

## CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS EN MAÍZ EN UN SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA

Petra M. García\* y José Mejía\*\*

### RESUMEN

Para evaluar la eficacia y período de control de malezas de dos herbicidas (Hb) presiembra, cinco preemergente y dos postemergente en el cultivo de maíz, *Zea mays* L., en siembra directa, se estableció un ensayo, con el híbrido blanco (Himeca 2000) en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Con diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, se evaluaron los tratamientos de paraquat + diuron, paraquat + diuron + acetocloro + fluorocloridona, paraquat + diuron + metolacoloro, paraquat + diuron + pendimetalin + atrazina, paraquat + diuron + nicosulfuron + atrazina, paraquat + diuron + nicosulfuron + bentazon + MCPA, glifosato trimesio, glifosato trimesio + acetocloro + fluorocloridona, glifosato trimesio + metolacoloro, glifosato trimesio + pendimetalin + atrazina, glifosato trimesio + nicosulfuron + atrazina, glifosato trimesio + nicosulfuron + bentazon + MCPA. Estos fueron aplicados (200 l ha<sup>-1</sup>) con equipo de presión constante a base de CO<sub>2</sub>. Las variables evaluadas en las malezas por especie fueron índice de control visual y peso seco, en el maíz, fitotoxicidad, peso seco de plantas y rendimiento. Los resultados indican que los Hb presiembra proporcionaron similar e insuficiente control de malezas gramíneas y hoja ancha, sin embargo, glifosato trimesio produjo un mejor control de *Cyperus rotundus*, haciéndose necesaria la aplicación de Hb postemergentes para lograr completo control. Los Hb preemergentes usados en mezclas con los presiembra, no ofrecieron satisfactorio control de malezas. El peso seco total de malezas, se correlacionó negativamente con el rendimiento del maíz, presentándose los más altos rendimientos, cuando se utilizaron los Hb postemergentes en secuencia con cualquiera de los Hb presiembra.

**Palabras Clave:** Herbicidas; malezas; maíz; siembra directa; *Zea mays* L.

---

1 Tesis de Grado Magister Scientarum en Agronomía, financiada por Fundacite Aragua y Syngenta.

\* Investigadora. INIA. Estación Experimental Miranda. Apdo. 1246. Calle El Placer. Frente al Hospital H.R. Saldivia, Caucagua, estado Miranda. Venezuela. E-mail: gpetra@inia.gov.ve

\*\* Profesor. Universidad Central de Venezuela (UCV). Facultad de Agronomía. Venezuela.

RECIBIDO: abril 11, 2005.

## INTRODUCCIÓN

La siembra directa (SD) es una tecnología que se genera en un entorno de sistema agrícola conservacionista, como una reacción al impacto económico y ambiental de las prácticas tradicionales de laboreo del suelo. Está concebida, como la siembra de un cultivo sobre una cobertura vegetal muerta y sólo fue posible con el desarrollo reciente de equipos capaces de sembrar en todas condiciones y la creación de herbicidas (Hb) aptos para controlar las malezas y permitir el desarrollo y producción del cultivo.

El maíz, *Zea mays* L., renglón principal de la revolución verde, ha sido, el cultivo de mayor experimentación y siembra comercial bajo los sistemas de labranza conservacionistas específicamente de SD. En el trópico, donde los agentes erosivos son más agresivos y los suelos son susceptibles a la degradación, la SD es un sistema de amplio futuro. Sin embargo, las malezas constituyen una de las principales limitantes para la expansión de la SD en Venezuela y su control es de primerísima importancia.

Los Hb, constituyen una herramienta indispensable para el manejo de las malezas en sistemas conservacionistas y su conocimiento es una alternativa para usarlos racionalmente. En este sentido, Triplett (1985), observó una menor persistencia de la simazina en SD que en labranza convencional (LC) y sugiere que una de las razones fue la adsorción del Hb por los residuos orgánicos.

Mejía (1995), señala que el manejo de las malezas en un sistema de SD puede realizarse en tres etapas: a) Al momento de la siembra, b) cultivo establecido c) antes de la cosecha. Al momento de la siembra, el Hb utilizado preferentemente debe ser no selectivo y pueden mezclarse con Hb preemergentes. En EE.UU, se han usado con bastante éxito, mezclas de paraquat o de glifosato con Hb residuales, controlando gramíneas anuales y malezas de hoja ancha (AENCISO, 1989). Triplett (1985), menciona que las malezas de hoja ancha perennes generalmente no son controladas por dosis normales de triazinas. Las aplicaciones de las triazinas solas o combinadas con paraquat, suprimen estas malezas por corto tiempo. El efecto del paraquat muestra mayor eficiencia cuando se mezcla con productos inhibidores de la fotosíntesis, como la atrazina (Muñoz, 1991).

