

EFFECTIVIDAD DE AMINOPYRALID + 2,4-D SOBRE CUATRO ESPECIES DE MALEZAS EN PASTIZALES TROPICALES¹

Valentín Alberto Esqueda-Esquivel², Enrique Rosales-Robles³, Oscar Hugo Tosquy-Valle²

RESUMEN

Efectividad de aminopyralid + 2,4-D sobre cuatro especies de malezas en pastizales tropicales. Durante la época de lluvias del 2006, desde septiembre hasta diciembre, se estableció un experimento en dos localidades del estado de Veracruz, México, con el objetivo de determinar la efectividad de aminopyralid + 2,4-D en el control de malezas y la toxicidad a los pastos Remolino (*Paspalum notatum* Flüegge) y Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). Se evaluaron ocho tratamientos: aminopyralid + 2,4-D (6,75 + 135; 9 + 180; 11,25 + 225 y 13,5 + 270 g/100 l de agua), 2,4-D (400 g/100 l de agua), picloram + 2,4-D (15 + 150 y 40 + 120 g/100 l de agua) y un testigo sin aplicación. Las dimensiones de las parcelas experimentales fueron de 8 m de largo x 4 m de ancho. Los tratamientos se aplicaron cuando las malezas tenían una altura de entre 55 y 160 cm. Se evaluó el control de las malezas a los 15, 30, 60 y 90 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA) y la toxicidad a los pastos a los 15 y 30 DDA. La mezcla de aminopyralid + 2,4-D mostró un control eficiente de *Baltimora recta* y *Solanum diversifolium* a partir de 6,75 + 135 g/100 l de agua, y para el control de *Aldama dentata* y *Mimosa albida* fue necesaria la dosis de 9 + 180 g/100 l de agua. Ninguno de los tratamientos ocasionó toxicidad a los pastos.

Palabras clave: *Aldama dentata*, *Baltimora recta*, *Mimosa albida*, *Paspalum notatum*, *Digitaria decumbens*.

ABSTRACT

Effectiveness of aminopyralid + 2,4-D on four weed species in tropical grasslands. During the 2006 rainy season, from September to December, an experiment was established in two localities of the state of Veracruz, México, to determine the effectiveness of aminopyralid + 2,4-D in weed control and their toxicity to Remolino (*Paspalum notatum* Flüegge) and Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) grasses. Eight treatments were evaluated: aminopyralid + 2,4-D (6,75 + 135; 9 + 180; 11,25 + 225 and 13,5 + 270 g/100 l water), 2,4-D (400 g/100 l water), picloram + 2,4-D (15 + 150 and 40 + 120 g/100 l water) and a weedy check. The experimental plots measured 8 m long x 4 m wide. The treatments were applied when weeds were between 55 and 160 cm tall. Weed control was evaluated at 15, 30, 60 and 90 days after treatment application (DAA) and grass toxicity at 15 and 30 DAA. The mixture of aminopyralid + 2,4-D showed an efficient control of *Baltimora recta* and *Solanum diversifolium* from 6,75 + 135 g/100 l water, whereas in order to control *Aldama dentata* and *Mimosa albida* the dosage of 9 + 180 g/100 l water was needed. None of the treatments caused toxicity to the grasses.

Key words: *Aldama dentata*, *Baltimora recta*, *Mimosa albida*, *Paspalum notatum*, *Digitaria decumbens*.



¹ Recibido: 24 de junio, 2008. Aceptado: 20 de marzo, 2009. Proyecto No. 569811H del Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

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

³ Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Km. 61 Carr. Matamoros-Reynosa. Apdo. Postal 172, 88900, Río Bravo, Tam., México. rosales.enrique@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el sureste de México se dedican alrededor de 25,7 millones de hectáreas para uso ganadero (Calderón *et al.* 2007), de las cuales 3,6 millones se localizan en el estado de Veracruz, el cual es el primer productor nacional de carne de ganado bovino y el quinto en producción de leche (SIAP 2008). En los pastizales de las áreas tropicales de esta entidad, se presentan grandes poblaciones de malezas dicotiledóneas (Cházaro 1977, Guevara *et al.* 1994, Enríquez *et al.* 1999), que al competir con los pastos, ocasionan reducciones significativas en la producción de forraje y afectan su calidad (DiTomaso 2000, Esqueda 2000, Esqueda *et al.* 2005a).

