

EFFECTIVIDAD DE MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DEL PASTO PANGOLA (*Digitaria decumbens* Stent.)¹

Valentín Alberto Esqueda-Esquivel², Oscar Hugo Tosquy-Valle²

RESUMEN

Efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forraje del pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent). En el periodo de agosto de 1998 a agosto de 1999 se condujo un experimento en Emilio Carranza, municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México, con el objeto de determinar el efecto de tratamientos de control químico y manual de malezas en la producción de forraje de zacate Pangola y en la densidad de población de malezas presentes al inicio del siguiente ciclo de lluvias. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: 1. Mezcla formulada de picloram + 2,4-D (64 + 240 g/100 l agua) 2. Mezcla formulada de picloram + fluroxipir (40 + 40 g/100 l agua) 3. Control manual mediante chapeo con machete y 4. Testigo enhierbado. Las parcelas experimentales tuvieron 30 m de longitud y 10 m de anchura. Los tratamientos 1, 2 y 3 se aplicaron el 17 de agosto de 1998, cuando la zarza de loma (*Mimosa albida*), que fue la especie de maleza dominante tenía entre 40 y 60 cm de altura y la cobertura promedio de malezas del lote experimental, era de 57,9%. Se evaluó la cobertura de malezas y pasto y el control de malezas a los 29, 60, 80, 114 y 154 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA). También se determinó la producción de forraje de zacate Pangola a los 45, 80, 143 y 178 DDA. Con picloram + fluroxipir y picloram + 2,4-D, se controló más eficientemente a *M. albida* y el complejo de malezas herbáceas que con el chapeo y se obtuvo una producción significativamente mayor de materia seca de pasto. Ambos tratamientos herbicidas presentaron menor densidad de población de malezas en el siguiente ciclo de lluvias que el tratamiento con chapeo.

Palabras claves: *Mimosa albida*, *Digitaria decumbens*, control químico, control manual, materia seca de pasto.

ABSTRACT

Effectiveness of weed control methods on forage production of Pangola grass (*Digitaria decumbens* Stent). In order to determine the effect of the chemical weed control and hand weeding on forage production of Pangola grass and weed density on the following rainy season one experiment was carried out in Emilio Carranza, Vega de Alatorre, Veracruz, Mexico, from August 1998 to August 1999. A randomized complete block design with four replications was utilized. Four treatments were studied: 1. Formulated mixture of picloram + 2,4-D (64 + 240 g/100 l water) 2. Formulated mixture of picloram + fluroxypir (40 + 40 g/100 l water) 3. Hand weeding with machete, and 4. Weedy check. The size of the experimental plots were 30 m long and 10 m wide. Treatments 1, 2 and 3 were applied on August 17, 1998, when the height of *Mimosa albida*, which was the dominant weed species, was between 40 and 60 cm, and the average weed cover of the experimental plot was 57,9%. Weed and grass cover and weed control were evaluated at 29, 60, 80, 114 y 154 days after treatment application (DAA). The forage production of Pangola grass was also determined at 45, 80, 143 y 178 DAA. The mixtures of picloram + fluroxypir and picloram + 2,4-D controlled *M. albida* and the herbaceous weed complex more efficiently than handweeding, and produced a significantly higher grass dry matter. Both herbicide treatments had a lower weed population than hand weeding at the beginning of the following rainy season.

Key words: *Mimosa albida*, *Digitaria decumbens*, chemical control, handweeding, grass dry matter.



¹ Recibido: 3 de abril, 2006. Aceptado: 5 de marzo, 2007. Proyecto de Investigación del Programa de Maleza y su Control del Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP.

² Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. Km. 34 Carr. Veracruz-Córdoba. Apdo. Postal 429, 91700, Veracruz, Ver., México. Correo electrónico: esqueda.valentin@inifap.gob.mx; tosquy.oscar@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores que limitan la productividad de los pastizales tropicales en México, es la presencia de grandes poblaciones de malezas, principalmente plantas dicotiledóneas, entre las que se encuentran especies herbáceas, semileñosas y leñosas (Cházaro 1977; Guevara *et al.* 1994; Enríquez *et al.* 1999). Si las malezas no son controladas oportunamente y eficientemente, dificultan el pastoreo, reducen el rendimiento y la calidad del forraje, incrementan los costos del manejo y producción del ganado, reducen la tasa de reproducción, la ganancia de peso de los animales y pueden ser tóxicas (Ávila 1988; Silva *et al.* 1990; Koppel *et al.* 1999; Enríquez *et al.* 1999).