En sus trabajos, Dicks (1986), señala que las cloroacetanilidas, además de efectuar un buen control de malezas gramíneas, controlan una cantidad limitada de malezas de hoja ancha, lo que ha conducido a mezclarlos con otros Hb para aumentar el espectro. En el caso de las malezas establecidas se aplican Hb postemergentes selectivos (Mejía, 1995), tales como el nicosulfuron que puede ser mezclado con otros Hb como las atrazinas, bentazon, bentazon + MCPA, 2,4 D, etc.

Evans *et al.* (1989) indicaron que el control de *Sorghum halepense* de semillas y rizomas fue incrementado de 33 a 45% y de 45 a 70%, respectivamente, cuando la atrazina fue adicionada al nicosulfuron. Mejía y Yépez (1994), establecieron que la adición de atrazina, cianazina, bentazon + MCPA o 2,4 D a la mezcla en i.a de 30 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron mejoraron significativamente el control de *Aldama dentata*, *Parthenium hysterophorus*, *Acalypha alopecuroides* e *Ipomoea tiliacea*. Sin embargo, en postemergencia el uso de atrazina y cianazina ha sido limitado, ya que para un control efectivo de malezas se requiere que estas se encuentren en las primeras etapas de desarrollo y que presenten condiciones de crecimiento favorable (Nalewaja *et al.*, 1991).

Por otra parte, se ha sugerido que la adición de las triazinas a la mezcla con nicosulfuron y otros Hb de las sulfonilureas puede ocasionar una disminución en el control de malezas (Rosales, 1993). Este trabajo pretende evaluar la eficacia y período de control de malezas de dos Hb presiembra, cinco preemergentes y dos postemergentes y sus mezclas, para el control de malezas en el cultivo de maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Campo Experimental del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, en Maracay, municipio Girardot, estado Aragua. El suelo es clasificado como Fluventic Haplustolls Francosa Fina, Mixta, Isopertérmica de la serie Maracay, registrándose temperaturas medias entre 23,3 y 26,2 °C. Los máximos valores de temperatura media se observan en los meses de abril y mayo, y los meses más fríos son de diciembre a enero, la precipitación media anual es de 961 mm, evapotranspiración media de 1.754,2 y con una humedad relativa de 75% (Márquez, 1989).

Para este fin se usó un diseño de bloques al azar. La unidad experimental de cuatro hileras de 7,00 m separadas a 0,90 m para un área efectiva de muestreo de 12,6 m<sup>2</sup> y área total del ensayo de 1 209,6 m<sup>2</sup>. Para la siembra se utilizó una sembradora abonadora John Deere 7 240, la densidad de siembra aproximada fue de 66 667 plantas ha<sup>-1</sup>, utilizándose un híbrido blanco, Himeca 2000. Se realizó análisis de suelo y basándose en los resultados, la fertilización fue efectuada al momento de la siembra, utilizando la misma sembradora abonadora 300 kg ha<sup>-1</sup> de fórmula completa (15-15-15). Posteriormente a los 30 y 42 días después de la siembra (DDS), se realizó un reabono con urea (100 kg ha<sup>-1</sup>) y fertilizante foliar (3 l ha<sup>-1</sup>) respectivamente. Los tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

**CUADRO 1.** Tratamientos evaluados en el ensayo.

| Tratamientos                                       | Dosis de<br>i.a (g ha <sup>-1</sup> ) (1) | Dosis de<br>(1 Pc ha <sup>-1</sup> ) (2) |
|--|---|--|
| 1.- paraquat + diuron (presiembr)                  | 600                                       | 2  |
| 2.- paraquat + diuron (presiembr)                  | 600                                       | 2  |
| +acetocloro+fluorocloridona (preemergente)         | + 1 350 + 375                             | + 1,5 + 1,5                              |
| 3.- paraquat + diuron (presiembr)                  | 600                                       | 2  |
| + metolacoloro (preemergente)                      | + 2 160                                   | + 3                                      |
| 4.- paraquat + diuron (presiembr)                  | 600                                       | 2  |
| + pendimetalin + atrazina (preemergente)           | + 1 320 + 1 500                           | + 4 + 3                                  |
| 5.- paraquat + diuron (presiembr)                  | 600                                       | 2  |
| + nicosulfuron + atrazina (postemergente)          | + 30 + 1 000                              | + 0,75 + 2                               |
| 6.- paraquat + diuron (presiembr)+ nicosulfuron    | 600                                       | 2  |
| + bentazon + MCPA (postemergente)                  | + 30 + 1 150                              | + 0,75 + 2,5                             |
| 7.- glifosato trimesio (presiembr)                 | 960                                       | 2  |
| 8.- glifosato trimesio (presiembr)                 | 960                                       | 2  |
| + acetocloro+fluorocloridona (preemergente)        | + 1 350 + 375                             | + 1,5 + 1,5                              |
| 9.- glifosato trimesio (presiembr)                 | 960                                       | 2  |
| + metolacoloro (preemergente)                      | + 2 160                                   | + 3                                      |
| 10.- glifosato trimesio (presiembr)                | 600                                       | 2  |
| + pendimetalin + atrazina (preemergente)           | + 1 320 + 1 500                           | + 4 + 3                                  |
| 11.- glifosato trimesio (presiembr)                | 600                                       | 2  |
| + nicosulfuron + atrazina (postemergente)          | + 30 + 1 000                              | + 0,75 + 2                               |
| 12.- glifosato trimesio (presiembr) + nicosulfuron | 600                                       | 2  |
| + bentazon + MCPA (postemergente)                  | + 30 + 1 150                              | + 0,75 + 2,5                             |

