

Evaluación ecofisiológica de la competencia intraespecífica de *Cenchrus ciliaris* L. (Poaceae) en macetas

A. Vera^{1*}, C. Medrano², A. del Villar², V. Paz³ y A. Páez³

¹Laboratorio de Ecología, Centro de Investigaciones Biológicas, Facultad de Humanidades y Educación, LUZ.

²Departamentos de Botánica y de Estadística, Facultad de Agronomía, LUZ.

³Laboratorio de Ecofisiología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo 4001-A, estado Zulia, Venezuela.

Resumen

Se evaluó la competencia intraespecífica del pasto bufel (*Cenchrus ciliaris* L.), en macetas, a través de algunos parámetros ecofisiológicos y el coeficiente de competencia. El ensayo se llevó a cabo en un área de la Ciudad Universitaria de la Universidad del Zulia adyacente a la Facultad Experimental de Ciencias bajo las condiciones ecológicas de un bosque muy seco tropical y con riego. Se utilizó la metodología de densidades de adición (2, 4, 8 y 12 plantas/maceta), y se aplicó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se realizaron dos cosechas, de la biomasa de todas las plantas, una practicada a los 15, y la otra a los 30 días después del transplante. La altura, el área foliar y el peso seco de raíz, vástago y total fueron mayores en los tratamientos de baja densidad (2 y 4 plantas/maceta), en comparación a los correspondientes de alta densidad (8 y 12 plantas/maceta), revelando diferencias significativas ($p < 0,01$) entre ambos grupos poblacionales. El número de hojas fue relativamente mayor a baja densidad de plantas, y la floración se presentó en la cosecha de los 30 días. El valor del coeficiente reveló una limitada capacidad competitiva para la cosecha de los 15 días, mientras que para el segundo periodo de evaluación resultó una interacción más intensa. Se concluye que existe una fuerte competencia intraespecífica a medida que incrementa la densidad poblacional y la relación de los coeficientes (A_1/A_0) corroboran la presencia de esta interacción ecológica. Se recomienda continuar los estudios de competencia vegetal con otras especies de malezas de importancia agroecológica en la Planicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

Palabras clave: *Cenchrus ciliaris*, competencia intraespecífica, maleza, Maracaibo, pasto bufel, Poaceae, Venezuela.

Recibido el 24-9-2003 ● Aceptado el 10-10-2005

*Autor para la correspondencia e-mail: ajvera68@intercable.net.ve

Introducción

La competencia intraespecífica generalmente conduce a una reducción en la tasa de los recursos por espécimen, al tiempo que reduce el crecimiento y el desarrollo de los individuos debido a los cambios en las cantidades de los recursos en reserva. Como consecuencia, la competencia intraespecífica reduce la supervivencia y/o fecundidad de la población (2). Esta competencia intraespecífica se evidencia observando los cambios en la biomasa en comparación con la densidad de la planta (16).

Los métodos utilizados para estudiar la competencia fueron los factores de proximidad (densidad de la planta, arreglo espacial de los individuos, proporción de las especies), al igual que las técnicas del análisis de crecimiento (8, 4, 17). El análisis de regresión provee porcentajes de estimación de las competencias intraespecíficas, usando para esto la información de la masa de población (16). El uso combinado de estas herramientas permite evaluar la capacidad potencial competitiva en un nivel intraespecífico (17).

Cenchrus ciliaris L. (Poaceae), conocido como pasto bufel, es nativo de África pero se adapta muy bien en las regiones tropicales y subtropicales de hemisferio oeste (18).

Desde el punto de vista de la ecología, el pasto bufel es considerado como una maleza invasora desplazando las especies nativas, modificando así la adecuada propagación de las plantas en California, Texas, Hawaii y Australia (9, 15, 5, 10). El pasto bufel se propaga en gran cantidad en México, especialmente en las regiones semiaridas donde se encuentra bajo la forma de maleza en los campos de cosecha (6), brindándole a la especie una alta capacidad de competencia en los sistemas agroecológicos.

En Venezuela el pasto bufel se propaga extensamente, especialmente en la planicie de Maracaibo, Estado Zulia. Esta zona tiene un área clasificada como bosque seco muy tropical (3). Sin embargo, no existe información acerca del comportamiento del pasto bufel en la planicie de Maracaibo. Investigaciones realizadas en cuanto a la competencia intraespecífica del pasto bufel en la región proveerán información acerca del papel de estas especies como malezas. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es la de evaluar la competencia intraespecífica del pasto bufel en macetas, usando parámetros ecofisiológicos y la aplicación de un modelo matemático.