Los métodos de control de malezas más utilizados en los pastizales son los chapeos manuales o mecánicos y la aplicación de herbicidas selectivos (Hernández y Reichert 1987; Vitelli 2000; Carmona *et al.* 2001). Los chapeos controlan las malezas por un tiempo reducido (Radillo y Nava 2001; Motooka *et al.* 2002; Esqueda *et al.* 2005a) y sólo se recomiendan para pequeñas infestaciones o superficies (Dias 1993). Por su parte, el control químico, se efectúa principalmente mediante la aplicación de herbicidas reguladores del crecimiento, con los que se logra la eliminación selectiva de las malezas de hoja ancha o una disminución significativa en las poblaciones de las mismas (Dias 1993; Rodrigues y Almeida 1998; Vitelli 2000). Lo anterior se traduce en un mayor período de control, así como en una mejor relación beneficio/costo para el productor, en comparación con el chapeo tradicional (Motooka 1986).

En México se dedican alrededor de 19 millones de hectáreas de pastizales tropicales a la producción pecuaria (Koppel *et al.* 1999), de las cuales 3,6 millones se localizan en el estado de Veracruz (Juárez *et al.* 2000). En este estado, el pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent), es uno de los más utilizados para el establecimiento de potreros, ya que tiene alto valor nutritivo, buena palatabilidad, crecimiento agresivo y es resistente a plagas (Enríquez *et al.* 1999). Generalmente, el control de las malezas en los pastizales se realiza tanto con chapeo, como con la aplicación de herbicidas, entre los que destacan las mezclas formuladas de picloram + 2,4-D y picloram + fluroxipir (Reichert 1998; Esqueda 2003; Esqueda *et al.* 2005b).

Aunque se ha indicado que con los herbicidas normalmente se obtiene un control más eficiente de las malezas que con el chapeo (Carmona *et al.* 2001; Radillo y Nava 2001; Motooka *et al.* 2002), en México no existe información sobre el efecto de los diferentes métodos de control de malezas en la producción de forraje, tanto de pasto Pangola, como de otros pastos tropicales, por lo que se desconoce si los métodos de control de malezas que actualmente se utilizan, son la mejor opción para obtener la mayor cantidad de biomasa de los pastizales. Por lo anterior, se realizó el presente estudio con los siguientes objetivos: 1. Determinar la efectividad de los herbicidas selectivos más utilizados y del chapeo con machete en el control de malezas y el rendimiento de forraje de pasto Pangola, 2. Determinar si la cobertura y el control de malezas afectan significativamente la producción de pasto Pangola, y 3. Conocer el efecto de estos métodos en la densidad de población de malezas una vez establecido el siguiente ciclo de lluvias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en un potrero de pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.), con alta infestación de malezas, en el Rancho "El Zafiro", ubicado en Emilio Carranza, municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México, el cual se localiza a 19° 58' 04.20" latitud norte, 96° 35' 52.86" longitud oeste a una altitud de 44 msnm. El tipo de clima de la localidad es Am(f)(i'), que corresponde a caliente húmedo con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor a 5% (García 1987). Se evaluaron cuatro tratamientos los cuales se presentan en el Cuadro 1, distribuidos en el terreno de acuerdo al diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El bloqueo se realizó procurando que todas las parcelas tuvieran una cobertura inicial de malezas semejante. La superficie de las parcelas experimentales fue de 300 m² (30 m de largo x 10 m de ancho).

Las mezclas formuladas de herbicidas se aplicaron con una aspersora manual de mochila con capacidad de 12 l, equipada con una boquilla Tee-jet 8001, el 17 de agosto de 1998. Al momento de la aplicación, la maleza dominante tenía una altura de entre 40 y 60 cm. La solución herbicida se asperjó de manera que

Cuadro 1. Descripción de tratamientos evaluados en el experimento de métodos de control de malezas en la producción de forraje de pasto Pangola. Rancho El Zafiro, Emilio Carranza, Veracruz, México, 17 de agosto de 1998.

No.	Tratamiento	Dosis o actividad
1	Mezcla formulada de picloram + 2,4-D	64 + 240 g/100 l agua
2	Mezcla formulada de picloram + fluroxipir	40 + 40 g/100 l agua
3	Control manual	Chapeo con machete
4	Testigo enhierbado	-

cubriera completamente las malezas, pero sin llegar al escurrimiento; en promedio se asperjaron 21 l de solución por parcela experimental. Las malezas de las parcelas con control manual, fueron chapeadas con machete a una altura de aproximadamente 10 cm, el 18 de agosto de 1998. A su vez, en las parcelas correspondientes al testigo enhierbado, se permitió a la maleza desarrollarse libremente durante el desarrollo del experimento. No se aplicaron insecticidas en el lote experimental debido a que no hubo presencia de plagas, y tampoco se fertilizó, ya que en la gran mayoría de los pastizales en el estado de Veracruz no se acostumbra realizar esta práctica.