(1) Gramos de ingrediente activo. hectárea<sup>-1</sup>

(2) Producto comercial . hectárea<sup>-1</sup>

De ellos el paraquat + diuron y glifosato trimesio se aplicaron sobre una población mixta de malezas antes de la siembra. En los tratamientos 2, 3, 4, 8, 9 y 10 se realizaron mezclas de tanque entre los Hb presiembra y preemergentes y en los tratamientos 5, 6, 11 y 12, una vez aplicados los Hb presiembras, se esperaron 16 d para que ocurriera una nueva generación de malezas en donde se suministraron las mezclas de tanque postemergentes de nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron + bentazon + MCPA. Los tratamientos 1 y 7, consistieron de Hb presiembra. La aplicación de los tratamientos se realizó con un equipo de presión constante basado en CO<sub>2</sub>, equipado con boquillas de abanico tipo Lumark F110-02 y calibrado para aplicar 200 l ha<sup>-1</sup> de Hb. Las variables de cultivo evaluadas fueron:

**Fitotoxicidad:** evaluando 40 plantas.parcela<sup>-1</sup> y determinándose el número de plantas afectadas por los Hb y su nivel de daño. Para ello se utilizó la escala de la Asociación Latinoamericana de malezas (ALAM), modificada por Rodríguez, (1980).

**Peso seco (PS) de las plantas:** Se cosecharon 8 plantas de maíz al ras del suelo por unidad experimental a los 28, 49 y 62 DDS. Se les determinó el peso total (PT)de la muestra, (separando las hojas del tallo), se colocaron en estufa a 65 °C, durante 3 d.

**Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>):** Se determinó el PT de las semillas recolectadas en los dos hilos centrales de cada unidad experimental y con el área efectiva se extrapoló para obtener el rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>.

**Las variables de malezas evaluadas fueron las siguientes:**

**Peso seco de las malezas:** Se empleó un marco de metal de (0,50m x 0,50m), se realizaron tres lanzamientos al azar a los 37 DDS en cada una de las parcelas.

**Índice de control visual:** Fue utilizada la escala sugerida por ALAM (1974), las malezas presentes en esa área se cosecharon al ras del suelo, separando por especies, e independientemente se les determinó PS, colocándolas en una estufa a 65 °C durante 3 d.

**Análisis estadísticos:** A las variables cualitativas les fue aplicada la prueba de Friedman (no paramétrico) y en, aquellos tratamientos donde se presentaron diferencias significativas, se les realizó una comparación de medias múltiple no paramétrica. A las variables cuantitativas fueron

calculadas a través del análisis de varianza y a las medias de los tratamientos se les comparó mediante la prueba de amplitudes múltiples de Duncan al 5% de significación. Aquellas variables que no cumplieron con los supuestos básicos se les realizaron un análisis estadístico no paramétrico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observa que a los 8 y 14 días después de la aplicación (DDA) paraquat + diuron mostró un significativo mejor control sobre las malezas ciperáceas en comparación con el glifosato trimesio. Este efecto inicial más completo de paraquat + diuron se debe probablemente a que los primeros síntomas de daño con glifosato trimesio no se manifiestan hasta los 5 a 7 DDA. Sin embargo, los resultados obtenidos para los 14 DDA, son contrarios a los reportados en la literatura, donde se señala que un Hb sistémico como glifosato trimesio, ejerce un mejor control sobre las Ciperáceas que un Hb de contacto como paraquat + diuron. Es posible que para los 14 DDA aún glifosato trimesio no haya proporcionado toda su acción sobre la Ciperáceas. Con respecto a las malezas gramíneas y de hoja ancha no se observaron diferencias significativas entre los valores de índice de control visual presentados por ambos tratamientos presiembra, lo cual indica que para estas fechas de observación y bajo las condiciones evaluadas es indiferente la utilización de paraquat + diuron o glifosato trimesio.

**CUADRO 2.** Índice de control visual de malezas a los 8 y 14 días después de la aplicación de los herbicidas presiembra.

| Tratamientos<br>presiembra | Tipo de malezas |        |           |        |            |        |          |        |
|----------------------------|-----------------|--------|-----------|--------|------------|--------|----------|--------|
|                            | Ciperáceas      |        | Gramíneas |        | Hoja ancha |        | Promedio |        |
|                            | 8 DDA           | 14 DDA | 8 DDA     | 14 DDA | 8 DDA      | 14 DDA | 8 DDA    | 14 DDA |
| paraquat+diuron            | 98 a            | 88 a   | 79 a      | 75 a   | 85 a       | 78 a   | 87 a     | 79 a   |
| glifosato trimesio         | 50 b            | 61 b   | 70 a      | 79 a   | 78 a       | 77 a   | 66 b     | 75 a   |

Tratamientos que presentan letras iguales, no difieren estadísticamente iguales según la prueba de Duncan al 5% de significación.

