques (Julien y Broadbent 1980). En Argentina constituye una verdadera plaga en campos bajos y húmedos porque dificulta las labores e impide el crecimiento de las plantas que en ellos se cultivan (Parodi 1964). Se la cita como maleza de diferentes cultivos estivales, pasturas y rastrojos, así como en huertas, viveros y montes frutales (Okada et al. 1985, Lallana 1989, Marzocca 1993), aunque existirían distintos ecotipos. Por ejemplo, en Balcarce, Provincia de Buenos Aires, las poblaciones silvestres de suelos anegados son tetraploides, mientras que las de suelos bien drenados son, en su mayoría, hexaploides. Estas poblaciones, más robustas que las tetraploides, son invasoras y causan severas disminuciones en el rendimiento de los cultivos invadidos; en casos de lotes con invasión generalizada, la disminución de los rendimientos es tan elevada que se deben abandonar los cultivos (Okada et al. 1985).

En ambos citotipos, los rizomas y principalmente las raíces son los órganos perdurantes que posibilitan la persistencia de la especie en suelos agrícolas, ya que desde dichos órganos se produce la emergencia de tallos aéreos en la primavera. El sistema radicular es heterorrizo y está formado por raíces gruesas de crecimiento ortótropo, por raíces plagiótropas largas y de diámetro variado y por raíces adventicias inicialmente finas, originadas desde los nudos de los tallos aéreos y los rizomas. Las raíces ortótropas pueden alcanzar más de un metro de profundidad, mientras que los rizomas suelen encontrarse en la capa arable (Okada et al. 1985). Los implementos utilizados en los sistemas convencionales de labranza seccionan las raíces y los rizomas originando fragmentos de diferentes tamaños.

Las malezas que se perpetúan por raíces gemíferas o rizomas constituyen un grave problema por la dificultad que representa su control y erradicación. Las técnicas de control propuestas para este tipo de malezas varían en función de la especie y de la modalidad y capacidad de propagación vegetativa (Hakansson 1982). El objetivo de este trabajo es describir la capacidad de regeneración de la lagunilla a partir de fragmentos de raíces y rizomas.

Materiales y Métodos

Poblaciones

En todos los experimentos se utilizó un clon hexaploide invasor en lotes agrícolas (ALO 109 = 6xM), complementado en la experiencia de polaridad con dos clones tetraploides (Okada y Alonso 6509 y Okada 7337). Los datos de colección y las características morfológicas de los materiales fueron presentadas en un trabajo previo (Okada et al. 1985).

Los experimentos realizados en invernáculo se efectuaron en los meses de octubre y noviembre, en coincidencia con la época de mayor rebrote y emergencia de tallos observada en el campo. El día previo al inicio de cada experiencia el material fue extraído directamente del lugar de origen, procesado en el laboratorio y conservado húmedo en bolsas de plástico. En todos los casos los fragmentos de raíz y de rizoma que se utilizaron no presentaban yemas visibles.

Polaridad y Dominancia Apical

En el mes de octubre, fragmentos de rizomas con tres nudos y de raíces de 5 mm de diámetro y 6 cm de longitud pertenecientes a cada clon, fueron enterrados en tres posiciones: horizontal a 1 cm de la superficie; vertical normal, con el extremo proximal a 1 cm de la superficie; vertical invertido, con el extremo distal a 1 cm de la superficie. En rizomas y raíces se consideró como extremo proximal a aquel ubicado más próximo a la planta madre antes del fraccionamiento (Caso 1972). Se establecieron tres zonas: proximal, central y distal, determinadas en las raíces por la sección de 2 cm de longitud que incluía los respectivos extremos y la porción central respectivamente, y en los rizomas por el nudo correspondiente. De cada clon se plantaron tres trozos por posición y tipo de órgano. Cada uno de ellos fue colocado en una maceta con arena, las que fueron mantenidas en el laboratorio con temperatura ambiente y riego diario. En cada tratamiento se registró, al mes del inicio de la experiencia, el número de fragmentos con brotes y la ubicación de éstos y de las raíces nuevas; los datos se analizaron según un diseño completamente aleatorizado (DCA) con arreglo factorial 3 x 3 (clones x posición) con tres repeticiones.

