**EFFECTO DE MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN LA
PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL PASTO
ESTRELLA DE ÁFRICA (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.)**

**[EFFECT OF WEED CONTROL METHODS ON THE PRODUCTIVITY AND
QUALITY OF STAR GRASS (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.)]**

**Valentín A. Esqueda-Esquivel^{1*}, Maribel Montero-Lagunes²
and Francisco I. Juárez-Lagunes³**

¹ *Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP.*

Apdo. postal 429, Veracruz, Ver., México. E-mail: esqueda.valentin@inifap.gob.mx

² *Campo Experimental La Posta. CIRGOC. INIFAP.*

Apdo. postal 898 Suc. A, Veracruz, Ver., México.

³ *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.*

Veracruz, Ver., México.

**Corresponding author*

RESUMEN

De agosto de 2005 a febrero de 2007 se condujo un experimento en el municipio de Cotaxtla, Veracruz, México, con el objetivo de determinar el efecto de diferentes tratamientos para el control de *Sida rhombifolia* y otras 10 especies de malezas de hoja ancha, en producción y calidad del pasto Estrella de África [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.] durante dos años en el período de lluvias. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: i.- Aminopyralid + 2,4-D (40 + 320 g/100 L agua), ii.- Picloram + 2,4-D (64 + 240 g/100 L agua) iii.- Chapeo con machete y iv.- Testigo sin aplicación. Los tratamientos se aplicaron en las mismas parcelas experimentales el 24 de agosto de 2005 y el 25 de julio de 2006. Se determinó la densidad de población de malezas antes de la aplicación de los tratamientos y se evaluó el control de malezas, la producción y calidad del forraje a los 36, 98, 155 y 224 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA) en el primer ciclo de lluvias y a los 30, 79, 140 y 197 DDA en el segundo. Aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D ofrecieron controles de *S. rhombifolia* de entre 86 y 99%, mientras que el control con machete varió entre 35 y 68%. Por otra parte, el control de las otras especies de malezas osciló entre 95 y 99% con los dos tratamientos herbicidas y entre 26 y 59% con el chapeo con machete. Las parcelas chapeadas con machete produjeron de 27.6 a 58% y de 33.9 a 47% menos forraje que el promedio de las que se aplicaron con aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D en el primer y segundo período, respectivamente. El contenido de proteína del forraje fue similar para todos los tratamientos en la época de lluvias, sin embargo, bajo condiciones de temperaturas bajas y poca humedad, el valor nutritivo del forraje que se obtuvo con los tratamientos de control químico, fue

significativamente mayor al obtenido con el chapeo con machete o el testigo sin aplicar.

Palabras clave: Herbicidas; chapeo; *Sida rhombifolia*; proteína cruda; fibra detergente neutro.

SUMMARY

From August 2005 to February 2007 an experiment was carried out at the Municipality of Cotaxtla, Veracruz, Mexico, in order to determine the effect of different treatments to control *Sida rhombifolia* and other 10 broadleaf weed species in production and quality of Star grass [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.], during two years in the rainy season. The complete randomized block design with four replications was used. The treatments were: i.- Aminopyralid + 2,4-D (40 + 320 g/100 L water), ii.- Picloram + 2,4-D (64 + 240 g/100 L water) iii.- Mowing with machete and iv.- Weedy check. The treatments were applied in the same experimental plots on August 24, 2005 and July 25, 2006. Weed population density was determined before treatment application, whereas weed control, forage production and quality were evaluated at 36, 98, 155 and 224 days after treatment application (DAA) during the first rainy season and at 30, 79, 140 and 197 DAA during the second one. Aminopyralid + 2,4-D and picloram + 2,4-D controlled *Sida rhombifolia* between 86 and 99%, whereas the control with the mowing treatment, varied between 35 and 68%. On the other hand, the control of the other weed species ranged between 95 and 99% with both herbicide treatments and between 26 and 59% with the mowing treatment. The plots in which the weeds were mowed produced from 27.6 to 58% and from 33.9 to 47% less forage than the average of those which were applied with aminopyralid + 2,4-D and picloram + 2,4-D, in the first and second period, respectively. The protein

content of the forage was similar for all treatments during the rainy season; however, under low temperature and moisture conditions, the nutritive value of the forage obtained with the chemical control treatments was significantly higher than that obtained

with the mowing treatment or in the weedy check plots.

Key words: Herbicides; mowing; *Sida rhombifolia*; crude protein; neutral detergent fiber.

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz cuenta con cerca de 3.6 millones de hectáreas de pastizales (alrededor del 50% de la superficie estatal), que se dedican principalmente a la producción ganadera extensiva, y que lo han convertido en el primer productor nacional de carne de bovino y el quinto de leche (SIAP, 2008). En los pastizales localizados en las regiones tropicales del estado, las altas condiciones de humedad y temperatura que prevalecen favorecen el desarrollo de grandes poblaciones de malezas, constituidas principalmente por especies dicotiledóneas (Guevara *et al.*, 1994; Enríquez *et al.*, 1999; Esqueda *et al.*, 2005c), que al no controlarse de forma eficiente, compiten con los pastos por los factores necesarios para el desarrollo, reducen el área de pastoreo aprovechable, la calidad de forraje, afectan la tasa de reproducción del ganado y pueden causarle heridas o envenenamiento (Ávila, 1988; Carmona *et al.*, 2001; Curran y Lingenfelter, 2001; Culliney, 2005; Pellegrini *et al.*, 2007).

Para evitar o disminuir los efectos nocivos de las malezas y mantener altos índices de pastoreo, es indispensable implementar un manejo adecuado de las mismas (Vitelli, 2000). Los métodos de control más utilizados en los potreros del estado de Veracruz son los chapeos con machete o mecánicos y la aplicación de herbicidas selectivos (Hernández y Reichert, 1987; Enríquez y Quero, 2006), entre los que predomina la mezcla de picloram + 2,4-D (Esqueda *et al.*, 2005c). Aunque los chapeos solamente proporcionan control temporal de las malezas (Motooka *et al.*, 2002; Esqueda *et al.*, 2005a), debido a la reducción inmediata en la cobertura de éstas después de su realización, es posible incrementar la producción de forraje (Sellers *et al.*, 2006). Por otra parte, con el control químico, se puede lograr la eliminación gradual de las malezas, ya que de un ciclo a otro, se disminuye significativamente su población y por tanto, los costos relacionados con su control, además de reflejarse en un aumento significativo en el forraje producido (Motooka *et al.*, 2002; Esqueda y Tosquy, 2007).