Densidad de población de malezas

Se determinó en dos ocasiones la población de malezas: el 17 de agosto de 1998, inmediatamente antes de la aplicación de los tratamientos, y el 4 de agosto de 1999, para conocer la variación en la población de especies de malezas, debido a los tratamientos aplicados el año anterior. Se utilizó la metodología de conteos en cuadrantes recomendada por Burrill *et al.* (1977). En ambas ocasiones se realizaron conteos de plantas por especie, en el interior de cinco cuadros de 2 x 2 m (Harker *et al.* 2000), colocados al azar en cada una de las parcelas experimentales. En el primer año, las densidades de población de malezas se obtuvieron al promediar el número de plantas de cada

especie en las 16 parcelas experimentales, mientras que en el segundo año, para cuantificar el efecto de los tratamientos aplicados el año anterior, las densidades se determinaron promediando los datos por especie de maleza de las cuatro parcelas de cada tratamiento.

Cobertura de malezas y pasto

La cobertura de malezas y pasto se determinó de forma visual, en cinco cuadros de 2 x 2 m, colocados al azar en cada una de las parcelas experimentales. Se asignó un valor en porcentaje, de acuerdo al área cubierta del terreno como lo recomienda Alemán (2004). Lo anterior se realizó al inicio del experimento, y a los 29, 60, 80, 114 y 154 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA).

Control de malezas

Se evaluó visualmente el efecto de los tratamientos en las especies dominantes (una especie arbustiva y diversas especies herbáceas evaluadas conjuntamente) en cada parcela experimental. Para asignar valores de control, se utilizó la escala porcentual (0-100%), en donde 0 significó que la maleza no fue afectada y 100% que fue completamente eliminada (Burrill *et al.* 1977; Alemán 2004). Las evaluaciones se llevaron a cabo a los 29, 60, 80, 114 y 154 DDA.

Producción de materia seca de pasto

En cada parcela experimental se colocaron al azar siete cuadros de 1 x 1 m y se cortó con machete la parte aérea del pasto del interior de los cuadros; la altura de corte fue a 10 cm por encima del suelo, que es la recomendada por Middleton (1982), para pasto Pangola. La biomasa fresca de los siete cuadros de cada parcela se pesó, se mezcló y se tomó una muestra de entre 150 y 200 g, la cual se colocó en una estufa de aire forzado a 60 °C por 48 horas, y posteriormente, se pesó. Esta actividad se realizó a los 45, 80, 143 y 179 DDA. La producción de materia seca obtenida por los diferentes tratamientos se transformó a toneladas por hectárea.

Análisis estadísticos

Los datos registrados de cobertura de malezas y pasto y control de malezas se transformaron a su valor de arco seno de acuerdo con Gomez y Gomez (1984). Para cada una de las variables se realizó análisis de varianza mediante el paquete estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 2.5 (Olivares 1994). En los casos en que se detectó efecto significativo se aplicó la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Para una mayor claridad de los resultados, la separación estadística de promedios se presenta con los valores reales. También se hicieron correlaciones simples para determinar el grado de asociación entre la cobertura de malezas, control de *M. albida* y control de malezas herbáceas, y la producción de materia seca de pasto Pangola (Little y Hills 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de población de malezas en 1998

En el sitio experimental, se identificaron 33 especies de malezas, pertenecientes a 18 familias botánicas, cuya población total en el área de muestreo (4 m²) fue de 62 plantas equivalentes a 155.000 plantas/ha. Por su hábito de crecimiento, forma de desarrollo y tamaño, la especie dominante fue *Mimosa albida*

Humb. & Bonpl. ex Willd., una planta arbustiva perenne de la familia Mimosaceae (Parra 1984). Las características y poblaciones de las especies más importantes, se indican en el Cuadro 2.