Profundidad

1- Raíces Seccionadas. En un campo uniformemente invadido por el citotipo 6xM se efectuó un experimento preliminar con tres tratamientos consistentes en una sola parcela muestral por tratamiento. Se marcaron parcelas de 1 m^2, y a principios de octubre se extrajo todo el suelo y el material vegetal presente hasta los 15, 30 o 50 cm de profundidad según el tratamiento, evitando toda alteración por debajo del nivel seleccionado. En cada parcela se registró en una cuadrícula la ubicación y el diámetro de las raíces seccionadas que permanecían enterradas. Luego se colocó un bastidor perimetral de madera a fin de aislar totalmente la excavación del terreno circundante y se rellenó con suelo tamizado hasta alcanzar el nivel original. Se registró el número y posición de los tallos que emergieron durante los cinco meses posteriores al tratamiento. Se consideró que cada tallo era originado por la raíz decapitada ubicada en línea recta por debajo de su punto de emergencia y, en base a la cuadrícula inicial, se determinó el origen de cada tallo emergido.

2- Fragmentos de raíz. Doce trozos de raíz del clon 6xM, de 7 cm de longitud y 5 mm de diámetro, se plantaron horizontalmente en macetas sobre una mezcla de turba y suelo franco (1:1), a razón de uno por maceta; seis fragmentos se cubrieron con 15 cm de sustrato y otros seis con 30 cm. Las macetas se mantuvieron en un invernáculo con riegos frecuentes durante los meses de octubre y noviembre, a fin de registrar la dinámica de emergencia de los tallos.

Tamaño de los Fragmentos

1- Raíces. Trozos de raíz de plantas 6xM de diferentes longitudes (0.5; 1; 2 y 4 cm) y diámetros (<2.5; 2.5-4.5 y >4.5 mm), se plantaron horizontalmente en recipientes plásticos con arena de río a 1 cm de profundidad. Para cada combinación de diámetro y longitud se efectuaron dos repeticiones, cada una de ellas representada por cinco fragmentos (submuestras); el ensayo se realizó en el mes de noviembre y se condujo según un DCA con arreglo factorial 4 x 3. Los recipientes se mantuvieron en un invernáculo por 30 días durante los cuales se registró la dinámica de la emergencia de tallos cada cuatro días. Luego de ese período los fragmentos se desenterraron y clasificaron como: a) vivos con brotes emergidos; b) vivos con raíces o con yemas formadas pero no emergidas y c) muertos. Se calculó por parcela, el porcentaje de fragmentos brotados, el número de tallos por fragmento y el porcentaje de fragmentos muertos (% de mortalidad). La velocidad de emergencia se estimó a través del índice propuesto por Maryam y Jones (1983), modificado para recuentos periódicos, de tal modo que a mayor valor de índice menor velocidad del proceso analizado. El índice de emergencia (IE) se calculó en base a la fórmula: $IE = \sum[(N_i.D_i)/N]$, donde: N_i = número de tallos emergidos entre D_{i-1} y D_i; D_i = número de días desde el inicio de la experiencia hasta el recuento i ; N = número total de tallos emergidos; $\sum$ para i = 1 a n; n = número de recuentos. Los registros se sometieron a análisis de la varianza, efectuándose la comparación de medias de tratamientos mediante la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

2- Rizomas. Trozos de rizoma del citotipo 6xM, con uno y tres nudos y de diferente diámetro (<5 y >5 mm) se plantaron y manejaron de acuerdo a la metodología descripta en la experiencia anterior, ubicando 4 fragmentos por combinación de tratamientos. La experiencia se condujo como un DCA con arreglo factorial 2 x 2, con dos repeticiones. Se registró el porcentaje de fragmentos brotados, el número de tallos emergidos por fragmento y por nudo del rizoma, y la velocidad de emergencia en base al índice anterior.