Materiales y métodos

Condiciones agroecológicas del área experimental

Los experimentos se realizaron en un área adyacente a la Facultad de

Ciencias de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. El área tiene condiciones climáticas de un bosque tropical muy árido (7) con formación de

sabanas. El pasto bufel (*Cenchrus ciliaris*) predomina cubriendo la tierra. Las precipitaciones anuales del área experimental son de 400 a 600 mm, distribuidas en dos temporadas. La temperatura media anual es de 28,5°C, según información brindada por la Estación Meteorológica de la Fuerza Aérea Rafael Urdaneta, Maracaibo (figura 1)

Material de la planta

Las semillas del pasto bufel se recolectaron a través de plantas silvestres pertenecientes a pastos secundarios generalmente considerados como monoespecíficos, con algunos individuos distribuidos de *Prosopis juliflora* y *Acacia tortuosa* localizados en un área cerca de la unidad experimental. Con el propósito de obtener suficientes plántulas las semillas del pasto bufel se sembraron en bolsas de polietileno de 50 kg, a una profundidad de 2 a 3 cm. El suelo se obtuvo de

la Granja Experimental Ana María Campos, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. La textura del suelo era arenosa, con un pH entre 5-6 y cuyo horizonte argílico era de 20-30 cm de profundidad. Las plántulas se transplantaron a las macetas siguiendo las densidades descritas por Patterson (12). La selección de las plántulas transplantadas se basó en: desarrollo de la primera hoja, posición vertical, buen estado y altura similar.

Preparación de la maceta

Se llenaron macetas de plástico (6 kg de capacidad, 20 cm de diámetro y 314 cm² de área) con una capa de humus y se fertilizaron con 1g de la formula 12-24-12 (NPK). El fertilizante se agregó cuando el pasto ya se había sembrado en las macetas, y el suelo (la capas de humus) era similar al descrito previamente para las plántulas del pasto bufel. En el área

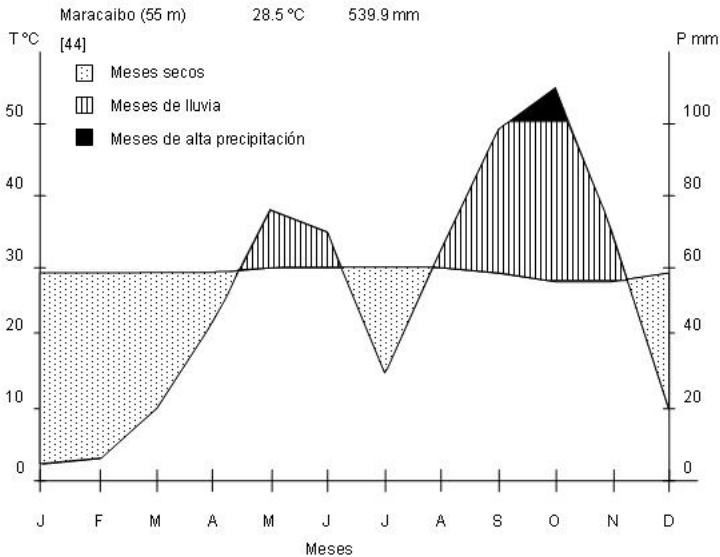


Figura 1. Climograma del área estudiada.

experimental, las macetas se ubicaron en un lugar especial para protegerlos del exceso del viento. Se construyó una barrera de ladrillos y una red de alambres con unos agujeros grandes para evitar el daño de la planta. Las plantas se ubicaron bajo techo con una pantalla metálica con grandes agujeros. Este diseño de construcción permitió proteger a las plantas del viento y otras herbívoras.

Experimentos y Cosecha

Se realizaron dos experimentos, el primero tomó lugar entre los meses de enero y marzo de 2000, y el segundo entre los meses de mayo y Julio de 2000. Las plantas se regaron diariamente usando aproximadamente 2 L de agua por maceta.

La evaluación de las plantas se realizaba entre 15 a 30 días después de haber sido transplantadas en cada experimento. Se cosecharon plantas enteras y se dividieron en hojas, tallos, inflorescencias y raíces. Cada tratamiento se repitió cuatro veces (2, 4, 8 y 12 plants/maceta/tratamiento/muestra).

La presión del agua se usó para remover el suelo y el detritus de la planta del sistema de la raíz. El sistema de la raíz se lavó cuidadosamente y se separó del tallo.