En México, la mayoría de los estudios de evaluación de herbicidas o eliminación mecánica de las malezas en pastizales han tenido como objetivo cuantificar el control que los diferentes métodos proporcionan, y existe muy poca información sobre el efecto que los

métodos de control de malezas tienen en la productividad y calidad de los pastos. En experimentos realizados con pasto Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth) en el centro del estado de Veracruz (Esqueda *et al.*, 2005a) y pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent) en el norte del mismo estado (Esqueda y Tosquy, 2007), se determinó que la aplicación de las mezclas de picloram + 2,4-D y picloram + fluroxipir, proporcionaron un control de malezas significativamente mayor que el chapeo con machete, lo que se reflejó en una producción de forraje seco entre 21.1 y 76.8% mayor en los tratamientos sujetos a control químico. Además, se encontró que en el muestreo realizado en la época de sequía, el control de malezas efectuado al inicio del ciclo de lluvias, incrementó el contenido de proteína cruda del pasto Llanero, teniendo mayor valor nutritivo los pastos de las parcelas en que las malezas se controlaron con herbicidas.

Debido a que el picloram se utiliza desde la década de los 60's (Timmons, 1970), en diferentes países, algunas especies de malezas han desarrollado biotipos resistentes a este herbicida, por lo que es necesario contar con nuevas opciones de control químico, antes de que el problema se extienda y se vuelva difícil de manejar (Debreuil *et al.*, 1996; Jugulam *et al.*, 2005). Aminopyralid es un nuevo herbicida sistémico de tipo auxínico con gran actividad foliar y residual (Samuel y Lym, 2008), que controla un espectro amplio de malezas de hoja ancha y ciertos arbustos (Ferrell *et al.*, 2006; Enloe *et al.*, 2007); además es altamente selectivo a las principales especies de pastos, se degrada rápidamente en el suelo y agua y su toxicidad a los mamíferos es baja, lo que permite utilizarlo en situaciones en que el picloram no está registrado o no se recomienda (Jachetta *et al.*, 2005; Bukun *et al.*, 2009). La mezcla formulada de aminopyralid + 2,4-D disponible de forma comercial en México es una alternativa para el control de malezas en pastizales, por lo que el presente experimento se realizó con objeto de determinar su efecto en el control de malezas de hoja ancha y en la producción y calidad de forraje del pasto Estrella de África [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.], una gramínea de pastoreo muy común en el trópico mexicano, y compararlo con el chapeo y la mezcla de picloram + 2,4-D, que actualmente es el tratamiento herbicida más utilizado para controlar malezas en pastizales, a pesar de los riesgos que implica para el medio ambiente (Liu *et al.*, 1997; Oakes *et al.*, 2002).

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se condujo durante dos períodos de lluvias en la Colonia Ejidal, municipio de Cotaxtla, Ver., México, en un potrero de pasto Estrella de África, con una cobertura inicial de malezas de 65.3%, el cual se rodeó con una cerca de alambre de púas, para controlar el acceso del ganado. El clima de esta localidad es Aw^w₁(w)eg (García, 1987), que es un subtipo de humedad media dentro de los cálidos subhúmedos.

Se evaluaron cuatro tratamientos en diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones: 1. Aminopyralid + 2,4-D (40 + 320 g en 100 L de agua), 2. Picloram + 2,4-D (64 + 240 g en 100 L de agua), 3. Chapeo con machete y 4. Testigo sin aplicación. Las aplicaciones se hicieron en g de ingrediente activo por 100 L de agua y no por hectárea, debido a que en potreros, es común que por el tamaño o distribución de las malezas, la aplicación no se haga a toda la parcela experimental, sino sea dirigida a éstas (Monaco *et al.*, 2002). Las dimensiones de las parcelas experimentales fueron de 22 m de longitud x 10 m de ancho. Cada tratamiento se aplicó en una ocasión por ciclo en las mismas parcelas experimentales. En el primer período, la aplicación se realizó el 24 de agosto de 2005, cuando la altura de las malezas fluctuaba entre 30 y 100 cm y en el segundo, el 25 de julio de 2006, cuando la altura era entre 70 y 110 cm en las parcelas de los testigos sin aplicar y las de chapeo con machete y entre 30 y 50 cm en las parcelas tratadas con aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D. Los herbicidas se aplicaron con una aspersora manual de mochila, equipada con una boquilla Tee jet 8003. La solución herbicida se aplicó de manera de cubrir completamente a las malezas, pero sin llegar al escurrimiento. En promedio, en el primer período en las cuatro repeticiones de cada tratamiento herbicida se aplicaron 27.70 L de solución, y en el segundo solamente fue necesario aplicar 18.43 L, lo que representó un ahorro de 33.47%. El lote experimental se desarrolló bajo condiciones de temporal, y no se aplicaron fertilizantes, ni insecticidas. La precipitación y las temperaturas medias mensuales durante el período en que se condujo el experimento se indican en la Tabla 1.

Densidad de población de malezas

La densidad de población de malezas se determinó al inicio de cada uno de los dos períodos de aplicación de los tratamientos, mediante conteos por especie en el interior de un cuadro de 2 x 2 m, colocado al azar en cada una de las parcelas experimentales (Harker *et al.*, 2000), las cuales tenían una distribución relativamente uniforme de malezas. En el período 2005-2006, las densidades se obtuvieron al promediar los datos de

cada especie en las 16 parcelas experimentales, mientras que en el período 2006-2007, al existir diferencias por efecto de los tratamientos del primer período, se determinaron promediando los datos por especie de las cuatro parcelas de cada tratamiento.

Control de malezas

Se evaluó visualmente el efecto de los herbicidas y del chapeo en el control de *S. rhombifolia*, mientras que las otras especies de hoja ancha que se muestran en la Tabla 2, fueron evaluadas como grupo. La evaluación se realizó comparando las parcelas tratadas con las no tratadas, como lo indican Enloe *et al.* (2008) y DiTomaso *et al.* (2008). Se utilizó la escala porcentual (0 - 100%), en donde 0 significó que no se afectó la maleza y 100%, que se eliminó completamente (Alemán, 2004). En el período 2005-2006, las evaluaciones se realizaron el 29 de septiembre y 30 de noviembre de 2005, y el 26 de enero y 5 de abril de 2006, fechas correspondientes a los 36, 98, 155 y 224 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA). A su vez, en el período 2006-2007, lo anterior se realizó el 24 de agosto, 12 de octubre y 12 de diciembre de 2006, y 7 de febrero de 2007, a los 30, 79, 140 y 197 DDA. Originalmente las evaluaciones se planearon a los 30, 90, 150 y 210 días, pero estas épocas se modificaron para realizarlas conjuntamente con los muestreos de producción y calidad de forraje, que por razones ambientales o suficiente disponibilidad de pasto, no pudieron efectuarse en las fechas planeadas.