En el ensayo de tamaños de raíces y rizomas, los porcentajes se calcularon considerando al total de las submuestras de cada parcela como el 100%, mientras que para número de fragmentos e índice se empleó el promedio de las submuestras como dato de cada celda; previo al análisis de la varianza los datos de las variables expresadas en porcentaje fueron sometidos a una transformación angular (Arcoseno $\sqrt{x}$, para x = proporción), pero en el trabajo se presentan los valores medios sin transformar. La comparación de medias se estableció mediante la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

Resultados

Polaridad y Dominancia Apical

En los tres clones, el 100% de los fragmentos de raíces y rizomas emitieron tallos aéreos y nuevas raíces independientemente de la posición en que fueron plantados. En las raíces, el 100% de los tallos se originó en el segmento proximal y las nuevas raíces en el sector distal, aún en los trozos invertidos; cuando se desarrolló más de un tallo por fragmento, el ubicado en el extremo más proximal era de mucho mayor tamaño que el resto.

En los rizomas no hubo diferencias significativas relacionadas con la posición de entierro de los fragmentos ni entre los clones empleados ($P \leq 0.05$); el 87% de los tallos se originó desde el nudo proximal y el resto desde el nudo central, mientras que las nuevas raíces se originaron en todos los nudos. El desarrollo del primer tallo en general no inhibió la emisión de otros tallos, tanto desde la yema opuesta del mismo nudo como desde las yemas del nudo siguiente, aunque éstos eran de menor tamaño.

Profundidad

1-Raíces seccionadas. Las raíces remanentes luego del decapitado se clasificaron en tres categorías en base al diámetro (Tabla 1). Las de diámetro medio (3-6 mm) predominaron en los tres niveles mientras que las menos abundantes fueron siempre las raíces gruesas. El mayor número de raíces se observó en los primeros 30 cm de suelo.

El 34.7% de las raíces seccionadas originó un tallo que logró emerger y de ellas, sólo 5 de las que fueron cortadas a 15 cm de profundidad emitieron dos tallos. El 87% de los tallos procedía de raíces de diferente grosor decapitadas a 15 cm de profundidad, y el 13% restante de raíces gruesas seccionadas a 30 cm. No emergió ningún tallo de raíces seccionadas a 50 cm luego de cinco meses, momento en que se suspendió la experiencia. El 50% de emergencia se registró a los 68 días desde los fragmentos enterrados a 15 cm y a los 95 días en los trozos ubicados a 30 cm.

2- Fragmentos de raíz. Todos los fragmentos enterrados a 15 o 30 cm de profundidad produjeron tallos aéreos. En los trozos ubicados a menor profundidad se registraron en promedio 2.17 ($\pm$ 0.93) tallos aéreos luego de dos meses de enterrados, mientras que en los ubicados a mayor profundidad el número medio de tallos aéreos fue de 1.3 ($\pm$ 0.49). El 50% de emergencia de tallos se produjo aproximadamente 10 días antes que en el ensayo de campo.

Tamaño

1- Raíces. El 47% del total de los fragmentos plantados emitió tallos aéreos, el 39% no formó tallos, pero continuó turgente luego de transcurrido un mes desde la plantación observándose en ellos la formación de raíces y/o yemas incipientes, y sólo el 14% de los fragmentos murió. La interacción longitud por diámetro resultó significativa ($P \leq 0.05$) sólo para porcentaje de fragmentos vivos sin tallos emergentes (Tabla 2). Esta categoría de fragmentos se encontró en mayor proporción entre los trozos menores de 2.5 mm de diámetro, cualquiera fuese su longitud, registrando valores entre 65 y 85%, los cuales difirieron del resto de las combinaciones las que en ningún caso superaron el 40%.

En las restantes variables se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) según la longitud y el diámetro de los fragmentos (Tabla 2). El mayor porcentaje de fragmentos con tallos se registró en los trozos de 4 cm de longitud, los que difirieron significativamente de los fragmentos inferiores a los 2 cm (Tabla 3). Los trozos de raíz menores de 2.5 mm de diámetro resultaron poco efectivos para emitir tallos aéreos (8.8%), en contraposición con los fragmentos de mayores diámetros, los que, en promedio, emitieron tallos en un 65.6%.

La mayor mortandad se produjo en los trozos de 0.5 cm de longitud (28.3%), y en los que presentaban diámetros menores a 2.5 mm o mayores a los 4.5 mm, los que variaron entre 16.2 y 20% de mortandad. El porcentaje de fragmentos muertos fue de sólo 1.7% en los trozos más largos y del 5% en los de diámetro intermedio.