En literatura consultada se encuentra ampliamente reseñado que las mezclas de Hb pueden mejorar o disminuir el control de malezas. Estas interacciones varían dependiendo de los Hb y las dosis empleadas, especies de malezas, su tamaño y las condiciones ambientales, considerando que es un riesgo a tomar cuando se utilizan mezclas de Hb (Shaw y Wesley, 1992).

En el Cuadro 3, los resultados muestran que la utilización de Hb presiembra en mezclas con preemergente no incrementó significativamente el control registrado en el promedio de los tratamientos presiembra para la maleza *Cyperus rotundus* y *Sorghum verticilliflorum*, sólo la adición de acetocloro + fluorocloridona incrementó el control de *Eleusine indica* a los 8 DDA, pero no a los 14 DDA. Cabe destacar que pendimetalin + atrazina no fue eficiente en el control de ciperáceas. Con respecto a las malezas de hoja ancha se encontró que todos los tratamientos utilizados en presiembra aplicados sólo o en mezclas con preemergentes ofrecieron un efectivo control sobre *Amaranthus dubius* y *Aldama dentata*, y no se observaron diferencias estadísticas entre ellos.

Por otra parte, en el Cuadro 4, se puede observar que a los 37 DDS los tratamientos postemergentes de nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron + bentazon + MCPA ofrecieron un control significativamente superior de malezas gramíneas que cualquiera de las combinaciones de Hb usados como preemergentes. Para esa fecha, el efecto de los Hb preemergentes en el control de malezas en SD puede ser afectado negativamente por los residuos vegetales en el suelo tal como lo señalan Mejía (1996) y García (1999).

En relación con las malezas hoja ancha los Hb en aplicación postemergente ofrecieron un control satisfactorio y no existieron diferencias significativas entre ellas ni tampoco con el tratamiento preemergente de pendimetalin + atrazina. Es probable que este adecuado control proporcionado por la mezcla de pendimetalin + atrazina, se debió al efecto de este último Hb, el cual ejerce un buen efecto sobre las malezas de hoja ancha. En estas malezas se observaron diferentes respuestas hacia los Hb postemergentes, especialmente hacia la mezcla de nicosulfuron + bentazon + MCPA, la cual controló eficazmente *A. dubius* y *A. dentata* y no así *Mimosa pudica*. Únicamente la mezcla postemergente de nicosulfuron + bentazon + MCPA produjo un aceptable pero no completo control de *C. rotundus*. Similares resultados obtuvieron Forti y Gambino (1995) quienes indicaron que la adición de bentazon + MCPA a la mezcla de nicosulfuron incrementó significativamente el control de *C. rotundus*.

**CUADRO 3.** Índice de control visual de malezas ciperáceas y gramíneas por tratamiento a los 8 y 14 días después de la aplicación de los herbicidas presiembra y preemergentes.

| Tratamientos presiembra<br>y preemergentes | Especies de malezas ciperáceas y gramíneas |        |                                 |        |                        |        |
|--|--|--------|---------------------------------|--------|------------------------|--------|
|  | <i>Cyperus rotundus</i>                    |        | <i>Sorghum verticilliflorum</i> |        | <i>Eleusine indica</i> |        |
|  | 8 DDA                                      | 14 DDA | 8 DDA                           | 14 DDA | 8 DDA                  | 14 DDA |
| Promedio de los presiembra                 | 76 ab                                      | 74 ab  | 76 a                            | 71 a   | 75 b                   | 78 a   |
| acetocloro + fluorocloridona               | 83 a                                       | 83 a   | 76 a                            | 82 a   | 83 a                   | 80 a   |
| metolacoloro                               | 72 ab                                      | 79 a   | 74 a                            | 86 a   | 70 b                   | 73 a   |
| pendimetalin + atrazina                    | 66 b                                       | 65 b   | 73 a                            | 75 a   | 70 b                   | 70 a   |

Tratamientos que presentan letras iguales, no difieren estadísticamente iguales según la prueba de Duncan al 5% de significación.