Producción de materia seca del pasto Estrella de África

Para estimar la producción de materia seca del pasto Estrella de África, en cada época de muestreo se lanzó al azar en cuatro ocasiones un cuadro de 1 x 1 m en cada parcela experimental y se cortó con machete la parte aérea de las plantas de pasto del interior de los cuadros, como lo recomiendan Penati *et al.* (2005). La altura de corte fue de 5 cm por arriba del nivel del suelo. En el lote experimental se pesó el forraje obtenido de cada cuadro con una báscula de reloj Cor No. 5394 y se tomó una muestra de 200 g, la cual se colocó en una estufa de aire forzado RIOSSA modelo H-41 a 100° C por 48 horas y se pesó. Posteriormente se hicieron las transformaciones para calcular la producción de materia seca por hectárea. Los muestreos se realizaron en las mismas fechas que la evaluación de control de malezas, y en todos los casos, los pastos se encontraban en la etapa vegetativa de crecimiento tardío antes de la floración. Después de efectuar cada muestreo, se permitió el ingreso de tres vacas al lote experimental por tres días, para que consumieran el pasto disponible y de esta manera provocar el rebrote del mismo.

Tabla 1. Precipitación mensual y temperaturas medias mensuales de agosto de 2005 a febrero de 2007.

Mes y año	Precipitación (mm)	Temperatura media (°C)	Mes y año	Precipitación (mm)	Temperatura media (°C)
Agosto 2005	200.5	28.36	Junio 2006	165.9	26.34
Septiembre 2005	242.0	28.54	Julio 2006	381.5	27.39
Octubre 2005	270.2	27.56	Agosto 2006	167.3	28.03
Noviembre 2005	22.5	24.47	Septiembre 2006	161.2	28.83
Diciembre 2005	0.0	21.53	Octubre 2006	22.5	26.32
Enero 2006	18.6	20.65	Noviembre 2006	49.5	24.78
Febrero 2006	9.8	22.31	Diciembre 2006	9.0	20.75
Marzo 2006	0.0	23.85	Enero 2007	0.0	20.13
Abril 2006	27.0	25.92	Febrero 2007	51.0	22.83
Mayo 2006	13.5	25.70			

Calidad del forraje

Para determinar la calidad del forraje se tomaron muestras al azar de 500 g de pasto fresco en cada parcela experimental, utilizando la técnica del cinco de oros (un muestreo en cada esquina y uno en el centro de la parcela) y se llevaron al Laboratorio de Nutrición Animal y Forrajes del Campo Experimental La Posta del INIFAP, en donde se realizaron los análisis correspondientes. Las muestras se colocaron en una estufa de aire forzado RIOSSA modelo H-41 a 55° C para secar a peso constante y posteriormente se molieron en un molino Wiley con malla de 1 mm para realizar los análisis de cenizas y proteína cruda (Macro Kjeldahl) (AOAC, 1990), así como fibra detergente neutro (Goering y Van Soest, 1970). La producción de proteína cruda por hectárea se calculó multiplicando la producción de forraje seco de cada tratamiento por su porcentaje de proteína cruda.

Los datos de control de malezas, producción de materia seca y calidad del forraje fueron sometidos a análisis de varianza, y como prueba de comparación de medias se utilizó Tukey ($\alpha = 0.05$). Con la finalidad de homogenizar las varianzas de los datos expresados en porcentajes, antes de realizar los análisis estadísticos, los datos de control de malezas, fueron transformados a su valor de arco seno, de acuerdo con Gomez y Gomez (1984); sin embargo, por motivos de claridad, en Resultados y Discusión se presentan los datos sin transformación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de población de malezas

Período 2005-2006. En el lote experimental, se tuvo una densidad de población inicial de malezas de 86,485 plantas ha⁻¹, compuesta por 11 especies, pertenecientes a ocho familias botánicas. La especie

dominante fue la malva de cochino (*Sida rhombifolia*), una especie subarborescente de la familia Malvaceae (Fryxell, 1992). Otras cuatro especies (*Senna obtusifolia*, *Solanum jasminoides*, *Aeschynomene americana* y *Wissadula amplissima*) también son de crecimiento subarborescente y las restantes, de crecimiento herbáceo. Las familias Malvaceae y Fabaceae incluyeron el mayor número de especies de malezas en el sitio experimental con tres y dos especies, respectivamente (Tabla 2).

Período 2006-2007. En todos los tratamientos, *S. rhombifolia* fue la especie dominante, y con mayor población. Además de las especies encontradas en el período 2005-2006, en este período se observó la presencia de *Malvastrum* sp., *Acalypha alopecuroides*, *Ipomoea* sp., y *Parthenium hysterophorus* de las familias Malvaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae y Asteraceae, respectivamente. Antes de la aplicación de los tratamientos en este período, las parcelas de los testigos sin aplicar y de chapeo con machete presentaban las más altas poblaciones de malezas, mientras que en las aplicadas con aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D la población total de malezas era 6.50 y 3.64 veces menor, respectivamente que de la del testigo sin aplicar (Tabla 3). Lo anterior, concuerda con lo encontrado anteriormente por Esqueda *et al.* (2005a) y Esqueda y Tosquy (2007) en potreros con los pastos Llanero y Pangola, respectivamente y confirma que los herbicidas reducen paulatinamente la población de malezas, por lo que se requiere menor cantidad de herbicidas para controlar las malezas durante un segundo período.

Control de *S. rhombifolia*

Período 2005-2006. En todas las épocas de evaluación, aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D mostraron controles de esta especie estadísticamente semejantes entre sí. Con el primer tratamiento se tuvo

un control cercano al 100% en todas las épocas de evaluación, mientras que el segundo, ofreció un control inicial inferior a 90% (estadísticamente semejante al obtenido con el control manual), el cual se incrementó a más de 95% a partir de la segunda evaluación. A su vez, con el chapeo, el mayor efecto sobre *S. rhombifolia*, se observó a los 36 DDA, sin embargo, este fue relativamente bajo y continuó disminuyendo en las siguientes épocas de evaluación. Al testigo sin aplicación se le asignó un valor de 0 (Tabla 4).