Tabla 1. Número de raíces seccionadas, número y porcentaje de raíces seccionadas que produjeron tallos y número total de tallos emergidos, a diferentes profundidades en una unidad experimental de 1 m^2 de suelo agrícola invadido con *A. philoxeroides*.

Table 1. Number of decapited roots, number and percentage of decapited roots with emerged shoots and number of emerged shoots, at different depth in one experimental unit of 1 m^2 of crop soil infested with *A. philoxeroides*.

Profundidad	N° raíces seccionadas (mm)				Raíces con tallos		
(cm)	Por clase de diámetro						
	< 3	3-6	>6	Total	Número	%	N° de tallos
15	13	20	4	37	28	75.7	33
30	14	21	8	43	5	11.6	5
50	3	9	3	15	0	0	0
Total	30	50	15	95	33	34.7	38

Tabla 2. Valores de P del análisis de varianza para porcentaje de fragmentos con tallos emergidos (%Fc/T), mortandad (%M), número de tallos por fragmento (N°T/F), índice de emergencia (IE) y porcentaje de fragmentos vivos (%FV) en raíces y rizomas de lagunilla. Fuente de variación (FV), grados de libertad (gl).

Table 2. Values of P of analysis of variance of percentage of fragments with shoots (%FcT), mortality (%M), number of shoots per fragment (N°T/F) and emergence index (IE) of roots and rhizomes of alligatorweed. Source of variation (FV), degrees of freedom (gl).

	Raíces						Rizomas			
FV	gl	%Fc/T	%M	N°T/F	IE (días)	%FV	FV	gl	IE (días)	N°T/F
Longitud	3	0.00*	0.0*	0.00*	0.05*	0.17ns	Nudos	1	0.08ns	0.01*
Diámetro	2	0.00*	0.01*	0.00*	0.00*	0.00*	Diámetro	1	0.0*	0.11ns
Int(LxD)	6	0.06ns	0.32ns	0.44ns	0.15ns	0.02*	Int(NxD)	1	0.01*	0.11ns

Tabla 3. Porcentaje de fragmentos con tallos emergidos (%FcT), mortandad (%M), número de tallos por fragmento (N°T/F) e índice de emergencia de tallos (IE), en raíces y rizomas de lagunilla. Los datos son valores medios y aquellos con la misma letra no son significativamente diferentes, test de Duncan P= 0.05.

Table 3. Percentage of fragments with shoots (%FcT), mortality (%M), number of shoots per fragment (N°T/F) and emergence index (IE) of roots and rhizomes of alligatorweed. The data are mean values and those with the same letter are not significantly different, Duncan test P= 0.05.

	Raíces					Rizomas		
	%FcT	%M	N°T/F	IE	%FV		N°T/F	IE
Longitud (cm)						N° nudos		
0.5	25.1c	28.3a	0.80b	20.3ab	46.67	1	1.25b	11.10
1	45.0b	13.3b	0.94b	22.4a	41.67	3	2.25a	11.67
2	51.7ab	11.7bc	2.07a	18.4b	36.67			
4	65.0a	1.7c	2.11a	21.2ab	33.33			
Diámetro (mm)						Diámetro (mm)		
<2.5	8.8b	16.2a	0.56b	27.4a	75.00	<5	1.5a	10.45
2.5-4.5	71.2a	5.0b	1.74a	16.3b	23.75	>5	2.0a	12.33
>4.5	60.0a	20.0a	2.14a	17.9b	20.00			
Interacción	ns	ns	ns	ns	*		ns	*

El mayor número de tallos por fragmento fue originado por los fragmentos de más de 2 cm de longitud, y por los de diámetro superior a 2.5 mm, pero la relación número de brotes/cm de raíz fue inversamente proporcional a la longitud del fragmento ya que resultó máxima en los trozos más cortos (1.6 fragmentos/cm) y registró valores de 1.06, 1 y 0.4 brotes/cm de raíz, para los fragmentos de 1, 2 y 4 cm respectivamente. La velocidad de emergencia fue mayor en los trozos de diámetro superior a 2.5 mm y en los fragmentos de 2 cm de longitud, aunque en este último caso sólo difirieron de los que tenían 1 cm (Tabla 3).