Aunque para el control de las malezas en los pastizales se utilizan métodos mecánicos y químicos, diversos estudios han indicado que la aplicación de herbicidas es más eficiente que los chapeos, ya que su efecto es más duradero y paulatinamente se tiende a la desaparición de las plantas nocivas (Carmona *et al.* 2001, Radillo y Nava 2001, Motooka *et al.* 2002).

El tratamiento químico que más se utiliza para combatir malezas en pastizales, es la mezcla formulada de picloram + 2,4-D, la cual controla un gran número de malezas herbáceas y arbustivas, pero su efecto es limitado en ciertas malezas de importancia (Esqueda 2001, Esqueda 2003). Además, algunas especies han desarrollado biotipos con resistencia al picloram (Callihan *et al.* 1990, Fuerts *et al.* 1996).

Aminopyralid (ácido 4-amino-3,6-dicloro-2-piridin carboxílico) es un nuevo herbicida sistémico que controla un amplio espectro de malezas de hoja ancha y ciertos arbustos, es altamente selectivo a las principales especies de pastos y tiene un impacto ambiental bajo (Chemello *et al.* 2005). En ensayos exploratorios, con la aplicación de este herbicida en mezcla con 2,4-D, se obtuvo un control eficiente del huizache (*Acacia pennatula*) y el cornezuelo (*A. cornigera*) en pastizales del norte de Veracruz (Reichert y Esqueda 2005). Debido a que la mezcla formulada de aminopyralid + 2,4-D puede ser una alternativa nueva para el control de malezas en pastizales, se estableció un experimento con el objetivo de determinar el efecto de este nuevo tratamiento, en el control de cuatro especies de malezas presentes comúnmente en los potreros de las regiones tropicales de la entidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció durante el ciclo de temporal 2006, en dos potreros del estado de Veracruz: 1. Potrero con pasto Remolino (*Paspalum notatum* Flüegge), con una cobertura promedio inicial de malezas de 67,2%, localizado en Infiernillo, municipio de Medellín de Bravo (18° 59' 28,27" latitud norte, 96° 10' 53,36" longitud oeste y 14 msnm) y 2. Potrero con pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.), con una cobertura promedio inicial de malezas de 89,2%, localizado en Emilio Carranza, municipio de Vega de Alatorre (19° 58' 04,20" latitud norte, 96° 35' 52,86" longitud oeste y 44 msnm). De acuerdo con García (1987), en Infiernillo, el clima es cálido subhúmedo Aw" (w)(g), mientras que en Emilio Carranza, éste corresponde a cálido húmedo Am (f)(i'). Los dos lotes experimentales se cercaron con alambre de púas para evitar la entrada del ganado.

Se evaluaron ocho tratamientos (Cuadro 1), de los cuales el éster butílico de 2,4-D y las dos dosis de picloram + 2,4-D se utilizaron como testigos de control regionales; además se incluyó un testigo sin aplicación.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos del experimento. Infiernillo, municipio de Medellín de Bravo y Emilio Carranza, municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México. Ciclo de temporal de 2006.

| Tratamientos | Dosis (g/100 l de agua) |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Aminopyralid + 2,4-D | 6,75 + 135 |
| 2. Aminopyralid + 2,4-D | 9 + 180 |
| 3. Aminopyralid + 2,4-D | 11,25 + 225 |
| 4. Aminopyralid + 2,4-D | 13,5 + 270 |
| 5. 2,4-D (éster butílico) | 400 |
| 6. Picloram + 2,4-D | 15 + 150 |
| 7. Picloram + 2,4-D | 40 + 120 |
| 8. Testigo sin aplicar | - |

Los tratamientos se distribuyeron en el terreno de acuerdo con el diseño experimental de bloques completos al azar en Infiernillo y completamente al azar en

Emilio Carranza; en ambos experimentos se tuvieron cuatro repeticiones y las parcelas experimentales midieron 8 m de largo x 4 m de ancho.

Los herbicidas se aplicaron el 11 y 26 de septiembre de 2006 en Infiernillo y Emilio Carranza, respectivamente. Se utilizó una aspersora motorizada de mochila con capacidad de 25 l, equipada con una boquilla de abanico plano 8002. La solución herbicida se asperjó de manera que cubriera completamente las malezas, pero sin llegar al escurrimiento, como lo indican Esqueda *et al.* (2005b). Al momento de la aplicación, la altura de las malezas varió entre 55 y 160 cm en Infiernillo y entre 80 y 130 cm en Emilio Carranza. El tamaño y desarrollo de las malezas en ambas localidades fueron representativos de la etapa en que los ganaderos las controlan, por lo que se consideran adecuados para evaluar el efecto de los herbicidas. Se obtuvieron datos de precipitación pluvial, de las estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua más cercanas a los sitios experimentales.