Parámetros ecofisiológicos

Los parámetros ecofisiológicos que se analizaron fueron: la altura de la planta, área de la hoja, peso seco del brote y la raíz, peso seco total, número de hojas y número de inflorescencias.

La altura de la planta se midió desde la base de la raíz hasta el ápice

de la hoja bandera usando una regla. El área de la hoja (cm^2) se determinó usando la técnica Delta-T Area Meter MK2 Devices LTD, Inglaterra. Las plantas se conservaron en bolsas de papel cada una previamente identificadas, y fueron puestas en el horno durante 72 horas a 60°C con la finalidad de obtener la biomasa seca.

Se pesaron los órganos de las plantas (hojas, tallos, flores, raíces). El peso seco total se obtuvo sumando el peso seco de los brotes y las raíces. El número de hojas e inflorescencias se determinó contándolas en las plantas.

Diseño Experimental y el Coeficiente de la Competencia Intraespecífica

Se usó un diseño factorial completamente aleatorio con cuatro repeticiones (repeticiones en el espacio).

El coeficiente de competencia intraespecífica se determinó de acuerdo al método de Spitters (16). El coeficiente de razón A_1/A_0 indica una intensidad en el estrés de las competencias intraespecíficas midiendo la reducción proporcional en el peso de las plantas cuando la densidad de los competidores intraespecíficos disminuye de acuerdo a lo mencionado por Patterson (12).

El análisis paramétrico de varianzas (STATGRAPHICS, versión 7.0) se realizó con el objetivo de evaluar la competencia intraespecífica entre las plantas de pasto bufel a través del efecto de la densidad de población (plantas/maceta) en los parámetros ecofisiológicos.

Resultados y Discusión

Se detectaron diferencias significativas para altura de la planta, área de la hoja, brote, raíz y peso total (figuras 2-5). El número de hojas se puede observar en la figura 6, y la floración ocurrió a los 30 días de la cosecha.

La ecuación de la competencia intraespecífica para los primeros 15 días de la cosecha fue de $1/Wc = 0.94 + 0.255 Nc$

La proporción entre el coeficiente para la variable N y el intercepto, A_1/A_0 para las ecuaciones es:

$$A_1/A_0 = 0.255/0.94 = 0.271$$

La intensidad del estrés competitivo para los 30 días de cosecha se describe de acuerdo a la ecuación:

$$1/WC = -0.0404237 + 0.184873 Nc$$

Si solo se considera el valor absoluto, la proporción A_1/A_0 para la ecuación es: $A_1/A_0 = 0.184873/0.0404237 = 4.573$. Ambas ecuaciones aparecen en el cuadro 1.

Los resultados de la mayoría de los parámetros evaluados (figuras 2-

6) nos permite distinguir dos grupos. El primer grupo contiene los tratamientos 12 y 8 (alta densidad), con los menores valores de variables. En el otro grupo, los tratamientos 4 y 2 (baja densidad) obtuvieron los valores más altos, generando altas diferencias significativas ($P < 0.01$). Los resultados fueron similares en ambas muestras.

La comparación entre las variables evaluadas en ambas cosechas muestra grandes diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.01$) en ambos períodos. Estas diferencias fueron mayores pasados 30d de cosecha. Este resultado se podría explicar debido al lento crecimiento observado en los pastos durante sus fases de desarrollo inicial (6). Igualmente, la alta acumulación de biomasa y el incremento relativo en las variables evaluadas es asociado con la edad de las plantas en la segunda cosecha, debido a la alta demanda metabólica en sus procesos fi-

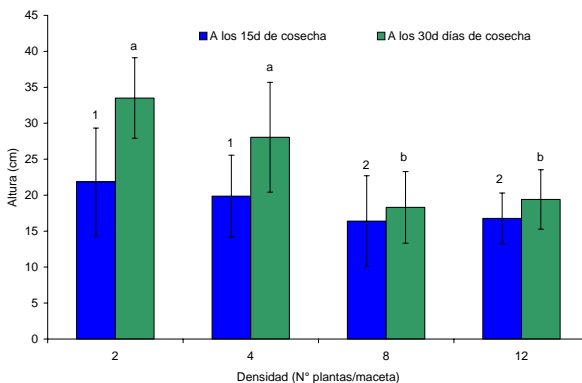


Figura 2. Altura de *Cenchrus ciliaris* a los 15 y 30d de cosecha. Las distintas letras y números indican diferencias significativas ($P < 0,01$).