2 - Rizomas. La mortandad fue nula ya que todos los fragmentos emitieron tallos aéreos independientemente del tamaño de los mismos. La interacción número de nudos por diámetro del rizoma no fue significativa para número de tallos por fragmento, pero si para velocidad de emergencia (Tabla 2). El número de tallos por fragmento de rizoma fue superior en los rizomas de tres nudos ($P \leq 0.05$), pero no varió en función del diámetro (Tabla 3). La velocidad de emergencia de tallos desde los fragmentos que combinaron mayor número de nudos y diámetro fue de 13.2 días, significativamente menor que en las otras tres combinaciones, en las que la velocidad osciló entre 10.2 y 11.5 días.

Discusión

En suelos agrícolas la lagunilla presenta un abundante desarrollo de rizomas y principalmente de raíces gemíferas. En plantas con este sistema de propagación, los tallos se producen de yemas de tipo adicional y de tipo reparador. Las primeras se hallan normalmente en raíces no dañadas mientras que las reparadoras se forman en respuesta al daño por decapitación o fraccionamiento (Hakansson 1982). Este autor utiliza el término regeneración para expresar el desarrollo de nuevas raíces y tallos (nuevas plantas) desde un órgano vegetativo luego que la planta ha sido dañada, y considera que un fragmento vegetativo posee habilidad regenerativa cuando puede desarrollar nuevas raíces y tallos. La lagunilla, tanto hexaploide como tetraploide, posee una excelente capacidad de regeneración a partir de fragmentos de raíces y rizomas. Según la clasificación de Hakansson (1982), en suelos agrícolas la lagunilla se puede considerar una maleza invasora por raíces plagiótropas, como el caso de *Cirsium vulgare* y *Convolvulus arvensis*.

Los fragmentos de raíces emitieron tallos sólo desde el extremo proximal indicando que se mantiene la polaridad de las plantas intactas, al igual que en otras malezas con raíces gemíferas como *Diplotaxis tenuifolia* y *Solanum eleagnifolium* (Caso 1972, Fernández y Brevedán 1972). El fraccionamiento anula la dominancia apical de las raíces intactas y de los fragmentos largos permitiendo la formación de tallos aéreos y raíces, pero continúa vigente en los fragmentos. En los trozos de rizoma, la dominancia del extremo proximal respondió a un patrón similar al presentado por las raíces, y por otras malezas rizomatosas como *Sorghum halepense* y *Agropyron repens*, en cuanto a la formación de nuevos tallos (Hakansson 1968, McWhorter 1972). Sin embargo, la formación de raíces desde los rizomas no manifestó un efecto de dominancia del sector proximal sobre el resto, comportándose en forma semejante a los tallos aéreos, de tipo estolonífero, los que poseen alta capacidad de enraizamiento en todos los nudos, especialmente en ambientes acuáticos y palustres (Okada et al. 1985, Julien y Broadbent 1980), características que amplían las posibilidades de establecer nuevas poblaciones a partir de fragmentos.

La habilidad regenerativa de las raíces seccionadas disminuye en función del diámetro y de la profundidad a la que fueron cortadas, factores que afectarían tanto el porcentaje de emergencia como la velocidad para emerger. En *Euphorbia essula* las raíces decapitadas a 90 cm de profundidad pudieron emitir tallos hasta la superficie (Rajú et al. 1964), pero en la lagunilla no se registró emergencia desde las raíces cortadas a 50 cm de profundidad luego de cinco meses. Como estas observaciones se efectuaron sobre las raíces de una sola parcela, los resultados deberán ser corroborados en futuros ensayos en los que además, se debería determinar si dichas raíces continúan en condiciones de emitir tallos luego de ese período. Sin embargo, los tallos que pudiesen emergen en otoño tendrían escasas posibilidades de acumular reservas y persistir, por tratarse de una maleza estival muy sensible a las heladas.

La profundidad de entierro afectó la velocidad de emergencia ya que los tallos formados a los 15 cm aventajaron en 25 a 27 días a los originados desde raíces ubicadas al doble de profundidad. En condiciones de campo la emergencia de tallos demoró más de una semana en relación al ensayo de invernáculo, diferencias probablemente debidas a las mejores condiciones hídricas, determinadas por el riego frecuente,

y térmicas (20° ± 3°C), en relación con las condiciones ambientales imperantes en el campo.