Densidad de población de malezas

La densidad de población de malezas se determinó antes de la aplicación de los tratamientos. Se utilizó un cuadro de 1 m x 1 m, el cual fue lanzado al azar en las parcelas correspondientes a los testigos sin aplicar (Esqueda 2003). Las malezas se cuantificaron por especie, y se hicieron las transformaciones necesarias para reportar su densidad en número de individuos por hectárea.

Control de malezas

Las evaluaciones de control de malezas se realizaron a los 15, 30, 60 y 90 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos. Se evaluó visualmente el efecto de los herbicidas por especie de maleza, en la totalidad de cada parcela experimental. Para realizar esto se utilizó la escala porcentual (0 a 100%), en donde 0 significó que la maleza no fue afectada y 100% que fue completamente eliminada (Burrill *et al.* 1977, Alemán 2004).

Toxicidad a los pastos

A los 15 y 30 DDA, se evaluó visualmente la toxicidad a los pastos y se asignaron valores en la escala de 0 a 100%, en donde 0, significó que el pasto no fue

afectado y 100%, que fue completamente destruido (Esqueda 2003).

Análisis estadísticos

Para homogenizar las varianzas, los datos experimentales de porcentaje de control de malezas se transformaron a su valor de arco seno (Gomez y Gomez 1984). Los análisis de varianza se efectuaron con los datos transformados y como prueba de separación de medias se utilizó Tukey ($p < 0,05$). Para realizar los análisis estadísticos se utilizó el Paquete de Diseños Experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León Versión 2.5 (Olivares 1994). Aún cuando los análisis de varianza y las pruebas de separación de medias se efectuaron con datos transformados, por motivos de claridad, en el siguiente apartado, los porcentajes de control se presentan con los datos originales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período en que se condujo el experimento en Infiernillo (11 de septiembre a 11 de diciembre de 2006), la precipitación pluvial fue de 212,2 mm. En los primeros tres días posteriores a la aplicación, se tuvo una precipitación pluvial conjunta de 55,5 mm, suficiente para que hubiera buena humedad en el terreno y crecimiento activo de las malezas y por lo tanto buenas condiciones para la actividad de los herbicidas. Posteriormente se tuvieron 169,7 mm de lluvia durante el período de conducción del experimento, lo cual fue suficiente para mantener un buen desarrollo del pasto en todo el lote experimental y de las malezas en los testigos sin aplicar.

Por su parte, en Emilio Carranza, durante el período en que se condujo el experimento (26 de septiembre a 26 de diciembre de 2006), la precipitación pluvial fue de 758,6 mm. Aunque después de la aplicación de los tratamientos se tuvieron siete días sin lluvia, en la semana anterior a ésta, se tuvo una precipitación pluvial conjunta de 120,9 mm, por lo que existía buena humedad en el terreno y las malezas estaban en crecimiento activo, ambas condiciones necesarias para el buen funcionamiento de los herbicidas (Peterson *et al.* 2001). Posteriormente, durante el período de conducción del experimento, siempre hubo buena humedad en el terreno (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución de la precipitación pluvial registrada durante el período de conducción del experimento. Infiernillo, municipio de Medellín de Bravo y Emilio Carranza, municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México. Ciclo de temporal de 2006.