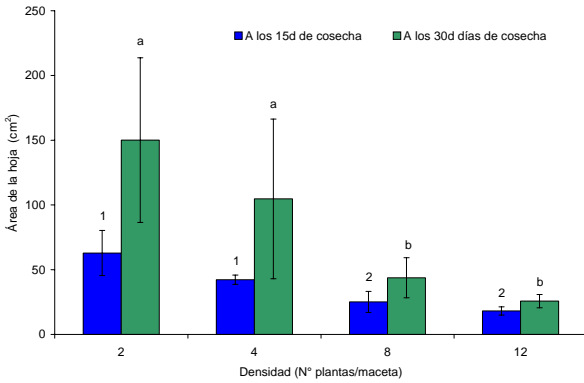


Figura 3. El área de la hoja de *Cenchrus ciliaris* a los 15 y 30d de cosecha. Letras y números distintos indican diferencias significativas ($P<0,01$).

siológicos (14). Sin embargo, el impacto del estrés competitivo entre la densidad de las plantas en los tratamientos de ambas cosechas se mantiene proporcionalmente.

Altura

Se observaron individuos con diferentes Alturas, incluso dentro del mismo tratamiento (figura 2). Podrían existir diferencias hereditarias entre individuos en la misma especie, con-

tribuyendo a las interacciones competitivas no recíprocas. Se ha reportado que las plantas de maíz (*Poaceae*) suprimen genéticamente a los individuos de la misma especie a través de sus alturas (2).

Área de la hoja

Los valores del área de la hoja disminuyeron cuando la densidad de la planta aumentó (figura 3), indicando la gran habilidad de competencia

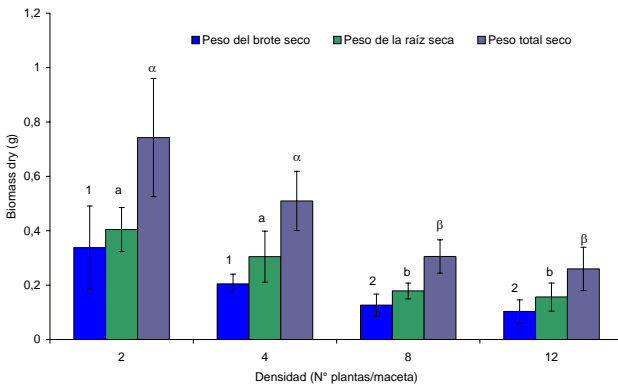


Figura 4. La biomasa seca de *Cenchrus ciliaris* a los 15d de cosecha. Letras y números distintos indican diferencias significativas ($P<0,01$).

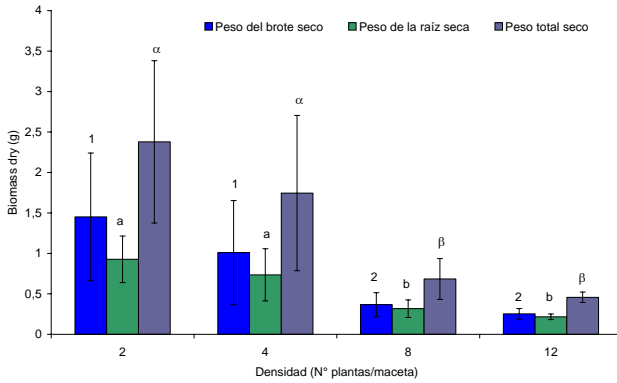


Figura 5. Biomasa seca de *Cenchrus ciliaris* a los 30d de cosecha. Letras y números distintos indican diferencias significativas ($P < 0,01$).

intraespecífica del pasto bufel para interferir en el desarrollo del área de la hoja, incluso en bajas densidades. Esto se observó en ambas cosechas, y podría explicarse debido al crecimiento semi-acostado de la especie de este pasto (13).

Peso seco de los brotes

Los valores del peso seco de los brotes encontrados en los tratamientos de baja densidad (figura 4-5), pueden estar relacionados con las condiciones climáticas de altas temperatu-

ras y alta irradiancia, de un bosque tropical muy seco donde se llevó a cabo el experimento. Estos factores podrían incrementar la tasa fotosintética del pasto bufel. La capacidad de la alta tasa de asimilación del carbón ha sido reportada como una de las razones que explican la alta tasa de crecimiento de las especies de pasto presentadas (1).