Período 2006-2007. Aminopyralid + 2,4-D mantuvo un control s de *S. rhombifolia* superior a 99% durante el período de conducción del experimento, mientras que el proporcionado por picloram + 2,4-D fue ligeramente menor, aunque ambos tratamientos fueron estadísticamente semejantes entre sí y superiores al chapeo con machete, cuyo control más alto fue inferior a 60% (Tabla 4).

Tabla 2. Especies y densidad de población de malezas presentes al inicio del experimento. Período 2005-2006.

Nombre común	Nombre científico	Familia*	Plantas ha ⁻¹
Malva de cochino	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	33,300
Hierba ceniza	<i>Lagascea mollis</i> Cav.	Asteraceae	16,590
Frijolillo	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) Irwin & Barneby	Caesalpinaceae	8,865
Pegarropa	<i>Desmodium</i> sp.	Fabaceae	7,615
Mafafa	<i>Colocasia</i> sp.	Araceae	5,340
Malva cabeza	<i>Sida</i> sp.	Malvaceae	5,115
Pega-pega	<i>Achyranthes indica</i> (L.) Mill.	Amaranthaceae	2,840
Berenjena	<i>Solanum jasminoides</i> Paxton	Solanaceae	2,385
Palmilla	<i>Aeschynomene americana</i> L.	Fabaceae	1,705
Tronadora	<i>Wissadula amplissima</i> (L.) R. E. Fries	Malvaceae	1,365
Collarcillo	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Euphorbiaceae	1,365
Total			86,485

* Se utiliza el nombre de las Familias como se indica en Villaseñor y Espinosa (1998).

Tabla 3. Especies y densidad de población (plantas ha⁻¹) de malezas por tratamiento, presentes antes de la aplicación de los tratamientos. Período 2006-2007.

Nombre científico	Aminopyralid + 2,4-D	Picloram + 2,4-D	Control manual	Testigo sin aplicar
<i>S. rhombifolia</i>	3,750	6,250	17,500	23,125
<i>L. mollis</i>	1,875	3,750	5,625	12,500
<i>Desmodium</i> sp.	1,875	2,500	5,000	4,375
<i>Colocasia</i> sp.	1,250	1,250	5,625	6,250
<i>Sida</i> sp.	0	1,250	1,875	1,875
<i>Malvastrum</i> sp.	0	625	625	1,250
<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq.	0	0	2,500	5,625
<i>Ipomoea</i> sp.	0	0	1,250	1,250
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	0	0	1,250	625
<i>A. indica</i>	0	0	625	0
Total	8,750	15,625	41,875	56,875

Tabla 4. Control de *S. rhombifolia* (%) en diferentes períodos y épocas de evaluación.

Tratamiento	Período 2005-2006				Período 2006-2007			
	36 DDA	98 DDA	155 DDA	224 DDA	30 DDA	79 DDA	140 DDA	197 DDA
Aminopyralid + 2,4-D	98.5 a	99.8 a	99.5 a	99.5 a	99.7 a	99.8 a	99.9 a	99.8 a
Picloram + 2,4-D	86.3 ab	95.3 a	95.3 a	96.8 a	98.0 a	98.8 a	98.9 a	98.6 a
Chapeo con machete	67.5 b	48.8 b	42.5 b	35.0 b	56.3 b	57.5 b	51.3 b	48.8 b
Testigo sin aplicación	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c

* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$).

Control del complejo de malezas de hoja ancha

Período 2005-2006. Los dos tratamientos de control químico tuvieron un eficiente control del complejo de malezas de hoja ancha desde los 36 DDA, y en todas las épocas de evaluación, los controles se mantuvieron por arriba de 98% con aminopyralid + 2,4-D y de 95% con picloram + 2,4-D, siendo ambos tratamientos estadísticamente semejantes entre sí y superiores al del chapeo con machete. Con este último tratamiento, el control de las malezas fue menor a 40% desde un inicio y se redujo entre una evaluación y la siguiente, para terminar por debajo de 30% (Tabla 5).

Período 2006-2007. Aminopyralid + 2,4-D proporcionó controles superiores a 98%, mientras que con picloram + 2,4-D, los controles fueron ligeramente menores, aunque estadísticamente, ambos tratamientos fueron semejantes. Por su parte, el chapeo con machete de las malezas, proporcionó un control cercano a 60% en la primera época de evaluación y se redujo a 50% a los 197 DDA, siendo significativamente inferior al de los dos tratamientos de control químico (Tabla 5).

Los altos controles de *S. rhombifolia* y del complejo de malezas de hoja ancha ofrecidos por los dos tratamientos herbicidas hasta por 224 días, muestran que el control químico es más eficiente que el control mecánico y que la mezcla de aminopyralid + 2,4-D, debe eventualmente reemplazar a la de picloram + 2,4-D, ya que aunque ambas mezclas presentan controles semejantes, la primera es menos dañina al ambiente (Enloe *et al.*, 2008).

Producción de materia seca del pasto Estrella de África

Período 2005-2006. En todos los tratamientos, la máxima producción de materia seca de forraje se obtuvo a los 36 DDA, cuando se tenía la mayor humedad del terreno por precipitación pluvial (310 mm acumulados a partir de la aplicación de los tratamientos) y fue superior a 7 t ha⁻¹, con los dos tratamientos de control químico, a 5 t ha⁻¹, con el chapeo con machete y a 3 t ha⁻¹, en el testigo sin aplicación. La producción disminuyó entre una época de evaluación y la siguiente, y en la evaluación final del primer período, solamente se cuantificó el 25% de la producción inicial en el tratamiento de aminopyralid + 2,4-D, el 25.4% en el de picloram + 2,4-D, 20.9% en el de chapeo con machete y 17.2% en el testigo sin aplicación. A los 36 DDA, esta producción fue estadísticamente semejante con los tratamientos en que se utilizó el control químico o el chapeo con machete, aunque, este último tratamiento produjo una cantidad de materia seca de forraje semejante a la que se obtuvo en el testigo sin aplicación. A partir de los 98 DDA,

aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D tuvieron una producción de materia seca de forraje estadísticamente semejante, pero superior a la del chapeo con machete y el testigo sin aplicación. La producción de materia seca de forraje del chapeo con machete fue superior a la del testigo sin aplicación a partir de los 155 DDA (Tabla 6).