| Infiernillo | | | | | |
|-----------------|----------------------------|---------|----------------------------|--------|----------------------------|
| Fecha | Precipitación pluvial (mm) | Fecha | Precipitación pluvial (mm) | Fecha | Precipitación pluvial (mm) |
| Sept 11 | 2,0 | Sept 30 | 15,5 | Nov 16 | 2,0 |
| Sept 12 | 15,5 | Oct 5 | 16,0 | Nov 18 | 16,0 |
| Sept 13 | 38,0 | Oct 9 | 4,0 | Nov 19 | 8,5 |
| Sept 19 | 13,0 | Oct 13 | 2,5 | Nov 20 | 2,0 |
| Sept 24 | 43,7 | Nov 2 | INAP ¹ | Dic 2 | INAP |
| Sept 25 | 3,5 | Nov 11 | 21,0 | Dic 3 | 9,0 |
| Emilio Carranza | | | | | |
| Oct 1 | INAP ¹ | Nov 5 | 19,0 | Dic 6 | 0,3 |
| Oct 2 | INAP | Nov 6 | INAP | Dic 7 | 7,5 |
| Oct 4 | 21,9 | Nov 7 | 4,3 | Dic 8 | 43,6 |
| Oct 5 | 98,8 | Nov 11 | 149,8 | Dic 9 | 1,7 |
| Oct 6 | 26,2 | Nov 12 | INAP | Dic 10 | INAP |
| Oct 14 | 6,4 | Nov 15 | INAP | Dic 12 | 53,2 |
| Oct 15 | INAP | Nov 18 | 35,5 | Dic 13 | 5,3 |
| Oct 18 | 1,9 | Nov 19 | 27,5 | Dic 14 | INAP |
| Oct 19 | INAP | Nov 20 | 20,5 | Dic 15 | INAP |
| Oct 20 | INAP | Nov 21 | 2,4 | Dic 16 | INAP |
| Oct 22 | 37,4 | Nov 30 | 22,3 | Dic 18 | 7,3 |
| Oct 23 | 29,3 | Dic 1 | INAP | Dic 22 | 4,8 |
| Oct 28 | INAP | Dic 2 | 15,3 | Dic 23 | 0,2 |
| Nov 2 | 50,3 | Dic 3 | 44,3 | Dic 24 | 4,9 |
| Nov 3 | 12,1 | Dic 4 | 3,5 | Dic 25 | 1,1 |
| Nov 4 | INAP | Dic 5 | INAP | | |

¹ INAP = Inapreciable.

Densidad de población de malezas

En Infiernillo se presentaron dos especies de malezas: el acahual (*Baltimora recta* L.) de la familia Asteraceae, que tuvo una población inicial de 52.500 plantas/ha y la berenjena (*Solanum diversifolium*

Schltld.) de la familia Solanaceae, cuya población al momento de la aplicación de los tratamientos fue de 80.000 plantas/ha. Por otra parte, en Emilio Carranza se presentaron la hierba amarilla (*Aldama dentata* Llave) de la familia Asteraceae a una densidad de población de 15.000 plantas/ha y la zarza de loma (*Mimosa albida* Humb. & Bonpl. ex Willd) de la familia Mimosaceae (Villaseñor y Espinosa 1998), cuya población inicial fue de 35.000 plantas/ha.

Control de *Baltimora recta*

Desde los 15 DDA, la dosis mayor de aminopyralid + 2,4-D resultó en un control total de *B. recta*, que fue estadísticamente semejante al que se tuvo con las dosis de 11,25 + 225 y 9 + 180 g, y superior al de la dosis menor, con la que se obtuvo un control ligeramente superior a 90%. Por otra parte, el 2,4-D y la dosis alta de picloram + 2,4-D mostraron controles superiores a 95%, mientras que el control obtenido con la dosis baja del último tratamiento, fue ligeramente superior a 80%. A partir de los 30 DDA y hasta la evaluación final del experimento, todos los tratamientos herbicidas controlaron completamente a esta especie (Cuadro 3). Estos resultados son semejantes a los obtenidos en la misma especie por Esqueda (2003) con la dosis baja de la mezcla picloram + 2,4-D y con 2,4-D, lo que confirma que es una especie de fácil control con herbicidas.

Control de *Solanum diversifolium*

A los 15 DDA, el control de *S. diversifolium* obtenido con aminopyralid + 2,4-D, varió entre 70 y 80%, sin existir diferencias estadísticas entre las cuatro dosis; este control fue semejante al obtenido con la dosis alta de picloram + 2,4-D (67,5%). Por su parte, el efecto del 2,4-D y de la dosis baja de picloram + 2,4-D sólo afectaron el 33,8% y 17,5%, respectivamente, de esta maleza. Entre una época de evaluación y la siguiente, se observaron incrementos en el control de esta especie en todos los tratamientos, por lo que a los 30 DDA, a excepción de la dosis baja de picloram + 2,4-D, cuyo control era menor a 50%, los tratamientos herbicidas mostraron controles superiores a 90%. En esta época, las dosis de aminopyralid + 2,4-D, fueron iguales estadísticamente.