La lagunilla puede regenerar individuos a partir de fragmentos de reducido tamaño, aunque la regeneración es superior en los trozos de raíz mayores de 2 cm de longitud y de 2.5 mm de diámetro, y en segmentos de rizoma con más de un nudo, independientemente del diámetro. Los fragmentos de raíz de menores dimensiones presentan mayor porcentaje de mortandad, pero una alta proporción continúa vivo luego de un mes presentando yemas incipientes, indicativas de su potencialidad para generar nuevas plantas. Por lo anterior, la habilidad regenerativa de la lagunilla es superior a la mencionada para *Diplotaxis tenuifolia*, especie que no regenera plantas desde fragmentos de raíz de escasas dimensiones (Caso 1972), mientras que a partir de trozos de rizoma es similar a la observada en *Achillea millefolium* (Bourdot et al. 1982, Bourdot 1984).

Tanto en los rizomas como en las raíces, el mayor número de tallos emergidos por unidad de longitud correspondió a los fragmentos cortos coincidiendo con lo observado en *Agropyron* (Hakansson 1968) y *Achillea* (Bourdot 1984). En los fragmentos de mayor longitud la dominancia apical explicaría el menor número de tallos emitidos ya que los primeros en originarse utilizarían ventajosamente los carbohidratos de reserva disminuyendo la posibilidad de que otros brotes se puedan desarrollar. La mayor velocidad de emergencia de los tallos procedentes de fragmentos largos o gruesos podría ser también atribuída al mayor contenido de sustancias de reserva existente en los mismos, tal como fue observado en fragmentos de raíz de *Convolvulus arvensis* (Swan y Chancelor 1976). La menor disponibilidad de sustancias de reserva haría más difícil la emergencia de tallos desde fragmentos pequeños enterrados profundamente.

El tamaño de los fragmentos condiciona entonces la capacidad regenerativa de los trozos tanto en los rizomas como en raíces de la lagunilla; a mayor tamaño de los fragmentos (medido por el número de nudos, la longitud o el diámetro del fragmento), mayor será el porcentaje de tallos aéreos y la velocidad de emergencia. Una tendencia similar a la presentada por lagunilla en relación a la profundidad de entierro y al tamaño de los fragmentos fue observada en *Achillea millefolium* y *Agropyron repens* (Hakansson 1968, Harradine 1980, Bourdot 1984).

El control o erradicación de la lagunilla mediante el empleo de herbicidas no ha dado resultados satisfactorios ni siquiera con la utilización de glifosato, debido a su escasa traslocación hacia las raíces (Julien y Bourne 1988, Bowmer et al. 1993). Los herbicidas destruyen la parte aérea de la maleza sin afectar mayormente sus órganos subterráneos los que pueden generar individuos desde los fragmentos no afectados. Del mismo modo, las labores que ocasionen el trozado de rizomas y raíces tampoco resultarían una práctica de control efectiva, ya que por el contrario, incrementaría el número de individuos y su distribución hacia áreas no invadidas. Si bien no se poseen referencias, la realización de cultivos sin labranza o con labranza reducida podría disminuir la regeneración de individuos vía fragmentos de rizomas y raíces, aunque no evitaría la emergencia de tallos desde los órganos subterráneos, ni su propagación en superficie a través de estolones.

Para malezas con sistemas de multiplicación similares al de la lagunilla se han propuesto métodos de control tendientes a agotar las reservas de los órganos de multiplicación vegetativa utilizando cultivos competitivos, combinados con métodos mecánicos y químicos (Hakansson 1982). Los resultados obtenidos en el presente trabajo a través de experimentos bajo condiciones controladas, contribuyen a establecer la potencialidad de regeneración de la lagunilla, pero para establecer la estrategia de control más adecuada, es necesario la realización de estudios tendientes a establecer él o los períodos críticos del ciclo de esta maleza en sistemas reales y la influencia de los factores que regulan su desarrollo.

Agradecimientos. Agradecemos a la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce, INTA, por haber subsidiado el trabajo y a los investigadores que oficiaron de árbitros del manuscrito original, por sus sugerencias y principalmente por su acertadas correcciones y críticas.