**CUADRO 4.** Índice de control visual de malezas gramíneas, hoja ancha y ciperáceas de los tratamientos presiembra + preemergente y tratamientos presiembra en secuencia con tratamientos postemergentes a los 37 días después de la siembra.

| Tratamientos<br>presiembra,<br>preemergentes y<br>postemergentes | Gramíneas                  |                                     | Hoja ancha               |                              | Ciperáceas                |                             |
|--|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
|  | <i>Eleusine<br/>indica</i> | <i>Sorghum<br/>verticilliflorum</i> | <i>Mimosa<br/>pudica</i> | <i>Amaranthus<br/>dubius</i> | <i>Aldama<br/>dentata</i> | <i>Cyperus<br/>rotundus</i> |
| Promedio de los<br>presiembra                                    | 18 b                       | 29 b                                | 28 c                     | 28 b                         | 8 b                       | 10 b                        |
| acetocloro +<br>fluorocloridona                                  | 34 b                       | 13 b                                | 63 b                     | 50 b                         | 20 b                      | 5 c                         |
| metolacoloro   | 23 b                       | 20 b                                | 23 c                     | 30 b                         | 25 b                      | 0 d                         |
| pendimetlan +<br>atrazina  | 23 b                       | 15 b                                | 83 ab                    | 100 a                        | 97 a                      | 0 d                         |
| nicosulfuron +<br>atrazina                                       | 88 a                       | 100 a                               | 100 a                    | 100 a                        | 100 a                     | 0 d                         |
| nicosulfuron +<br>bentazon                                       | 70 a                       | 90 a                                | 50 b                     | 100 a                        | 98 a                      | 78 a                        |

Tratamientos que presentan letras iguales, no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 5% de significación.

Los valores de PS de malezas a los 37 DDS (Cuadro 5) en los tratamientos postemergente de nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron + bentazon + MCPA, fueron significativamente más bajos que el total registrado para el resto de las malezas. Es importante destacar que nicosulfuron + atrazina fue particularmente efectivo en reducir significativamente el PS de malezas gramíneas y de hoja ancha, mientras que nicosulfuron + bentazon + MCPA mostró similares resultados y redujo significativamente el PS de Ciperáceas (Cuadro 5). Pero fue menos efectivo en el control de *M. púdica*. Al comparar estos resultados obtenidos de los Hb postemergente, con los resultados de tratamiento sólo presiembra y preemergente, se observa la notoria superioridad de los Hb postemergentes en relación al control de malezas en SD.

Orsini (1994), en ensayo con SD en maíz, indican, que cuando no se realizó ninguna aplicación postemergentes no se observan diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos presiembra. De esto se deduce la necesidad de realizar controles postemergentes para lograr un control aceptable en el tiempo, tal y como lo señalan (Lewis, 1985; Albarracín *et al.*, 1996; García, 1999).

En relación a las ciperáceas se registraron menores diferencias entre tratamientos preemergente y postemergente que los registrados para gramíneas y de hoja ancha (Cuadro 5). Se destaca que en este ensayo la sola utilización de Hb presiembra no fue suficiente, requiriéndose la utilización de los Hb postemergentes para completar el control de las malezas. Resultados similares fueron obtenidos por Atrio *et al.* (1993) quienes señalaron la necesidad de utilizar Hb postemergentes como nicosulfuron para complementar el control de malezas.

En relación a la fitotoxicidad de los herbicidas, se determinó que ninguno de los tratamientos presiembra afectó significativamente la germinación y la emergencia de las plántulas de maíz, lo cual coincide con Mejía (1995); Escalante y López (1996); FCH Chemicals Handbook (1995) quienes señalan que las cloroacetanilidas no afectan la germinación de semillas del cultivo. Además, se observó que los Hb presiembra ocasionaron bajo nivel de daño a las plantas de maíz en germinación.

En sus investigaciones Mejía (1996) destaca el escaso efecto en el suelo de Hb a base de paraquat y glifosato y por lo tanto, la baja probabilidad de que estos Hb afecten a las plantas en germinación (WSSA, 1983). Para los 12 y 28 DDS se determinó que el tratamiento de acetocloro +

**CUADRO 5.** Peso seco (g) por especie de malezas de los tratamientos presiembra + preemergentes y de los tratamientos presiembra + postemergentes a los 37 días después de la siembra.

| Tratamientos<br>sresiembra,<br>preemergentes y<br>postemergentes | Gramíneas                  |                                     | Hoja ancha               |                              | Ciperáceas                |                             |
|--|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
|  | <i>Eleusine<br/>indica</i> | <i>Sorghum<br/>verticilliflorum</i> | <i>Mimosa<br/>pudica</i> | <i>Amaranthus<br/>dubius</i> | <i>Aldama<br/>dentata</i> | <i>Cyperus<br/>rotundus</i> |
| Promedio de los<br>presiembra                                    | 68 c                       | 16 b                                | 7 c                      | 5,7 b                        | 15,6 b                    | 30 ab                       |
| acetocloro +<br>fluorocloridona                                  | 45 bc                      | 19 b                                | 2,9 ab                   | 3,5 b                        | 9,7 b                     | 43 c                        |
| metolaclo  | 59 c                       | 17 b                                | 5,7 bc                   | 4,3 b                        | 11,8 b                    | 29 d                        |
| pendimetalin +<br>atrazina                                       | 51 c                       | 24 b                                | 1,1 a                    | 0,2 a                        | 1,2 a                     | 68 c                        |
| nicosulfuron +<br>atrazina                                       | 21 a                       | 0 a                                 | 0 a                      | 0 a                          | 0 a                       | 48 b                        |
| nicosulfuron +<br>bentazon                                       | 28 ab                      | 5 a                                 | 4,1 b                    | 0 a                          | 0,2 a                     | 17 a                        |

Tratamientos que presentan letras iguales, no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 5% de significación.

fluorocloridona en mezcla con paraquat + diuron o glifosato trimesio incrementó el nivel de fitotoxicidad observándose plantas de color blanco, siendo este nivel de daño (41,5 % de plantas levemente dañadas) y posteriormente (37 DDS) esas plantas no presentaron ningún daño aparente. Mejía y Yépez (1994); Escalante *et al.* (1996), señalan que acetocloro + fluorocloridona ocasionó daños al cultivo de maíz.