A los 60 DDA, las cuatro dosis de aminopyralid + 2,4-D mostraban controles totales o casi totales de *S. diversifolium* y su efectividad era semejante a la de la

Cuadro 3. Control¹ de *Baltimora recta* (%) a los 15, 30, 60 y 90 DDA. Infiernillo, municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, México. Ciclo de temporal de 2006.

| Tratamiento | Dosis (g/100 l agua) | 15 DDA | 30 DDA | 60 DDA | 90 DDA |
|------------------------|----------------------|----------|--------|--------|--------|
| Aminopyralid + 2,4-D | 6,75 + 135 | 90,5 bc* | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Aminopyralid + 2,4-D | 9 + 180 | 95,8 abc | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Aminopyralid + 2,4-D | 11,25 + 225 | 97,0 ab | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Aminopyralid + 2,4-D | 13,5 + 270 | 100,0 a | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| 2,4-D (éster butílico) | 400 | 98,8 ab | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Picloram + 2,4-D | 15 + 150 | 81,3 c | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Picloram + 2,4-D | 40 + 120 | 96,0 ab | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Testigo sin aplicar | - | 0,0 d | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

¹ 0 significó que la maleza no fue afectada y 100% que fue completamente eliminada.

*Valores con la misma letra para cada fecha de evaluación son iguales estadísticamente. Tukey (p<0,05).

dosis alta de picloram + 2,4-D y a la de 2,4-D. En esta época, la dosis bajas de picloram + 2,4-D proporcionó un control ligeramente superior a 90%, estadísticamente semejante a los obtenidos con la dosis menor de aminopyralid + 2,4-D, la dosis alta de picloram + 2,4-D y el 2,4-D. A los 90 DDA, todas las dosis de aminopyralid + 2,4-D controlaron completamente a *S. diversifolium* y su efecto fue semejante al del 2,4-D y al de la dosis alta de picloram + 2,4-D, que tuvieron

controles prácticamente totales, y superior al de la dosis baja de picloram + 2,4-D (Cuadro 4).

Control de *Aldama dentata*

Desde los 15 DDA, todos los tratamientos con herbicidas mostraron controles totales o casi totales de *A. dentata*, y a los 30 DDA, el control fue completo con todos los tratamientos. En la siguiente época de

Cuadro 4. Control¹ de *Solanum diversifolium* (%) a los 15, 30, 60 y 90 DDA. Infiernillo, municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, México. Ciclo de temporal de 2006.

| Tratamiento | Dosis (g/100 l agua) | 15 DDA | 30 DDA | 60 DDA | 90 DDA |
|------------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Aminopyralid + 2,4-D | 6,75 + 135 | 70,0 a* | 91,3 b | 99,0 ab | 100,0 a |
| Aminopyralid + 2,4-D | 9 + 180 | 72,5 a | 93,8 ab | 99,5 a | 100,0 a |
| Aminopyralid + 2,4-D | 11,25 + 225 | 73,8 a | 95,8 ab | 100,0 a | 100,0 a |
| Aminopyralid + 2,4-D | 13,5 + 270 | 78,8 a | 96,5 ab | 100,0 a | 100,0 a |
| 2,4-D (éster butílico) | 400 | 33,8 b | 90,0 b | 97,0 ab | 99,5 a |
| Picloram + 2,4-D | 15 + 150 | 17,5 c | 47,5 c | 90,5 b | 93,3 b |
| Picloram + 2,4-D | 40 + 120 | 67,5 a | 98,3 a | 99,0 ab | 99,8 a |
| Testigo sin aplicar | - | 0,0 d | 0,0 d | 0,00 c | 0,0 c |

¹ 0 significó que la maleza no fue afectada y 100% que fue completamente eliminada.

*Valores con la misma letra para cada fecha de evaluación son iguales estadísticamente. Tukey (p<0,05).

evaluación se observó una ligera reinfestación en las parcelas tratadas con la dosis menor de aminopyralid + 2,4-D y relativamente fuerte en aquellas aplicadas con la dosis baja de picloram + 2,4-D, y a los 90 DDA, el 2,4-D mantuvo el control total de esta especie, con las tres dosis mayores de aminopyralid + 2,4-D y la dosis alta de picloram + 2,4-D, el control se mantuvo por arriba de 95%, y con la dosis menor de aminopyralid + 2,4-D y la dosis baja de picloram + 2,4-D, era menor de 85 y 60%, respectivamente (Cuadro 5).

Cabe señalar que aunque a los 30 DDA todos los tratamientos herbicidas tenían un control total de *A. dentata*, éste se mantuvo relativamente alto en los tratamientos con las dosis mayores, por lo que para obtener un eficiente control residual, debe seleccionarse adecuadamente la dosis a aplicar (Esqueda 2003, Esqueda *et al.* 2005b).