Período 2006-2007. En el muestreo realizado antes de la aplicación de los tratamientos, la producción de forraje todavía mostraba algún efecto de los tratamientos aplicados en 2005, ya que en las parcelas aplicadas con aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D se obtuvo la máxima producción de materia seca de forraje, si bien, la cantidad de forraje del último herbicida fue estadísticamente igual a la obtenida mediante el chapeo de las malezas, y ésta a su vez, a la que se registró en el testigo sin aplicación. A partir de los 30 DDA y hasta los 197 DDA, los dos tratamientos basados en la aplicación de herbicidas tuvieron producciones de materia seca de forraje significativamente mayores a las del chapeo con machete y las del testigo sin aplicación. En las diferentes fechas de evaluación, la producción promedio de materia seca de forraje de los dos tratamientos de control químico fue entre 31 y 45% superior a la que se obtuvo en las parcelas con chapeo. La producción de forraje en este último tratamiento fue estadísticamente semejante a la del testigo sin control hasta los 140 DDA, y sólo fue significativamente superior en el muestreo realizado al final del experimento (Tabla 6). En ambos períodos, la mayor cantidad de forraje del pasto Estrella de África producida con los tratamientos de control químico, coincide con lo encontrado para los pastos Pangola (Esqueda y Tosquy, 2007) y Llanero (Esqueda *et al.*, 2005b) en otras localidades del estado de Veracruz.

Calidad del forraje

Período 2005-2006. A los 36 DDA, todos los tratamientos mostraron contenidos estadísticamente semejantes de proteína cruda, cenizas y fibra detergente neutro, lo que indica que en esta etapa, la calidad del forraje todavía no es afectada por los métodos de control de malezas. Si bien, en todos los tratamientos la concentración de proteína cruda del pasto se considera aceptable para el consumo de los bovinos (Juárez, 1998), al producir menos forraje, en el testigo sin aplicación la cantidad de proteína cruda por hectárea, fue entre 49.1 y 59.1% inferior que en el resto de los tratamientos. El contenido de fibra detergente neutro de todos los tratamientos es considerado regular, pues está por arriba de 65%, que es un valor crítico en pastos tropicales (Juárez, 1998). En este punto la calidad nutricional del pasto se considera aceptable. En el segundo muestreo, con excepción de la cantidad de proteína cruda producida

por hectárea, no hubo diferencias entre tratamientos en ninguna de las variables evaluadas. La concentración de proteína cruda superior a 10% y de fibra detergente neutro cercana a 65% en promedio, demuestran que desde el punto de vista nutricional, en esta etapa la calidad del pasto Estrella de África es muy buena (Juárez *et al.*, 2005). El mayor contenido de proteína cruda encontrado a los 98 DDA en el período de lluvias residuales (fines de noviembre) coincide con lo encontrado por Montero *et al.* (2008). Con relación a producción de proteína cruda por hectárea, en los dos tratamientos de control químico de malezas se produjo significativamente mayor cantidad a la obtenida con el chapeo con machete y en el testigo sin aplicación (Tabla 7).

El tercer muestreo coincidió con el inicio de la época seca, temperaturas relativamente bajas, alta nubosidad y menos horas luz, lo que ocasionó una condición de estrés al pasto que se reflejó en un crecimiento mas lento por falta de agua, mayor acumulación de nutrientes como proteína y menor acumulación de fibra detergente neutro. Similar respuesta observó Serna (2004), al evaluar forrajes tropicales en la misma zona agroecológica. Bajo estas condiciones la competencia interespecífica es por sobrevivencia; debido a la competencia de las malezas, el pasto de las parcelas con chapeo y del testigo sin aplicación concentra fibra detergente neutro por arriba de 70%, lo

cual compromete la digestibilidad del mismo, además de que se reduce la concentración de proteína cruda (Contreras, 2001). Sin embargo, el pasto libre de malezas de los tratamientos aplicados con aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D tiene condiciones favorables para expresar su potencial nutritivo y alcanza concentraciones promedio de 15% de proteína cruda y 62% de fibra detergente neutro, lo que lo califica como excelente para la alimentación de bovinos en pastoreo. La reducción en el porcentaje de proteína cruda observada en el control manual y el tratamiento sin control, en combinación con la menor producción de materia seca de ambos tratamientos, se manifestó en una producción de proteína cruda por hectárea significativamente inferior a la de los dos tratamientos de control químico. Los resultados obtenidos en el último muestreo, se pueden considerar típicos de la época seca de primavera. Debido a la escasa precipitación y las altas temperaturas, se reduce fuertemente la producción de material vegetativo y éste presenta alta concentración de fibra detergente neutro (Van Soest, 1994). Sin embargo, el efecto benéfico de los tratamientos de control químico se manifestó al sostener niveles de proteína cruda en los pastos dentro del rango mínimo aceptable y estadísticamente superior a los del pasto con chapeo de malezas y del testigo sin aplicación, situación que también se reflejó en la cantidad de proteína cruda por hectárea (Tabla 8).

Tabla 5. Control del complejo de malezas (%) en diferentes períodos y épocas de evaluación.

Tratamiento	Período 2005-2006				Período 2006-2007			
	36 DDA	98 DDA	155 DDA	224 DDA	30 DDA	79 DDA	140 DDA	197 DDA
Aminopyralid + 2,4-D	99.5 a	98.8 a	98.0 a	98.8 a	98.9 a	99.1 a	99.0 a	98.8 a
Picloram + 2,4-D	99.5 a	96.8 a	95.5 a	97.3 a	97.0 a	97.7 a	97.9 a	97.6 a
Chapeo con machete	37.5 b	30.0 b	28.8 b	26.3 b	58.8 b	56.3 b	52.5 b	50.0 b
Testigo sin aplicación	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c

* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$).

Tabla 6. Producción de materia seca de forraje ($t\ ha^{-1}$) en diferentes períodos y épocas de muestreo.