Cobertura de malezas

Al momento de aplicar los tratamientos herbicidas o realizar el chapeo con machete, la cobertura promedio de las malezas en el lote experimental era de 57,9%, sin haber diferencias estadísticas entre tratamientos. En el siguiente muestreo, todos los tratamientos de control disminuyeron significativamente la cobertura de malezas, en tanto que en el testigo enhierbado se incrementó. En esta época, la menor cobertura se obtuvo con el tratamiento químico a base de picloram + fluroxipir, debido a que este último herbicida tiene un modo de acción más rápido en el control de malezas que el 2,4-D (Esqueda *et al.* 2005). Sin embargo, en las evaluaciones siguientes, la cobertura de malezas presente en las parcelas aplicadas con ambos herbicidas formulados fue estadísticamente similar con valores menores a 2%, e inferior a la obtenida con el método de control manual. Lo anterior, confirma la mayor efectividad del método de control químico con respecto al sistema de control manual de malezas, como ha sido también indicado por Motooka *et al.* (1999) y Esqueda *et al.* (2004).

Cuadro 2. Nombre científico, familia botánica, tipo de crecimiento y densidad de población de malezas presentes al inicio del experimento. Rancho El Zafiro, Emilio Carranza, Ver., México, 17 de agosto de 1998.

Especies	Familia botánica*	Tipo de crecimiento	Población inicial en 4 m ² **
<i>Croton lobatus</i> L.	Euphorbiaceae	Herbáceo	26,35
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Mimosaceae	Arbustivo	9,70
<i>Desmodium</i> sp.	Papilionaceae	Herbáceo	6,75
<i>Zexmenia hispida</i> (Kunth) A. Gray	Asteraceae	Herbáceo	4,00
<i>Wissadula amplissima</i> (L.) R. E. Fries	Malvaceae	Herbáceo	3,20
<i>Croton</i> sp.	Euphorbiaceae	Herbáceo	3,05
Otras especies	-	-	8,95
Total			62,00

* Se utilizó el nombre de la familia botánica indicado por Villaseñor y Espinosa (1998).

** Tamaño de la unidad de muestreo.

En las parcelas en las que no se ejerció ningún tipo de control, la cobertura de malezas aumentó hasta 84,2% a los 80 DDA, para quedar finalmente en 73,5% a los 154 DDA (Cuadro 3).

Cobertura de pasto

La cobertura promedio de pasto al inicio del experimento fue de 35,7% en el lote experimental y en todos los tratamientos fue estadísticamente semejante. En la segunda época de evaluación, con los métodos de control químico y manual, se observó un incremento en la cobertura, debido a su efecto en el control de malezas; aunque ésta fue similar con los tres tratamientos de control, el mayor porcentaje se logró con picloram + fluroxipir. A partir del tercer muestreo, la cobertura de pasto de los tratamientos de control químico se

incrementó hasta 98% en promedio, mientras que la del control manual, se mantuvo alrededor de 50% hasta los 154 DDA. Resultados similares han sido encontrados por Esqueda *et al.* (2005a) y Esqueda *et al.* (2006). En el testigo enhierbado, la cobertura de pasto disminuyó hasta los 80 DDA, pero al final se observó un ligero aumento hasta llegar a 25,7% (Cuadro 4).

Control de *M. albida*

A los 29 DDA, el mayor control de *M. albida*, se obtuvo con el tratamiento de la mezcla formulada de los herbicidas picloram + fluroxipir, el cual fue estadísticamente semejante al observado en las parcelas con control manual. A su vez, el picloram + 2,4-D, mostró un efecto significativamente menor que el del picloram + fluroxipir, pero semejante al ejercido mediante

Cuadro 3. Porcentaje de cobertura de malezas en tratamientos de control químico y manual en diferentes días después de su aplicación (DDA). Rancho El Zafiro, Emilio Carranza, Ver., México, agosto de 1998 a enero de 1999.

Tratamiento	0 DDA	29 DDA	60 DDA	80 DDA	114 DDA	154 DDA
Picloram + 2,4-D	57,0 a	22,6 b	1,3 c	1,0 c	1,5 b	1,2 c
Picloram + fluroxipir	54,3 a	4,8 c	0,3 c	0,5 c	2,0 b	1,1 c
Control manual	60,5 a	23,0 b	31,5 b	37,0 b	48,5 a	46,7 b
Testigo enhierbado	60,0 a	79,6 a	81,4 a	84,2 a	55,8 a	73,5 a

Cifras con letras iguales dentro de columnas no difieren estadísticamente (Tukey 0,05).

Cuadro 4. Porcentaje de cobertura de pasto en tratamientos de control químico y manual en diferentes días después de la aplicación (DDA). Rancho El Zafiro, Emilio Carranza, Ver., México, agosto de 1998 a enero de 1999.