Peso seco de la raíz

Los resultados de esta variable también muestran una dependencia inversa con la densidad de las plan-

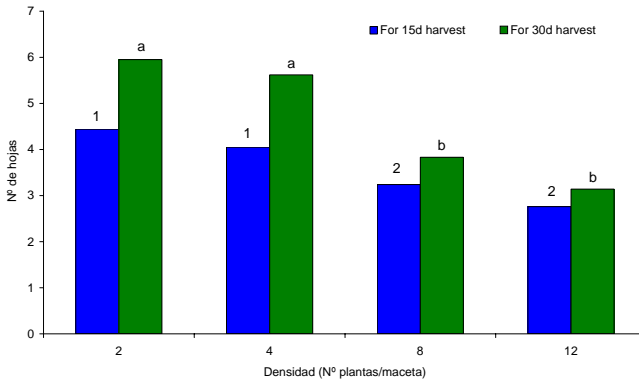


Figura 6. Número de hojas de *Cenchrus ciliaris* a los 15 y 30d de cosecha.

Cuadro 1. Coeficientes de la competencia intraespecífica de *Cenchrus ciliaris* a los 15 y 30d de cosecha

Cosecha	Intercepto (A_0)		Coeficiente de competencia intraespecífica (A_1)		R^2	A_1/A_0
	Parámetro de estimación	Error estándar	Parámetro de estimación	Error estándar		
15 días	0,94	0,214219	0,255	0,028374	0,9758	0,271
30 días	-0,0404237	0,109588	0,184873	0,0145153	0,9872	4,573

tas (figura 4-5) y sugiere una competencia a nivel de la raíz para el espacio que se necesita para la expansión y desarrollo. Este efecto de interferencia es más evidente al tiempo que las plantas crecen por espacio de unidad. El efecto alelopático desarrollado por las raíces del pasto bufel puede ser similar al reportado en *Desmanthus illinoensis* y *Cassia fasciculata* (11).

Peso total seco

Se detectaron las competencias intraespecíficas fuertes en el pasto bufel en relación con la densidad individual (figuras 4-5). La producción de la biomasa es aproximadamente dependiente a la cantidad de recursos que limitan el crecimiento, ya que la distribución de la biomasa entre plantas varía de acuerdo a la competencia de estrés (16).

Número de hojas

Los individuos en los tratamientos con 2 y 4 plantas/maceta revelaron un alto número relativo de hojas, aproximadamente 4,44 y 4,05 hojas/planta respectivamente (figura 6). Sin embargo en los tratamientos con 8 y 12 plantas/maceta el número promedio de hojas/planta fue de 3,24 y 2,76 respectivamente. La presencia de un

mayor número de hojas en las plantas con una baja densidad de población se puede explicar por la falta de interferencia física entre ellas, debido a una mayor área de superficie disponible por individuo (figura 6). Esto debe incrementar la captura de radiación solar, al tiempo que aumenta la formación de biomasa vegetativa, el crecimiento y desarrollo de la productividad de la planta (13).

Número de flores

Los tratamientos con baja densidades de individuos (2 y 4 plantas/maceta) promedian 0,433 y 0,353 flores/planta respectivamente, mientras que aquellas con alta densidad (8 y 12 plantas/maceta) no produjeron flores. Este resultado podría indicar el alto grado de intensa competencia en estas especies. En casos de competencias intraespecíficas, la reducción de la provisión de recursos por individuos se ha relacionado a la inhibición de la fecundidad y reproducción en la fase de población (2).

Efecto de la densidad en la competencia intraespecífica

La razón del coeficiente A_1/A_0 para la cosecha de 15 días (cuadro 1), estima una reducción proporcional de

0,271 g en el peso de una planta al aumentar la densidad de los competidores intraespecíficos. Patterson (1990) reportó una razón A_1/A_0 de 0,45 g en *Anoda cristata*, una especie de una gran habilidad competitiva; mientras que Spitters (1983) reveló resultados similares en *Zea mays* (Poaceae). El coeficiente de razón relativamente bajo para los 15 d de cosecha del pasto bufel podría estar relacionado al lento crecimiento experimentado por los pastos durante sus fases de desarrollo inicial, explicando así su limitada competencia intraespecífica.

La cosecha de 30d reveló un coeficiente A_1/A_0 de 4.573 (cuadro 1), sugiriendo que la competencia fue más intensa aquí que en el primer período. Sin embargo, el intercepto (-0,0404237) no difiere significativamente de cero, y con un error estándar de 0,109 (cuadro 1), el cual indica que la razón A_1/A_0 no fue muy precisa para esta cosecha. Se han reportado resultados similares para *Abutilon theophrasti*, el cual es una importante maleza en las cosechas de algodón y soya en Estados Unidos (Patterson, 1990).