Tratamiento	Período 2005-2006					Período 2006-2007			
	36 DDA	98 DDA	155 DDA	224 DDA	0 DDA	30 DDA	79 DDA	140 DDA	197 DDA
Aminopyralid + 2,4-D	7.36 a	6.21 a	3.05 a	1.84 a	3.74 a	6.78 a	5.28 a	6.06 a	6.36 a
Picloram + 2,4-D	7.16 a	5.35 a	2.75 a	1.82 a	3.29 ab	6.50 a	4.91 a	5.90 a	5.82 a
Chapeo con machete	5.26 ab	2.43 b	1.44 b	1.10 b	2.20 bc	4.03 b	2.80 b	3.68 b	4.21 b
Testigo sin aplicación	3.19 b	0.98 b	0.63 c	0.55 c	1.28 c	2.93 b	2.35 b	2.98 b	3.23 c

* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$).

Tabla 7. Composición química del pasto Estrella de África a los 36 y 98 DDA.

Tratamiento	36 DDA				98 DDA			
	Proteína cruda (%)	Proteína cruda (kg ha ⁻¹)	Cenizas (%)	Fibra detergente neutro (%)	Proteína cruda (%)	Proteína cruda (kg ha ⁻¹)	Cenizas (%)	Fibra detergente neutro (%)
Aminopyralid + 2,4-D	8.73 a	643 a	9.40 a	69.95 a	12.26 a	762 a	10.38 a	64.65 a
Picloram + 2,4-D	8.91 a	638 a	9.45 a	68.02 a	12.78 a	684 a	10.44 a	67.69 a
Chapeo con machete	10.20 a	536 a	9.89 a	66.61 a	10.53 a	256 b	10.26 a	67.20 a
Testigo sin aplicación	8.24 a	263 b	9.23 a	68.67 a	10.30 a	101 b	10.17 a	64.03 a

* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$).

Tabla 8. Composición química del pasto Estrella de África a los 155 y 224 DDA.

Tratamiento	155 DDA				224 DDA			
	Proteína cruda (%)	Proteína cruda (kg ha ⁻¹)	Cenizas (%)	Fibra detergente neutro (%)	Proteína cruda (%)	Proteína cruda (kg ha ⁻¹)	Cenizas (%)	Fibra detergente neutro (%)
Aminopyralid + 2,4-D	14.80 a	452 a	12.07 a	62.83 b	8.94 a	165 a	8.85 a	68.09 a
Picloram + 2,4-D	15.37 a	423 a	11.78 a	61.44 b	7.35 a	134 a	7.65 a	69.61 a
Chapeo con machete	8.76 b	126 b	10.19 b	72.06 a	6.13 b	67 b	8.94 a	66.07 a
Testigo sin aplicación	8.18 b	51 b	11.09 b	73.11 a	5.82 b	32 b	9.40 a	70.29 a

* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$).

Período 2006-2007. En el primer muestreo, que corresponde al inicio del ciclo de lluvias, los pastos de todos los tratamientos mostraron contenidos estadísticamente semejantes de proteína cruda y cenizas. El contenido promedio de proteína (8.9%) se considera bajo para el pasto Estrella de África, pero aceptable para el consumo del ganado bovino (Juárez, 1998). La mayor producción de forraje obtenido en las parcelas con control químico de la maleza, se reflejó en la cantidad de proteína cruda por hectárea, ya que mientras en las parcelas aplicadas con aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D se tenía un promedio de 563 kg de proteína cruda ha⁻¹, en las que fueron chapeadas fue menor a 400 kg ha⁻¹, estadísticamente semejante a la del testigo sin aplicación, cuya producción fue menor a 300 kg ha⁻¹. Los valores de fibra detergente neutro fueron más altos con aminopyralid + 2,4-D, aunque estadísticamente fueron semejantes a los de picloram + 2,4-D y el testigo sin aplicación. Cabe señalar que el porcentaje de fibra detergente neutro es más errático, por ser una fracción más compleja (Van Soest, 1994). En el segundo muestreo, que corresponde a la época de lluvias establecidas, se observó el mismo comportamiento, en cuanto a que el contenido de proteína cruda y cenizas, fue estadísticamente semejante en todos los tratamientos. Sin embargo, el contenido de proteína cruda fue superior a 10.5% en los cuatro tratamientos, el cual se considera alto para un pasto con un crecimiento de 49

días después del rebrote (Juárez *et al.*, 2005). En este muestreo, la cantidad de proteína cruda por hectárea en los tratamientos de aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D fue significativamente mayor a la obtenida con el chapeo con machete y el testigo sin aplicación, que fueron estadísticamente semejantes entre sí. Los contenidos de fibra detergente neutro fueron semejantes a los obtenidos en el primer corte, aunque en esta ocasión, con aminopyralid + 2,4-D el contenido de este componente fue estadísticamente superior al del testigo sin aplicación (Tabla 9).

El tercer muestreo corresponde al período de lluvias tardías, en el cual se presentó una reducción de casi 6°C en la temperatura con respecto al muestreo anterior, y como consecuencia los porcentajes de proteína cruda se mantuvieron altos, pero los de fibra detergente neutro tendieron a ser alrededor de 5% menores. Aun cuando la edad del rebrote del pasto era de 61 días, los valores bajos de fibra detergente neutro indican que tenía mayor digestibilidad que en los cortes anteriores (Contreras, 2001). No hubo diferencias significativas entre tratamientos en relación con el contenido de proteína cruda, cenizas y fibra detergente neutro. Sin embargo, la cantidad de proteína cruda por hectárea en el pasto de los dos tratamientos de control químico fue significativamente mayor que en las parcelas donde la maleza fue chapeada o no fue controlada. El cuarto muestreo

correspondió al período de invierno, en que el ambiente se caracteriza por temperaturas relativamente bajas (22.83°C en promedio en febrero), alta nubosidad y menos horas luz, lo que ocasionó una condición de estrés al pasto, que se reflejó en un crecimiento más lento por escasez de agua, mayor acumulación de nutrientes como proteína y menor acumulación de fibra detergente neutro, sin existir diferencias en el contenido de cenizas (Serna, 2004). Bajo estas condiciones la competencia entre especies por sobrevivir es mayor; debido a ello, el pasto de las parcelas con chapeo y del testigo sin aplicación concentró mayor cantidad de fibra detergente neutro, lo cual compromete la digestibilidad del mismo, además de que se reduce la concentración de proteína cruda (Contreras, 2001). Sin embargo, el pasto libre de malezas de los tratamientos aplicados con aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D tuvo condiciones favorables para expresar su potencial nutritivo y alcanzó concentraciones promedio de 18.8% de proteína cruda y 65.4% de fibra detergente neutro a los 57 días de rebrote, lo que lo califica como excelente para alimentación de bovinos en pastoreo. La reducción en el porcentaje de proteína cruda observada con el chapeo con machete y el testigo sin aplicación, en combinación con la menor producción de materia seca de ambos tratamientos, se manifestó

en una producción de proteína cruda por hectárea significativamente inferior a la de los dos tratamientos de control químico (Tabla 10).