Tratamiento	0 DDA	29 DDA	60 DDA	80 DDA	114 DDA	154 DDA
Picloram + 2,4-D	40,9 a	57,8 a	84,5 a	93,7 a	94,9 a	97,8 a
Picloram + fluroxipir	38,7 a	72,7 a	87,8 a	93,6 a	93,9 a	98,4 a
Control manual	26,2 a	51,8 a	43,3 b	51,7 b	47,0 b	53,3 b
Testigo enhierbado	36,8 a	18,2 b	13,7 c	13,8 c	35,5 b	25,7 c

Cifras con letras iguales dentro de columnas no difieren estadísticamente (Tukey 0,05).

chapeo. A partir de la segunda época de evaluación y hasta el final del experimento, los tratamientos de picloram + 2,4-D y picloram + fluroxipir, tuvieron un control prácticamente total de *M. albida*, mientras que el control manual tuvo una efectividad significativamente menor (Cuadro 5), lo cual se debe a la capacidad de las malezas arbustivas de emitir rebrotes, después de haber sido chapeadas (Scanlan 1984; Motooka *et al.* 2002). El efecto inicial más rápido de control ofrecido por la mezcla picloram + fluroxipir en comparación con picloram + 2,4-D, ha sido indicado para otras especies de malezas por Esqueda *et al.* (2005b).

Control del complejo de malezas herbáceas

Desde la primera época de evaluación, el control del complejo de malezas herbáceas fue superior a 97% con los tratamientos de picloram + 2,4-D y picloram + fluroxipir, siendo estadísticamente semejantes entre sí, y superiores a los controles cuantificados en las parcelas en las que se realizó el chapeo, en donde el control inicial de 85%, se redujo progresivamente, hasta terminar en 50% a los 154 DDA (Cuadro 6). Se observó que al eliminar *M. albida* mediante chapeo, su lugar fue ocupado por malezas herbáceas que no habían emergi-

Cuadro 5. Porcentaje de control químico o manual de *Mimosa albida* en diferentes días después de la aplicación (DDA). Rancho El Zafiro, Emilio Carranza, Ver., México, agosto de 1998 a enero de 1999.

Tratamiento	29 DDA	60 DDA	80 DDA	114 DDA	154 DDA
Picloram + 2,4-D	88,7 b	99,9 a	100,0 a	100,0 a	99,5 a
Picloram + fluroxipir	97,5 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	99,5 a
Control manual	91,2 ab	87,5 b	93,8 b	85,0 b	88,8 b
Testigo enhierbado	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c

Cifras con letras iguales dentro de columnas no difieren estadísticamente (Tukey 0,05).

Cuadro 6. Porcentaje de control químico o manual del complejo de malezas herbáceas en diferentes días después de la aplicación (DDA). Rancho El Zafiro, Emilio Carranza, Ver., México, agosto de 1998 a enero de 1999.

Tratamiento	29 DDA	60 DDA	80 DDA	114 DDA	154 DDA
Picloram + 2,4-D	97,7 a	98,9 a	99,2 a	99,0 a	97,9 a
Picloram + fluroxipir	98,2 a	99,3 a	98,9 a	96,2 a	98,2 a
Control manual	85,0 b	77,5 b	61,2 b	47,5 b	50,0 b
Testigo enhierbado	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c

Cifras con letras iguales dentro de columnas no difieren estadísticamente (Tukey 0,05).

do, cuando se realizó esta práctica, o que al crecer bajo la sombra de la especie arbustiva, tenían poca altura y desarrollo y no fueron cortadas.

Producción de materia seca de pasto

A los 45 DDA, en las parcelas en que se realizó control químico y manual de malezas, la producción de materia seca de pasto fue estadísticamente semejante y superior a la obtenida en las parcelas del testigo enhierbado, las cuales en promedio produjeron 68% menos materia seca que el promedio obtenido por los tratamientos indicados anteriormente (Cuadro 7). A los 80 DDA, las parcelas tratadas con picloram + fluroxipir produjeron el rendimiento de materia seca más alto, aunque éste fue estadísticamente semejante al obtenido con la aplicación de picloram + 2,4-D, el cual a su vez, fue comparable al obtenido en las parcelas correspondientes al control manual. Todos los tratamientos superaron significativamente la producción de materia seca que se obtuvo en el testigo enhierbado. A partir de los 143 DDA, los dos tratamientos de control químico, mostraron la producción de materia seca de pasto más alta, estadísticamente semejante entre ambos, y superior a la del control manual y el testigo enhierbado. En el último muestreo, aunque en las parcelas en que se realizó control manual se obtuvo una mayor producción de materia seca que en las del testigo enhierbado, la diferencia en producción no fue significativa (Cuadro 7). La mayor producción de materia seca obtenida con picloram + fluroxipir y picloram + 2,4-D, con respecto al control con machete, concuerda con lo reportado para pasto Llanero (*Andropogon*

gayanus Kunth) por Esqueda *et al.* (2004) y para pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus* Pilger) por Esqueda *et al.* (2006).