Control de *Mimosa albida*

A los 15 DDA, el mayor control de esta especie se obtuvo con la dosis más alta de aminopyralid + 2,4-D, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos; a su vez, con las dos dosis intermedias se tuvieron controles superiores a 80% y con la dosis menor, el control fue ligeramente superior a 75%. La dosis alta de picloram + 2,4-D resultó en un control estadísticamente semejante al de aminopyralid + 2,4-D

a 11,25 + 225 g y superior al de las dos dosis menores del mismo herbicida y al de dosis baja de picloram + 2,4-D, cuyo control fue menor a 65%. A su vez, el 2,4-D sólo ocasionó muy pequeñas áreas necróticas en algunas de las hojas que estaban más expuestas al momento de la aplicación. A los 30 DDA, las tres dosis mayores de aminopyralid + 2,4-D tuvieron controles de *M. albida* superiores a 90%, mientras que con la dosis menor, éste fue de 75%.

Estadísticamente, el control obtenido con la dosis alta de picloram + 2,4-D, fue semejante al de las tres dosis mayores de aminopyralid + 2,4-D. Por su parte, el efecto de la dosis baja de picloram + 2,4-D decreció y el de 2,4-D, aumentó muy ligeramente. En cada época de evaluación se observó un incremento en el control con todas las dosis de aminopyralid + 2,4-D con respecto a la evaluación anterior. Sin embargo, mientras que a los 60 y 90 DDA, con las tres dosis mayores los controles eran superiores a 95%, con la dosis menor, el máximo control fue de 85%. En ambas épocas de evaluación, la dosis alta de picloram + 2,4-D mantuvo controles semejantes a los de las tres dosis mayores de aminopyralid + 2,4-D. El control con la dosis baja de picloram + 2,4-D varió entre 55 y 70% y con el 2,4-D, las plantas se habían recuperado completamente (Cuadro 6). *M. albida* es una planta arbustiva perenne (Parra 1984), considerada una de las especies más agresivas en los potreros de Veracruz, por lo que es de suma importancia tener varias alternativas para

Cuadro 5. Control¹ de *Aldama dentata* (%) a los 15, 30, 60 y 90 DDA. Emilio Carranza, municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México. Ciclo de temporal de 2006.

| Tratamiento | Dosis (g/100 l agua) | 15 DDA | 30 DDA | 60 DDA | 90 DDA |
|------------------------|----------------------|---------|--------|---------|---------|
| Aminopyralid + 2,4-D | 6,75 + 135 | 99,3 a* | 100,0 | 95,0 a | 83,3 bc |
| Aminopyralid + 2,4-D | 9 + 180 | 100,0 a | 100,0 | 100,0 a | 96,8 ab |
| Aminopyralid + 2,4-D | 11,25 + 225 | 100,0 a | 100,0 | 100,0 a | 97,0 ab |
| Aminopyralid + 2,4-D | 13,5 + 270 | 100,0 a | 100,0 | 100,0 a | 98,8 ab |
| 2,4-D (éster butílico) | 400 | 100,0 a | 100,0 | 100,0 a | 100,0 a |
| Picloram + 2,4-D | 15 + 150 | 100,0 a | 100,0 | 63,8 b | 57,5 c |
| Picloram + 2,4-D | 40 + 120 | 100,0 a | 100,0 | 100,0 a | 96,3 ab |
| Testigo sin aplicar | - | 0,0 b | 0,0 | 0,0 c | 0,0 d |

¹ 0 significó que la maleza no fue afectada y 100% que fue completamente eliminada.

*Valores con la misma letra para cada fecha de evaluación son iguales estadísticamente. Tukey (p<0,05).