Conclusiones

Los parámetros ecofisiológicos indican una competencia intraespecífica intensa en el pasto bufel (*Cenchrus ciliaris*) al tiempo que aumenta la densidad de población. La razón del pasto bufel A_1/A_0 mostró una

habilidad competitiva relativamente baja a los 15 d de cosecha, sugiriendo que a esta fase de crecimiento hay poca agresividad hacia otras especies encontradas en la región.

Recomendaciones

Esta investigación debería extenderse a otras especies de malezas

distribuidas en la planicie de Maracaibo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico de la Universidad del Zulia for su ayuda económica, igualmente a la Facultad de Ciencias y al Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Zulia, por per-

mitir el acceso a su unidad experimental y a sus laboratorios durante la investigación. También se agradece al Señor Clark Casler, cuyos comentarios ayudaron a mejorar esta investigación.

Literatura citada

1. Baruch, Z. 1986. Ecofisiología de algunos pastos en sabanas tropicales. Anales del IV Congreso Latinoamericano de Botánica. Medellín, Colombia 5: 24-36.
2. Begon, M., J. L. Harper and C. R. Townsend. 1996. Ecology: Individuals, Populations and Communities. Blackwell Science LTD. Third Edition. Oxford, England 1068 pp.
3. Caraballo, A. y B. González. 1991. Respuesta del Pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*, cv. Biloela) a diferentes frecuencias y alturas de corte y niveles de fertilización nitrogenada. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 8: 167-185.
4. Cousens, R. 1991. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. Weed Technol. 5: 664-673.
5. Daehler, C. C. and D. A. Carino. 1998. Recent replacement of native pili grass (*Heteropogon contortus*) by invasive African grasses in the Hawaiian Islands. Pacific Science 52: 220-227.
6. Dávila P. 2000. El mundo de las gramíneas: algo más que hierbas o zacates. Disponible en: <http://xolo.conabio.gob.mx/biodiversitas/gramineas.htm>.
7. Ewel, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría, Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre, Caracas, Venezuela 264 pp.
8. Kvet, J., J. P. Ondok, J. Necas and P. G. Jarvis. 1971. Methods of growth analysis. P. 343-391. In Z. Sestak et al. (ed.) Plant photosynthetic production: Manual of methods. W. Junk, The Hague.
9. Lonsdale, W. M. 1994. Inviting Trouble: introduced pasture species in Northern Australia. Australian Journal of Ecology 19: 345-354.
10. Morisawa, T. 2000. Wildland Invasive Species Program. The Nature Conservancy. Disponible en: <http://tncweeds.ucdavis.edu/alert/alrtcenc.html>.
11. Nurdin, T. and E. Fulbright. 1990. Germination of two legumes in leachate from introduced grasses. Journal of Range Management 43: 466-467.
12. Patterson, D. T. 1990. Effects of density and species proportion on competition between spurred anoda (*Anoda cristata*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Science 38: 351-357.
13. Rincón-Carruyo, X. R., T. J. Clavero, E. Rincón, C. F. Quintero y A. T. Márquez. 1997. Evaluación de parámetros agronómicos y fisiológicos en cuatro cultivares de pasto bufel (*Cenchrus ciliaris* L.) en macetas. II. Planta Adulta. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 14: 649-656.
14. Rincón-Carruyo, X. R., T. J. Clavero, A. T. Márquez, E. Rincón y C. F. Quintero. 1998. Crecimiento y producción de cultivares de pasto bufel (*Cenchrus ciliaris* L.) en macetas. I. Fase de establecimiento. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 15: 359-367.
15. Sanders, A. C. 1996. Noteworthy Collections: California. Madroño 43 (4): 525.
16. Spitters, C. J. T. 1983. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. I. Estimation of competition effects. Neth. J. Agric. Sci. 31: 1-11.
17. Tanji, A., R. L. Zimdahl and P. Westro. 1997. The competitive ability of wheat (*Triticum aestivum*) compared to rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) and cowcockle (*Vaccaria hispanica*). Weed Science 45: 481-487.
18. White, R. O., R. G. Moir and J. P. Cooper. 1959. Las gramíneas en la agricultura. FAO. Roma, Italia. 417 pp.