Por su parte, Mejía (1995) atribuye esos daños a la fluorocloridona y no al acetocloro, esta afirmación está sustentada en el mecanismo de acción de la fluorocloridona, que consiste en la biosíntesis de los carotenoides, lo que conlleva a la aparición de plantas cloróticas. A los 28 DDS, los tratamientos postemergentes nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron + bentazon + MCPA ocasionaron ligeros y transitorios daños a las plantas de maíz, siendo estos estadísticamente igual tanto en las aplicaciones secuenciales con paraquat + diuron como en las de glifosato trimesio. La tolerancia de las plantas de maíz a los Hb sulfonilúreas está principalmente basada en el rápido metabolismo del herbicida a compuestos no tóxicos (Simpson *et al.*, 1995) citado por (Escalante *et al.*, 1996).

En relación al PS de plantas de maíz, los valores obtenidos indican que la utilización en presembrado al cultivo de cualquiera de los Hb evaluados tienen un efecto similar sobre la variable en estudio (Cuadro 6). A los 28, 49 y 62 DDS, los mayores valores de peso seco de plantas de maíz se registraron en los tratamientos donde se utilizaron los Hb postemergentes nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron + bentazon + MCPA luego de la utilización de los presembrados y con el tratamiento preemergente de pendimetalin + atrazina el cual fue utilizado en mezcla con los Hb presembrados. Coincidentalmente en estos tratamientos se obtuvo el mejor control de malezas en el ensayo. Hernández (1998), señala que los altos valores en PS en plantas de maíz del híbrido Himeca 2000 se obtuvieron con el tratamiento de nicosulfuron + atrazina, (García, 1999), el cual fue estadísticamente superior a la combinación de nicosulfuron + bentazon y al no tratado, y similar al tratamiento individual de nicosulfuron.

Con relación al rendimiento en granos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en plantas de maíz, los resultados indicaron que fue indiferente la utilización de cualquiera de los dos tratamientos presembrados, ya que tuvieron un efecto similar sobre esta variable. El Cuadro 7, indica que los más altos valores en rendimiento se registraron en aquellos tratamientos donde se utilizaron los herbicidas postemergentes nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron + bentazon + MCPA en secuencia con los herbicidas presembrados de paraquat + diuron o glifosato trimesio.

**CUADRO 6.** Peso seco (g) de plantas de maíz para los tratamientos presiembra + preemergente y los tratamientos presiembra + postemergentes a los 28, 49,62 días después de la siembra.

| Interacción de los tratamientos presiembra, preemergentes y postemergentes | l | Peso seco en plantas de maíz (g m <sup>-2</sup> ) |           |          |
|--|---|---|-----------|----------|
|  |   | 28 DDS  | 49 DDS    | 62 DDS   |
| paraquat + diuron + pendimetalin + atrazina                                |   | 3,75 a  | 129,23 b  | 208,70 a |
| paraquat + diuron + nicosulfurun + atrazina                                |   | 4,00 a  | 152,45 a  | 219,73 a |
| paraquat + diuron + pendimetalin + bentazon + MCPA                         |   | 3,85 a  | 95,93 bc  | 211,48 a |
| glifosato trimesio + pendimetalin + atrazina                               |   | 3,83 a  | 115,37 b  | 214,28 a |
| glifosato trimesio + nicosulfurun + atrazina                               |   | 4,33 a  | 133,93 ab | 206,65 a |
| glifosato trimesio + nicosulfurun+ bentazon + MCPA                         |   | 4,15 a  | 167,38 a  | 241,82 a |

Tratamientos que presentan letras iguales, no difieren estadísticamente iguales según la prueba de Duncan al 5% de significación.

Es importante mencionar que el PS total de las malezas se correlacionó negativamente con el rendimiento en granos del cultivo de maíz, indicando estos resultados que en aquellas parcelas donde las malezas presentaron mayor biomasa, también se registraron el menor rendimiento en el cultivo. Esta observación fue particularmente notoria en el caso de las malezas gramíneas y de hoja ancha, no así para las ciperáceas. Esto confirma lo señalado por Corona (1994), Atrio *et al.* (1993), García (1999) quienes registran que en las parcelas donde se realizó una aplicación postemergente, los rendimientos fueron superiores.

## CONCLUSIONES

- La mezcla formulada de paraquat + diuron presentó mejor actividad inicial en el control de *C. rotundus* que el glifosato trimesio. Sin embargo, este último a los 37 DDS, exhibió las mayores reducciones en el peso seco de esta especie.