CONCLUSIONES

La mezcla de aminopyralid + 2,4-D tuvo una alta efectividad para el control de *S. rhombifolia* y el complejo de malezas de hoja ancha, la cual es semejante a la de picloram + 2,4-D y superior a la del chapeo con machete. 2. El mejor control de malezas que se obtuvo con aminopyralid + 2,4-D y picloram + 2,4-D en comparación con el control manual, se reflejó en mayor producción de materia seca de forraje. 3. El efecto residual de los tratamientos con control químico, ocasionó una reducción significativa en la población inicial de malezas al inicio del segundo período de evaluación. 4. En la época de lluvias, la calidad nutricional del pasto Estrella de África dada por sus contenidos de proteína cruda y fibra detergente neutro no fue afectada por el método de control de malezas, sin embargo, en la época de invierno, en las parcelas con control químico de las malezas el pasto tuvo mayor contenido de proteína cruda y menor contenido de fibra detergente neutro.

Tabla 9. Composición química del pasto Estrella de África a los 30 y 79 DDA.

Tratamiento	30 DDA				79 DDA			
	Proteína cruda (%)	Proteína cruda (kg ha ⁻¹)	Cenizas (%)	Fibra detergente neutro (%)	Proteína cruda (%)	Proteína cruda (kg ha ⁻¹)	Cenizas (%)	Fibra detergente neutro (%)
Aminopyralid + 2,4-D	8.0 a	552 a	8.3 a	70.1 a	10.7 a	565 a	8.9 a	71.9 a
Picloram + 2,4-D	8.8 a	574 a	7.9 a	68.5 ab	11.0 a	544 a	9.3 a	70.8 ab
Chapeo con machete	9.7 a	392 ab	8.8 a	67.7 b	10.6 a	294 b	9.3 a	69.2 ab
Testigo sin aplicación	9.2 a	277 b	8.1 a	69.9 ab	11.1 a	266 b	8.7 a	68.4 b

* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$).

Tabla 10. Composición química del pasto Estrella de África a los 140 y 197 DDA.

Tratamiento	140 DDA				197 DDA			
	Proteína cruda (%)	Proteína cruda (kg ha ⁻¹)	Cenizas (%)	Fibra detergente neutro (%)	Proteína cruda (%)	Proteína cruda (kg ha ⁻¹)	Cenizas (%)	Fibra detergente neutro (%)
Aminopyralid + 2,4-D	10.9 a	661 a	10.4 a	65.3 a	20.0 a	1276 a	9.7 a	64.4 b
Picloram + 2,4-D	11.0 a	655 a	10.7 a	63.1 a	17.5 ab	1096 a	10.4 a	66.3 ab
Chapeo con machete	10.9 a	402 b	10.0 a	65.8 a	14.4 ab	551 b	10.0 a	68.8 ab
Testigo sin aplicación	11.3 a	328 b	10.2 a	63.9 a	10.9 b	313 b	10.0 a	71.3 a

* Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$).

REFERENCIAS

- Alemán, F. 2004. Manual de Investigación Agronómica con Énfasis en Ciencia de la Maleza. Imprimatur Artes Gráficas, Managua, Nicaragua.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Ávila C., J. M. 1988. Efecto de dos herbicidas y diesel sobre el control de mezquite (*Prosopis juliflora*) y huizache (*Acacia farnesiana*). In: Memoria IX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Aguilar M., I. (ed.). Cd. Juárez, Chih., México, 26 a 28 de octubre. pp. 231-236.
- Bukun, B., Gaines, T. A., Nissen, S. J., Westra, P., Brunk, G., Shaner, D. L., Sleugh, B. B., Peterson, V. F. 2009. Aminopyralid and clopyralid absorption and translocation in Canada thistle (*Cirsium arvense*). Weed Science, 57:10-15
- Carmona, R., Carvalho A. N., B. S., Carvalho P., R. 2001. Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa pteridofita* em pastagem. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 36:1301-1307.
- Contreras J., J. L. 2001. Determinación de la tasa de digestión de gramíneas tropicales en el estado de Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver., México.
- Culliney, T. W. 2005. Benefits of classical biological control for managing invasive plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 24:131-150.
- Curran, W.S., Lingenfelter, D.D. 2001. Weed Management in Pasture Systems. Agronomy Facts 62. The Pennsylvania State University. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Cooperative Extension. 15 p.
- Debreuil, D. J., Friesen, L. F., Morrison, I. N. 1996. Growth and seed return of auxin-type herbicide resistant wild mustard (*Brassica kaber*) in wheat. Weed Science, 44:872-878.
- DiTomaso, J.M., Drewitz, J.J., Kyser, G.B. 2008. Jubatagrass (*Cortaderia jubata*) control using chemical and mechanical methods. Invasive Plant Science and Management, 1:82-90.
- Enloe, S.F., Lym, R.G., Wilson, R., Westra, P., Nissen, S., Beck, G., Moechnig, M., Peterson, V., Masters, R., Halstvedt, M. 2007. Canada thistle (*Cirsium arvense*) control with aminopyralid in range, pasture, and non-crop areas. Weed Technology, 21:890-894.
- Enloe, S.F., Kyser, G.B., Dewey, S.A., Peterson, V., DiTomaso, J.M. 2008. Russian knapweed (*Acroptilon repens*) control with low rates of aminopyralid on range and pasture. Invasive Plant Science and Management, 1:385-389.
- Enríquez Q., J.F., Meléndez N., F., Bolaños A., E.D. 1999. Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. Libro Técnico Núm. 7. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan, Veracruz, México.
- Enríquez Q., J. F., Quero C., A. D. 2006. Producción de Semillas de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras Tropicales. Libro Técnico Núm. 11. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz, México.
- Esqueda E., V.A., Montero L., M., Juárez L., F.I., Vibrans, H. 2005a. Efecto del control químico y el chapeo de malezas en la productividad y calidad de pastos (segundo ciclo). In: Memoria XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Castro, N.S., Varela F., S.E., Buenabad D., A., Rosales R., E., Silva A., G.L., Castro M., B.I., Tafoya R., J.A. (eds.). Cd. Victoria, Tam., México, 16 a 18 de noviembre. pp. 58-63.
- Esqueda E., V.A., Montero L., M., Juárez L., F.I. 2005b. Producción y calidad del pasto Llanero durante el segundo ciclo de crecimiento, con diferentes métodos de control de malezas. In: Memoria XVIII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Veracruz 2005. Barradas L., H. V. *et al.* (eds.). Veracruz, Ver., México, 17 y 18 de noviembre. pp. 523-531.
- Esqueda E., V.A., Tosquy V., O.H., Rosales R., E. 2005c. Efectividad de la mezcla picloram y fluroxipir en el control de malezas perennes de pastizales tropicales. Agronomía Mesoamericana, 16:187-192.
- Esqueda E., V.A., Tosquy V., O.H. 2007. Efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forraje del pasto Pangola