Con el estudio de correlación de variables se detectó efecto altamente significativo entre las variables cobertura de malezas ($r=-0,9649$), control de *M. albida* ($r=0,8582$) y control de malezas herbáceas ($r=0,9735$) y la producción de pasto Pangola. Lo anterior indica, que existe una relación inversamente proporcional entre la cobertura de malezas y la producción de pasto, lo cual se corrobora con la obtención de una mayor producción de pasto, cuando se efectúa control químico o manual de *M. albida* y las malezas herbáceas. Esto señala la necesidad de controlar la maleza en los pastizales, para evitar reducción en el volumen de materia seca de pasto. De acuerdo a los resultados, la aplicación de herbicidas es el método más eficiente de control de las especies de malezas presentes en este estudio.

Densidad de población de malezas en 1999

Los tratamientos aplicados en agosto de 1998, tuvieron efecto sobre la densidad y composición de las poblaciones de malezas en el ciclo de lluvias de 1999; mientras en las parcelas del testigo enhierbado se tuvo una población total de 137.500 plantas/ha, la densidad de población de malezas de las parcelas en que se ejerció control manual y de las que se aplicó picloram + 2,4-D y picloram + fluroxipir fue 36,9, 75,5 y 88,2% menor, respectivamente. En las parcelas de los dos tratamientos de control químico, la población de *M. albida* se redujo grandemente, de tal manera, que esta especie dejó de ser dominante y fue sustituida por especies herbáceas. A su vez, en las parcelas de control manual, aunque la población de *M. albida* también se redujo, no lo hizo en la misma proporción y continuó siendo la especie más importante (Cuadro 8).

Al reducirse la población de malezas por efecto de los tratamientos aplicados un ciclo anterior, se requiere de menor cantidad de herbicidas para su control y por ende, se tiene un menor costo, como ha sido indicado para pastizales de clima templado por Altom y Stritzke (1992), Koger *et al.* (2002) y de clima tropical por Esqueda *et al.* (2005a). De acuerdo a lo anterior, el control químico de las malezas en los

Cuadro 7. Producción de materia seca de pasto (t/ha) en diferentes días después de la aplicación de los tratamientos (DDA). Rancho El Zafiro, Emilio Carranza, Ver., México, agosto de 1998 a febrero de 1999.

Tratamiento	45 DDA	80 DDA	143 DDA	178 DDA
Picloram + 2,4-D	2,63 a	4,66 ab	6,51 a	7,35 a
Picloram + fluroxipir	2,92 a	5,27 a	6,99 a	7,67 a
Control manual	2,49 a	3,70 b	3,58 b	4,78 b
Testigo enhierbado	0,86 b	1,05 c	2,38 c	2,33 b

Cifras con letras iguales dentro de columnas no difieren estadísticamente (Tukey 0,05).

Cuadro 8. Número de plantas en 4 m² de las principales especies de malezas presentes en el área experimental, un año después de la aplicación de los tratamientos. Rancho El Zafiro, Emilio Carranza, Ver., México, 4 de agosto de 1999.

Nombre científico y familia botánica	Testigo enhierbado	Control manual	Picloram + 2,4-D	Picloram + fluroxipir
<i>Mimosa albida</i> (Fabaceae)	13,25	9,50	0,75	0,50
<i>Croton ciliato-glandulosus</i> Ortega (Euphorbiaceae)	6,50	5,25	0,00	0,75
<i>Wissadula amplissima</i> (Malvaceae)	6,00	4,75	0,25	1,00
<i>Zexmenia hispida</i> (Asteraceae)	4,75	3,95	2,25	0,25
<i>Acacia pennatula</i> (Cham. & Schltdl) Benth. (Fabaceae)	3,25	2,00	0,00	0,00
<i>Desmodium</i> sp. (Fabaceae)	1,50	0,50	6,25	0,50
<i>Capersonia palustris</i> (L.) St. Hil (Euphorbiaceae)	1,00	2,25	1,75	1,00
Otras especies	18,75	6,50	2,25	2,50
Total	55,00	34,70	13,50	6,50

pastizales tropicales es más eficiente, y a partir del segundo ciclo, es más barato que el control manual. Además, las mezclas formuladas de picloram + 2,4-D y picloram + fluroxipir fueron altamente selectivas al pasto Pangola y también lo son para la mayoría de los pastos tropicales (Esqueda *et al.* 2005b), por lo que representan una alternativa de uso para el productor de pastizales del trópico.