- Glifosato trimesio y la mezcla formulada de paraquat + diuron produjeron un insuficiente período de control de las malezas, siendo necesaria la utilización de Hb postemergentes selectivos para complementar el control ofrecido por los Hb presiembra utilizados en el ciclo del maíz.
- La utilización de Hb preemergentes en mezcla con presiembra no incremento el control ofrecido por estos últimos.
- El uso de los tratamientos postemergentes al maíz de nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron + bentazon + MCPA redujo significativamente el PS de las malezas gramíneas y de hoja ancha en relación a los tratamientos presiembra solos o en mezclas con los tratamientos preemergentes. Sin embargo, no tuvo influencia en el caso de *C. rotundus*.
- Los mayores valores de PS de plantas de maíz se registraron en los tratamientos donde se utilizaron los Hb postemergentes de nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron + bentazon + MCPA y con el tratamiento preemergente de pendimetalin + atrazina.
- Los más altos valores en rendimiento se registraron en aquellos tratamientos donde se utilizaron los Hb postemergentes de nicosulfuron + atrazina y nicosulfuron + bentazon + MCPA en secuencia con los Hb presiembra de paraquat+ diuron o glifosato trimesio.

**CUADRO 7.** Rendimiento en granos **ajustado** al 12% de humedad en plantas de maíz para los tratamientos presiembra en secuencia con los tratamientos postemergentes.

| Interacción de los tratamientos presiembra con los tratamientos postemergentes | Rendimiento <sup>1/</sup><br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | % de Reducción <sup>2/</sup> |
|--|---|------------------------------|
| paraquat + diuron + nicosulfuron + atrazina                                    | 4 756 a   | 0                            |
| paraquat + diuron + nicosulfuron + bentazon + MCPA                             | 4 297 a   | 10                           |
| glifosato trimesio + nicosulfuron + atrazina                                   | 4 212 ab  | 11                           |
| glifosato trimesio + nicosulfuron + bentazon + MCPA                            | 4 536 a   | 5                            |

<sup>1/</sup> Tratamientos que presentan letras iguales, no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan al 5% de significación.

<sup>2/</sup> Porcentaje de reducción en relación con el tratamiento con mayor rendimiento.

## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar agradecimiento al Ing. Agr<sup>o</sup>. MSc. José Mejía por su gran apoyo como tutor, por su alta cooperación, enseñanza, ejemplo de disciplina y por haber depositado su confianza en mí en la realización de este trabajo para optar al título de Magíster Scientiarum en Agronomía. A la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, por ofrecerme la oportunidad de lograr esta meta. Al Profesor Angel Centeno, por su apoyo y enseñanzas. A la compañía SEHIVECA por el suministro de la semilla. Al Sr. Jesús Zea, José Marín, Mónica Hernández, Francisco Monasterio, Alberto (Maracucho), Luis Pérez, Profesora Rosana Figueroa quienes de alguna forma han tenido una valiosa participación en la realización de la tesis de postgrado. Además, quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Pedro Sánchez, Ing. José Mejía y a los Investigadores Cirilo Girón y Marisol López por su valiosa colaboración como revisores de la primera versión de este artículo para ser enviado a la revista Agronomía Tropical.

## SUMMARY

In order to evaluate the efficacy and period of weed of two preplanting herbicides, five preemergence herbicides and two selective postemergence herbicides, in a maize, *Zea mays* L., no tillage system, a trial was established at the Agronomy Faculty of the Central Universidad of Venezuela with the white hybrid (Himeca 2000). Treatments were arranged in a randomized block design with four replicates. Treatments were: paraquat + diuron, paraquat + diuron + acetochlor + fluorochloridone, paraquat + diuron + metolachlor, paraquat + diuron + pendimethalin + atrazine, paraquat + diuron + nicosulfuron + atrazine, paraquat + diuron + nicosulfuron + bentazone + MCPA, trimesium glyphosate, trimesium glyphosate + acetochlor + fluorochloridone, trimesium glyphosate + metolachlor, trimesium glyphosate + pendimethalin + atrazine, trimesium glyphosate + nicosulfuron + atrazine, trimesium glyphosate + nicosulfuron + bentazone + MCPA. An equipment of constant pressure with CO<sub>2</sub> to 200 l ha<sup>-1</sup> of herbicide solution was used. Weeds species were evaluated by visual control index and dry weight, maize was evaluated by, phytotoxicity, yield and plant dry weight. Results showed that preplant herbicides provided similar and insufficient control of grasses and broad leaves, nevertheless

trimesium glyphosate produced better control of *Cyperus rotundus*. It was necessary to apply selective postemergence herbicides to improve weed control. The preemergence herbicides used in mixtures with presowing treatment, did not offer satisfactory weed control. Only acetochlor + fluorochloridone caused moderate damage to crop. Total dry weight of weeds had a negative correlation with maize yield. The best yields of maize were reached when the two selective postemergence herbicides were used in sequence with any of the preplanting treatments.