Cuadro 6. Control¹ de *Mimosa albida* (%) a los 15, 30, 60 y 90 DDA. Emilio Carranza, municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México. Ciclo de temporal de 2006.

| Tratamiento | Dosis (g/100 l agua) | 15 DDA | 30 DDA | 60 DDA | 90 DDA |
|------------------------|----------------------|---------|---------|--------|--------|
| Aminopyralid + 2,4-D | 6,75 + 135 | 76,3 d* | 75,0 b | 83,8 b | 85,0 b |
| Aminopyralid + 2,4-D | 9 + 180 | 81,3 cd | 91,3 ab | 97,0 a | 98,3 a |
| Aminopyralid + 2,4-D | 11,25 + 225 | 86,3 bc | 92,5 a | 97,5 a | 98,5 a |
| Aminopyralid + 2,4-D | 13,5 + 270 | 97,0 a | 98,3 a | 99,3 a | 99,8 a |
| 2,4-D (éster butílico) | 400 | 2,0 f | 3,8 d | 0,0 d | 0,0 d |
| Picloram + 2,4-D | 15 + 150 | 62,5 e | 50,0 c | 58,8 c | 67,5 c |
| Picloram + 2,4-D | 40 + 120 | 91,3 b | 97,0 a | 97,8 a | 98,8 a |
| Testigo sin aplicar | - | 0,0 g | 0,0 d | 0,0 d | 0,0 d |

¹ 0 significó que la maleza no fue afectada y 100% que fue completamente eliminada.

*Valores con la misma letra para cada fecha de evaluación son iguales estadísticamente. Tukey (p<0,05).

su control químico eficiente por todo el ciclo de lluvias (Esqueda y Tosquy 2007).

Es importante indicar que la dosis de aminopyralid + 2,4-D de 9 + 180 g/100 l de agua, que es la más baja que proporciona un control eficiente de las cuatro especies de malezas, tiene un costo actual de US \$6,47, mientras que el costo de la dosis alta de picloram + 2,4-D, que tiene controles semejantes de esas especies, es de US \$7,91, por lo que con la aplicación de la primera mezcla se tiene un ahorro de US \$1,44. Por su parte, para controlar *B. recta*, *S. diversifolium* y *A. dentata*, el tratamiento más económico es la aplicación del éster butílico de 2,4-D, ya que la dosis de 400 g/100 l de agua, tiene un costo de US \$4,32.

Toxicidad a los pastos

No se observaron daños tóxicos en los pastos con ninguno de los tratamientos evaluados, en ninguna de las fechas de evaluación (datos no mostrados), lo cual corrobora lo indicado por Chemello *et al.* (2005), con respecto a la alta selectividad del aminopyralid a las principales especies de pastos.

El alto control de malezas ofrecido y la alta selectividad hacia los pastos permite afirmar que la mezcla de aminopyralid + 2,4-D es una excelente alternativa para el control de las malezas en los pastizales tropicales y su efectividad puede compararse a la de la mezcla de picloram + 2,4-D (Esqueda *et al.* 2007a, Esqueda *et*

al. 2007b), tratamiento utilizado por un gran porcentaje de los ganaderos que controlan la maleza mediante la aplicación de herbicidas.

CONCLUSIONES

La mezcla de aminopyralid + 2,4-D controló eficientemente a *B. recta* y *S. diversifolium* desde 6,75 + 135 g en l/100 l de agua y a *M. albida* y *A. dentata* desde 9 + 180 g en l/100 l de agua, y su efectividad fue semejante o superior a la de los herbicidas utilizados como testigos regionales.

El tratamiento más barato para controlar las cuatro especies de malezas fue la mezcla de aminopyralid + 2,4-D a 9 + 180 g en 100 l de agua.

La aplicación de aminopyralid + 2,4-D no dañó a los pastos Remolino y Pangola.

LITERATURA CITADA

- Alemán, F. 2004. Manual de investigación agronómica: con énfasis en ciencia de la maleza. Imprimatur Artes Gráficas. Managua, Nicaragua. 248 p.
- Burrill, LC; Cárdenas, J; Locatelli, E. 1977. Manual de campo para investigación en control de malezas. Publicación # 22-A-77. International Plant Protection Center. Oregon State University. Corvallis, OR, USA. 64 p.