Es importante señalar que en futuras investigaciones, debe determinarse si el método de control de malezas además de influir directamente en la cantidad de forraje producida, puede afectar la calidad nutricional de los pastos, al modificar la concentración de proteína cruda y fibra neutro detergente. Asimismo, sería importante determinar si con la inclusión de la fertilización nitrogenada a los pastizales, se puede aumentar significativamente la producción y calidad de los pastos tropicales.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de herbicidas selectivos, se obtiene un control más eficiente de las malezas y un mayor rendimiento de forraje de pasto Pangola que con el chapeo con machete. Las mezclas formuladas de picloram + 2,4-D y picloram + fluroxipir fueron semejantes en el control de malezas y el rendimiento de forraje.

La cobertura de malezas, el control de *M. albida* y el de malezas herbáceas, afectan significativamente la producción de pasto Pangola. Con la aplicación de herbicidas selectivos se redujo la población de malezas presentes al inicio del siguiente ciclo de lluvias y se cambió la dominancia de especies.

LITERATURA CITADA

- ALEMÁN, F. 2004. Manual de investigación agronómica: con énfasis en ciencia de la maleza. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.
- ALTOM, J. V.; STRITZKE, J. F. 1992. Sericea lespedeza (*Lepedeza cuneata*) control with selected postemergence herbicides. Weed Technol. 6(3): 573-576.
- ÁVILA C., J. M. 1988. Efecto de dos herbicidas y diesel sobre el control de mezquite (*Prosopis juliflora*) y huizache (*Acacia farnesiana*). In: SOMECIMA ed. Memorias IX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 26 al 28 de octubre de 1988. Cd. Juárez, Chih, México. p. 231-236.
- BURRILL, L. C.; CÁRDENAS, J.; LOCATELLI, E. 1977. Manual de campo para investigación en control de malezas. Publicación #22-A-77. International Plant Protection Center. Corvallis, OR, USA. Oregon State University. 64 p.

- CARMONA, R.; CARVALHO A. N., B. S.; CARVALHO P., R. 2001. Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa pteridofita* em pastagem. Pesq. Agropec. Bras. 36(10):1301-1307.
- CHÁZARO M., J. 1977. El huizache, *Acacia pennatula* (Schlecht & Cham.) Benth. Especie invasora del centro de Veracruz. Biótica 2(1):1-17.
- DIAS F., N. B. 1993. Invasoras em pastagens. Circular Técnica 4. São Carlos, Brasil. EMBRAPA. CPPSE. 13 p.
- ENRÍQUEZ, J. F.; MELÉNDEZ, F.; BOLAÑOS, E. D. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. Libro Técnico Núm. 7. División Pecuaria. Veracruz, México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. 262 p.
- ESQUEDA, V. 2003. Evaluación de los herbicidas Crosser y Vaquero en el control de malezas herbáceas en pastizales tropicales. Agron. Mesoamericana 14(2):177-183.
- ESQUEDA, V. A.; MONTERO, M.; JUÁREZ, F. I.; VIBRANS, H. 2004. Comparación del control químico contra el chapeo de las malezas en la productividad y calidad de pastos (CD-ROM). In: ASOMECEIMA ed. Memoria XXV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 15 al 17 de noviembre de 2004. Ajijic, Jal., México. (Memoria en CD).
- ESQUEDA, V. A.; MONTERO, M.; JUÁREZ, F. I. 2005a. Efecto de métodos de control de malezas en la productividad y calidad de pastos tropicales. In: Barradas, H. et al. eds. Avances en la investigación agrícola, pecuaria, forestal y acuícola en el trópico mexicano 2005. Libro Científico No. 2. INIFAP. UV. CP. UACH. ITUG. ITBOCA. UNAM. Veracruz, México. p. 261-269.
- ESQUEDA, V. A.; TOSQUY, O. H.; ROSALES, E. 2005b. Efectividad de la mezcla picloram y fluroxipir en el control de malezas perennes de pastizales tropicales. Agron. Mesoamericana 16(2):187-192.
- ESQUEDA, V. A.; MONTERO, M.; JUÁREZ, F. I. 2006. Comparación del control químico contra el chapeo de las malezas en la productividad y calidad de pastos. Informe Técnico. Veracruz, Ver., México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. 12 p.
- GARCIA, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república Mexicana). 4 ed. México, D. F. Universidad Nacional Autónoma de México. 130 p.
- GOMEZ, K. A.; GOMEZ, A. A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2nd. ed. Wiley, New York, USA. 680 p.
- GUEVARA, S.; MEAVE, J.; MORENO-CASASOLA, P.; LABORDE, J.; CASTILLO, S. 1994. Vegetación y flora de potreros en la sierra de Los Tuxtlas. Acta Bot. Mex. 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 Sci. 48(2):231-238.
- HERNÁNDEZ, J. O.; REICHERT, A. 1987. Evaluación de cinco herbicidas sobre el control de malezas en potreros de clima Af (c). In: SOMECEIMA ed. Memorias VIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 11 al 14 de noviembre de 1987. San Luis Potosí, S. L. P., México. p. 123-127.
- JUÁREZ, F. I.; CONTRERAS, J.; MONTERO, M. 2000. Determinación de la tasa de digestión de gramíneas tropicales en el estado de Veracruz (CD-ROM). In: Barradas H. ed. Memorias XIII Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz 2000. Veracruz, Ver., México. (Memoria en CD).
- KOGER, C. H.; STRITZKE, J. E.; CUMMINGS, D. C. 2002. Control of sericea lespedeza (*Lespedeza cuneata*) with triclopyr, fluroxypyr, and metsulfuron. Weed Technol. 16(4):893-900.
- KOPPEL., E. T.; ORTIZ., G. A.; ÁVILA, A.; LAGUNES, J.; CASTAÑEDA, O. G.; LÓPEZ, I.; AGUILAR, U.; ROMÁN, H.; VILLAGÓMEZ, J. A.; AGUILERA, R.; QUIRÓZ, J.; CALDERÓN, R. C. 1999. Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico. Libro Técnico Núm. 5. Veracruz, México. INIFAP. CIRGOC. 158 p.