- (*Digitaria decumbens* Stent.). *Agronomía Mesoamericana*, 18:1-10.
- Ferrell, J.A., Mullahey, J.J., Langeland, K.A., Kline, W.N. 2006. Control of tropical soda apple (*Solanum viarum*) with aminopyralid. *Weed Technology*, 20:453-457.
- Fryxell, P.A. 1992. Flora de Veracruz. Malvaceae. Fascículo 68. Instituto de Ecología, A. C. University of California Riverside. Xalapa, Ver., México.
- García, E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4ª ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Goering, H.K., Van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). *Agriculture Handbook No. 379*. ARS-USDA, Washington, DC, USA.
- Gomez, K.A., Gomez, A.A. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd. ed. Wiley, New York, USA.
- Guevara, S., Meave, J., Moreno-Casasola, P., Laborde, J., Castillo, S. 1994. Vegetación y flora de potreros en la sierra de Los Tuxtlas. *Acta Botánica Mexicana*, 28:1-27.
- Harker, K.N., Baron, V.S., Chanasyk, D.S., Naeth, M.A., Stevenson, F.C. 2000. Grazing intensity effects on weed populations in annual and perennial pasture systems. *Weed Science*, 48:231-238.
- Hernández, J.O., Reichert, A. 1987. Evaluación de cinco herbicidas sobre el control de malezas en potreros de clima Af (c). *In: Memoria VIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*. Aguilar M., I. (comp.). San Luis Potosí, S.L.P., México, 11 a 14 de noviembre. pp. 123-127.
- Jachetta, J.J., Havens, P.L., Dybowski, J.A., Kranzfelder, J.A., Tiu, C. 2005. Aminopyralid: a new reduced risk herbicide for invasive species control: toxicology, ecotoxicology, and environmental fate profile. *Proceedings Western Society Weed Science*, 58:60-61.
- Juárez, F. 1998. Evaluation of the nutritive value of four tropical grasses receiving two levels of nitrogen fertilization. Tesis Doctorado. Cornell University. Ithaca, NY, USA.
- Juárez L., F.I., Montero L., M., Serna G., C., Alpírez M., F., Canudas L., E.G. 2005. Evaluación de Gramíneas Forrajeras Tropicales para Bovinos en el Centro del Estado de Veracruz. *In: Barradas L., H. (ed.). Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola en el Trópico Mexicano*. Libro Científico No. 2. INIFAP. UV. CP. UACH. ITUG. ITBOCA. UNAM, Veracruz, México. pp. 195-204.
- Jugulam M., McLean, M. D., Hall J. C. 2005. Inheritance of picloram and 2,4-D resistance in wild mustard (*Brassica kaber*). *Weed Science*, 53:417-423.
- Liu, L., Dumas, J.A., Cacho. C.L. 1997. Picloram groundwater contamination from pasture use. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 81:211-218.
- Monaco, T.J., Weller, S.C., Ashton, F.M. 2002. *Weed Science. Principles and Practices*. 4th ed. Wiley, New York, USA.
- Montero L., M., Juárez L., F.I., López G., I., García P., T.B., Rueda M., B.L. 2008. Variación estacional de la composición química de pastos en el centro del estado de Veracruz. *In: Memoria XLIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. INIFAP. Mérida, Yuc., México, 3 a 8 de noviembre. p. 133.
- Motooka P., Ching, L., Nagai, G. 2002. *Herbicide Weed Control Methods for Pastures and Natural Areas of Hawaii*. Weed Control WC-8. University of Hawaii at Manoa. College of Tropical Agriculture and Human Resources. Cooperative Extension Service. 35 p.
- Oakes, D.J., Webster, W.S., Brown-Woodman, P.D.C., Ritchie, H.E. 2002. A study of the potential for a herbicide formulation containing 2,4-D and picloram to cause male-mediated developmental toxicity in rats *Toxicological Sciences*, 68:200-206.
- Pellegrini, L.G. de, Nabinger C., Faccio C., P.C. de, Neumann, M. 2007. Diferentes métodos de controle de plantas indesejáveis em pastagem nativa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:1247-1254.
- Penati, M.A., Corsi, M., Gonçalves L., C., Martha J., G.B., da Silva D., C.T. 2005. Número de

- amostras e relação dimensão:formato da moldura de amostragem para determinação da massa de forragem de gramíneas cespitosas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34:36-43.
- Samuel, L.W., Lym, R.G. 2008. Aminopyralid effects on Canada thistle (*Cirsium arvense*) and native plant species. *Invasive Plant Science and Management*, 1:265-278.
- Sellers, B.A., Ferrell, J.A., Mullahey, J.J., Brecke, B.J. 2006. Pasture Weed Management. SS-AGR-26. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida Cooperative Extension Service. Agronomy Department. 4 p.
- Serna, G.C. 2004. Evaluación nutricional de gramíneas forrajeras tropicales para bovinos en el centro del estado de Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver., México.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2008. Veracruz. Avance acumulado de la producción pecuaria. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (consultado el 8 de mayo de 2008).
- Timmons, F.L. 1970. A history of weed control in the United States and Canada. *Weed Science* 18:294-307.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY. USA.
- Villaseñor R., J.L., Espinosa G., F.J. 1998. Catálogo de Malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- Vitelli, J.S. 2000. Options for effective weed management. *Tropical Grasslands* 34:280-294.

Submitted June 10, 2008 – Accepted February 13, 2009
Revised received March 11, 2009