BIBLIOTECA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES
HEMEROTECA

Bibliografía

Bourdot, G.W. 1984. Regeneration of yarrow (*Achillea millefolium* L.) rhizome fragments of different length from various depths in the soil. Weed Res. 24:421-429.

Bourdot, G.W., R.J. Field y J.G.H. White. 1982. Yarrow: numbers of buds in the soil and their activity on rhizome fragments of varying length. New Zeal. J. Exp. Agric. 10:63-67.

Bowmer, K.H., P.L. Eberbach y G. McCorkelle. 1993. Uptake and translocation of ^{14}C-glyphosate in

Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb. (alligatorweed) I. Rhizome concentrations required for inhibition. Weed Res. 33:53-57.

Caso, H.O. 1972. Fisiología de la regeneración de *Diplotaxis tenuifolia* (L.) D.C. Bol. Soc. Arg. Bot. 16:335-346.

. ernández, O.A. y R.E. Brevedán. 1972. Regeneración de *Solanum eleagnifolium* Cav. a partir de fragmentos de sus raíces. Darwiniana 17:433-442.

Hakansson, S. 1968. Experiments with Agropyron repens (L.) Beauv. II. Production from rhizome pieces of different sizes and from seeds. Various environmental conditions compared. Lantbrukshogskolans Annaler 34:3-29.

Hakansson, S. 1982. Multiplication, growth and persistence of perennial weeds. En Holzner, W. and Numata, N. (Eds.), Biology and ecology of weeds., W.J. Publishers, The Hague, Pp. 123-135.

Harradine, A.R. 1980. The biology of African feather grass (*Pennisetum macrourum* Trin.) in Tasmania, II. Rhizome biology. Weed Res. 20:171-175.

Julien, M.H. y J.E. Broadbent. 1980. The biology of Australian weeds. 3. *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. Journal of the Australian Institute of agricultural Science 46:150-155.

Julien, M.H. y A.S. Bourne. 1988. Alligatorweed is spreading in Australia. Plant Protection Quarterly 3:91-96.

Julien, M.H. y, R.R. Chan. 1992. Biological control of alligatorweed: unsuccessful attempts to control terrestrial growth using the flea beetle *Disonycha argentinensis* (Col.,Chysomelidae). Entomophaga 37:215-221.

Lallana, V.H. 1989. Malezas del arroz en sudamérica. Rev. Fac. Agron., Univ. Bs. As., 10:87-94.

Lal, C. y M. Sah. 1990. Range extension of three exotic aquatic macrophytes in north India. J.Bombay Nat. History Soc. 87:3.

Marzocca, A. 1993. Manual de malezas. 4a. Ed. Hemisferio Sur. Bs. As., Pp. 684.

Maryan, B. y D.A. Jones 1983. The genetic of maize (*Zea mays* L.) growing at low temperature. I. Germination of imbred lines and their F1s. Euphytica 32:535-542.

McWhorter, C.G. 1972. Factors affecting Johnsongrass rhizome production and germination. Weed Sci. 20:41-45.

Okada, K.A., S.I. Alonso y R.H. Rodríguez. 1985. Un citotipo hexaploide de *Alternanthera philoxeroides* como nueva maleza en el partido de Balcarce, provincia de Buenos Aires. RIA 20:37-53.

Parodi, L.R. 1964. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo II, Parte 1a. Ed. ACME, Pp. 706.

Quimby, P.C. y S.H. Kay. 1977. Hypoxic quiescence in Alligatorweed. Physiol. Plant. 40:163-168.

Rajú, M.V.S., T.A. Steeves y R.T. Coupland. 1964. On the regeneration of root fragments of leafy spurge (*Euphorbia esula* L.). Weed Res. 4:2-11.

Swan, D.G. y R.J. Chancelor. 1976. Regenerative capacity of field bindweed roots. Weed Sci. 24:306-308.

Vogt, G.B., P.C. Quimby y S.H. Kay. 1992. Effects of weather on the biological control of alligatorweed in the lower Mississippi Valley region, 1973-1983. Tech. Bull. USDA, N° 1766.

Recibido: Octubre 11, 1995
Aceptado: Julio 13, 1996