**Key Words:** Herbicides; weed; maize; no tillage; *Zea mays* L.

### BIBLIOGRAFÍA

AGRICULTURAL EXTENSION NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY (AENCSU). 1989. Conservation tillage for crop production. North Carolina. p. 29-31.

ASOCIACION LATIOAMERICANA DE MALEZAS (ALAM). 1974. Recomendaciones sobre clasificación de los sistemas de los sistemas de malezas. ALAM. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. 1(1):35-38.

ALBARRACIN, M., K. MATZAVRACO, R. MENDT, A. TERLIZZI, L. ORSINI y D. REYES. 1996. Combate de malezas en maíz bajo siembra directa en el estado Guárico (años 1992-1995). **In:** 1<sup>er</sup> Seminario de la Labranza Conservacionista en Venezuela. Memorias. p. 45-53.

ATRIO, E. y K. MATZAVRACO. 1993. Evaluación del control de malezas en maíz en sistema de labranza mínima y algunas comparaciones con el convencional. Tesis de Grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 187 p.

CORONA, A. 1994. Evaluación del control de malezas en maíz bajo un sistema de cero labranza. Parte I. Selectividad y efectividad. Tesis de Grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 137 p.

DICKS, J. 1986. Graminicidas de postemergencia selectivos para los cultivos de hoja ancha. Departamento de Desarrollo, ICI, Plant Protection Division. p. 3-6.

ESCALANTE, Y. y C. LÓPEZ. 1996. Evaluación de acetocloro (76,8% EC) en el control de malezas y la selectividad en el cultivo de maíz sólo y en mezcla con tres herbicidas. Tesis de Grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 96 p.

EVANS, J. and B. M. JENKS. 1989. Broadleaf and greenfoxtail control with DPX- M6316 and primisulfuron in corn. *Weed Sci.* 37: 280 - 281.

FARM CHEMICALS HANDBOOK (FCH). 1995. Pesticide Dictionary. 285 p.

FORTI, R. y P. GAMBINO. 1995. Evaluación del momento de aplicación de nicosulfuron para el control de malezas y la selectividad en el cultivo de maíz utilizado sólo y en mezcla con cuatro herbicidas. Tesis de Grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 132 p.

GARCÍA, P. 1999. Control químico de malezas en Maíz (*Zea mays* L.) en un sistema de siembra directa. Tesis de Postgrado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 85 p.

HERNÁNDEZ, M. 1998. Eficacia y selectividad de nicosulfuron y sus mezclas con otros herbicidas en cultivares de maíz. Tesis de Postgrado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 120 p.

LEWIS, W. 1985. Weed control in reduced tillage soybean production *Weed Sci. Society.* 2(4):41-45.

MÁRQUEZ, O. 1989. Caracterización mineralógica y génesis de suelos de dos ambientes geoquímicas en la Cuenca del Río Guey. Tesis de Postgrado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 120p.

MEJÍA, J. 1995. El sistema de siembra sin labranza desde el punto de vista de la conservación del suelo y de las malezas. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. **In:** II Taller Nacional de Labranza, Sistema de Labranza y Conservación de suelos. 12p.

MEJÍA, J. 1996. El sistema de siembra sin labranza desde el punto de vista de las malezas. **In:** 1<sup>er</sup> Seminario de la labranza conservacionista en Venezuela. p. 31-43.

MEJÍA, J. y G. YÉPEZ. 1994. Sumarios técnicos de ensayos. ZENECA. p. 29-35.

MUÑOZ, J. 1991. Manual técnico de Agroisleña. 555 p.

NALEWAJA, J. D., Z. WOZNICA and F. A. MANTHEY. 1991. DPX-V9360. Efficacy with adjuvants and environment. *Weed Technol.* 5:92-96.

ORSINI, L. 1994. Evaluación del control de malezas en maíz bajo un sistema de cero labranza. Parte II. Densidad y biomasa de la maleza y cobertura sobre el suelo. Tesis de grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía 143p.

RODRÍGUEZ, E. 1980. Sistemas de evaluación de la investigación en el campo de control de malezas. Material didáctico del curso sobre control de malezas en Venezuela. Maracay. 11p.

ROSALES, E. 1993. Postemergence shattercane (*Sorghum bicolor*) control in corn (*Zea mays* L.) in Northern Tamaulipas, Mexico. *Weed Technol.* 7:830-834.

SHAW, D. R. and M. T. Wesley. 1992. Interacting effects on absorption and translocation from tank mixtures of ALS-inhibiting and diphenylether herbicides. *Weed technol.* 7:693-698.

TRIPLETT, G. B. 1985. Principles of weed control for reduced tillage corn production. Monograph series of the Weed Science Society of America. *Weed control in limited tillage systems.* 2(3):26-40.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (WSSA). *Journal of the Weed* 1983. *Herbicide Handbook of the W.S.S.A.* fifth edition. Weed Science. Champaign. Illinois. U.S.A.