- LITTLE, M. T.; HILLS, F. J. 1998. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2 ed. Editorial Trillas. México, D. F. 270 p.
- MIDDLETON, C. H. 1982. Dry matter and nitrogen changes in five tropical grasses as influenced by cutting height and frequency. *Trop. Grasslands* 16(3):112-117.
- MOTOOKA, P. S. 1986. Chemical weed control in tropical pastures. *In*: Moody, K. ed. Weed control in tropical crops. Vol. II. Los Baños, Laguna, Philippines. Weed Science Society of the Philippines. Southeast Asian Region Center for Graduate Study and Research in Agriculture. p. 9-54.
- MOTOOKA, P.; NAGAI, G.; CHING, L.; POWLEY, J.; TEVES, G.; ARAKALI, A. 1999. Woody plant control for the home, pasture, and forest. Weed Control WC-4. University of Hawaii at Manoa. College of Tropical Agriculture and Human Resources. Cooperative Extension Service. 4 p.
- MOTOOKA, P.; CHING, L.; NAGAI, G. 2002. 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.
- OLIVARES, S. E. 1994. Paquete estadístico de diseños experimentales (computer program) versión 2.5. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., México.
- PARRA, P. 1984. Estudio de la morfología externa de plántulas de *Calliandra gracilis*, *Mimosa albida*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa camporum* y *Mimosa tenuiflora*. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 13(1-4): 311-350.
- RADILLO, F.; NAVA, B. 2001. Evaluación de aplicación química y método de chapeo para el control de *Acacia farnesiana* L. Willd en praderas. *In*: Guevara, F.; Alpírez, F.; Cruz, J. A. comps. Memoria XII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 7 al 9 de noviembre de 2001. Colima, Col., México. p. 56.
- REICHERT P., A. 1998. Evaluación del herbicida picloram + fluroxipir para el control de pusgual (*Croton cortesianus* Kunth.) y orozú (*Lantana camara* L.) en áreas ganaderas de Veracruz. *In*: Fefer, F. ed. Resúmenes XIX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 11 al 13 de noviembre de 1998. Mexicali, B. C., México. p. 51.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. 1998. Guía de herbicidas. 4 ed. Ed. Dos Autores. Londrina, Brasil. 648 p.
- SCANLAN, J. C. 1984. Herbicidal control of woody weeds in central Queensland. 1. Brigalow (*Acacia harpophylla*). *Trop. Grasslands* 18(1):26-32.
- SILVA, J. H.; BELTRÁN, R. G.; VALDÉZ, M. G. 1990. Estudio preliminar de plantas tóxicas presentes en los agostaderos de la zona norte del estado de Colima. *In*: SOMECIMA ed. Resúmenes XI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 7 al 9 de noviembre de 1990. Irapuato, Gto., México. p. 105.
- VILLASEÑOR, J. L.; ESPINOSA, F. J. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 449 p.
- VITELLI, J. S. 2000. Options for effective weed management. *Trop. Grasslands* 34(4):280-294.