- Calderón, RC; Hernández, JO; Olazarán, S; Ramírez, JIM; Rosete, JV; Ríos, A; Galavíz, JR; Vega, VE; Castañeda, OG; Aguilar, U; Lagunes, J. 2007. Manual ilustrado para el manejo de la lechería tropical especializada con bovinos. Libro Técnico Núm. 18. Sitio Experimental Las Margaritas. Hueytamalco, Pue., México. 133 p.
- Callihan, RH; Schirman, RW; Northam, FE. 1990. Picloram resistance in yellow starthistle. *West. Soc. Weed Sci. Abstr.* 30: 31.
- Carmona, R; Carvalho, BS; Carvalho, R. 2001. Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa pteridofita* em pastagem. *Pesq. Agropec. Bras.* 36(10): 1301-1307.
- Cházaro, J. 1977. El huizache, *Acacia pennatula* (Schlecht & Cham.) Benth. especie invasora del centro de Veracruz. *Biótica* 2(1): 1-17.
- Chemello, AA; Merchez, JY; Jachetta, JJ; Reichert, A; Caceres, N; Bernhard, U; Masters, RA; Hare, D; Nagy, P; Love, C; Abello, E. 2005. Aminopyralid: nuevo herbicida para praderas, pastizales, usos industriales y cereales. *In: Castro N., S. et al. eds. Memoria XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 16 al 18 de noviembre de 2005. Cd. Victoria, Tam., México. p. 232.*
- DiTomaso, J. M. 2000. Invasive weeds in rangelands: species, impacts, and management. *Weed Sci.* 48(2): 255-265.
- Enríquez, JF; Meléndez, F; Bolaños, ED. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. Libro Técnico Núm. 7. División Pecuaria. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Veracruz, México. 262 p.
- Esqueda, VA. 2000. Efecto del chapeo manual y dos herbicidas en el control de la maleza y la producción de zacate Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). *In: Guevara F., F. ed. Memoria XXI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 8 al 10 de noviembre de 2000. Morelia, Mich., México. p. 112-117.*
- _____. 2001. Efecto de la mezcla formulada de picloram + fluroxypir en hierba dulce [*Lippia nodiflora* (L.) Michx.] y puzgual (*Croton cortesianus* Kunth) en potreros. *In: Guevara, F; Alpírez, F; Cruz, JA. comps. Memoria XXII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 7 al 9 de noviembre de 2001. Colima, Col., México. p. 57.*
- _____. 2003. Evaluación de los herbicidas Crosser y Vaquero en el control de malezas herbáceas en pastizales tropicales. *Agron. Mesoam.* 14(2): 177-183.
- _____; Montero, M; Juárez, FI; Vibrans, H. 2005a. Efecto del control químico y el chapeo de malezas en la productividad y calidad de pastos (segundo ciclo). *In: Castro N., S. et al. eds. Memoria XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 16 a 18 de noviembre de 2005. Cd. Victoria, Tam., México. p. 58-63.*
- _____; Tosquy, OH; Rosales, E. 2005b. Efectividad de la mezcla picloram y fluroxypir en el control de malezas perennes de pastizales tropicales. *Agron. Mesoam.* 16(2): 187-192.
- _____; Montero, M; Juárez, FI. 2007a. Comparación del control químico contra el chapeo de las malezas en la productividad y calidad de pastos (segundo ciclo). *In: Martínez D, G. et al. eds. Memoria XXVIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 14 a 16 de noviembre de 2007. Mazatlán, Sin., México. p. 120-126.*
- _____; Montero, LM; Juárez, FI. 2007b. Efecto del método de control de malezas en la productividad y calidad del forraje del pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus* Pilger). *In: Resúmenes LIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. Realizada del 23 al 27 de abril de 2007. Antigua, Guatemala. p. 158.*
- _____; Tosquy, OH. 2007. Efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forraje del pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). *Agron. Mesoam.* 18(1): 1-10.
- Fuerst, EP; Sterling, TM; Norman, MA; Prather, TS; Irzyk, GP; Wu, Y. *et al.* 1996. Physiological characterization of picloram resistance in yellow starthistle. *Pest. Biochem. Physiol.* 56: 149-161.

- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república Mexicana). 4 ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 130 p.
- Gomez, KA; Gomez, AA. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2 ed. J. Wiley & Sons. 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.
- 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.
- Peterson, DE; Thomson, CR; Regehr, DL; Al-Khatib, K. 2001. Herbicide mode of action. Publication C-715. Kansas State University. Agricultural Experiment Station Cooperative Extension Service. 24 p.
- 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 a 9 de noviembre de 2001. Colima, Col., México, p. 56.
- Reichert, A; Esqueda, VA. 2005. Aminopyralid nuevo herbicida para el control de huizache (*Acacia pennatula* L.) y cornezuelo (*Acacia cornigera* L.) en potreros de Veracruz, Mexico. *In*: Castro N., S. *et al.* eds. Memoria XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Realizado del 16 al 18 de noviembre de 2005. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. p. 71.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2008. Veracruz. Avance acumulado de la producción pecuaria. Consultado: 8 mayo 2008. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>
- Villaseñor, JL; Espinosa, FJ. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 449 p.

