

INFLUENCIA DEL ESTADO DE DESARROLLO DEL ARROZ SOBRE SU TOLERANCIA AL FENOXAPROP-ETILO Y SOBRE LA INTERFERENCIA DE LA MALEZA *Ischaemum rugosum*¹

Eithel Vallejos*
Adolfo Soto^{2/}**

ABSTRACT

Effect of the development stage of rice on its tolerance to fenoxaprop-ethyl and on the interference of the weed, *Ischaemum rugosum*. Tolerance of non-irrigated upland rice at different growth stages to fenoxaprop-ethyl was studied in two experiments established at Santa Cruz, Guanacaste. Effect of the weed *Ischaemum rugosum* on the crop was also studied. In one experiment the crop was kept free of all weeds whereas in the other experiment, growth of *Ischaemum rugosum* together with the crop was allowed. Fenoxaprop-ethyl (0.09 kg/ha) was sprayed once on both experimental areas with the exception of 3 control treatments (a hand-weeded check, a non-weeded check, and propanil 15 days after sowing). Fenoxaprop-ethyl was sprayed at one of different crop stages ranging from 2 leaves, 4 leaves, maximum tillering, booth stage, panicle emergence or full flowering. It was concluded that the crop tolerated fenoxaprop-ethyl throughout its vegetative phase only. This herbicide could be used during the reproductive period of the crop only when anticipated damage from weed infestations is greater than potential yield loss from herbicide injury. Presence of *Ischaemum rugosum* up to the four-leaf stage of rice did not have a significant effect on the yield of the crop, with the weed then reaching a stand of 222 plants/m².

INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.), al igual que otras plantas cultivadas, está sujeto a la acción de factores del medio que influyen en su crecimiento, desarrollo y producción, entre los cuales se puede citar la interferencia de las malezas. La intensidad de la interferencia y de su efecto negativo sobre el rendimiento varía de acuerdo con factores ligados al cultivo, al complejo de malezas y al ambiente (Pitelli y Eurigan, 1983).

En el arroz pueden ocurrir pérdidas entre el 20 y el 100% por malezas, lo cual las convierte en uno de los más generalizados e importantes problemas para la producción de ese grano (Noda, 1977). La dificultad en combatir las malezas en el arroz radica en que, por lo general, se realiza una preparación deficiente de suelo, que no estimula la germinación de los propágulos de las malezas. Así, en esta labor no necesariamente se eliminan las primeras generaciones de malezas, lo que limita la eficacia de los herbicidas preemergentes y posembrantes de contacto. En virtud de lo anterior, Murillo y González (1982) estimaron en Costa Rica que el combate de malezas en arroz de Costa Rica puede representar hasta un 26% del costo de producción.

Desde 1978 se cuenta con herbicidas sistémicos para el combate posemergente de gramíneas

1/ Recibido para publicación el 27 de febrero de 1995.

2/ Autor para correspondencia.

* Escuela de Fitotecnia, Sede Regional de Guanacaste, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

** Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

anuales y perennes en especies cultivadas de dicotiledóneas (Weed Science Society of America, 1983), los cuales recientemente se comenzaron a utilizar en el arroz (Soto *et al.*, 1986; Snipes y Street, 1987) y permiten, al no requerir un contacto total con la maleza para combatirla, demorar su aplicación tanto como el arroz lo permita, con lo cual su eficacia resulta mayor, al eliminar varias generaciones de malezas gramíneas.

Entre estos herbicidas sistémicos está el fenoxaprop-etilo; este producto actúa principalmente sobre malezas gramíneas como *Echinochloa colonum*, *Rottboellia exaltata*, *Ischaemum rugosum*, *Leptochloa* sp., que son las más importantes en el cultivo de arroz en Costa Rica. Se recomienda aplicarlo en las primeras etapas de desarrollo del arrozal, debido a que es donde existe la mayor tolerancia del arroz al producto y aún no ha ocurrido el período crítico de competencia de malezas. Sin embargo, pueden existir infestaciones tardías con malezas gramíneas; en esas condiciones no existe, para las variedades y condiciones de siembra del arroz en Costa Rica, información que defina hasta qué etapa de su desarrollo tolera aplicaciones de fenoxaprop-etilo; por otra parte, no se conoce cuál sería la magnitud de la competencia de malezas sobre la producción de arroz, si la aplicación de fenoxaprop-etilo se atrasa para aprovechar su efecto sobre varias generaciones de malezas.

Los objetivos del presente trabajo fueron determinar el período de tolerancia del arroz al fenoxaprop-etilo y el efecto de la permanencia de malezas gramíneas durante ese lapso.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en La Hacienda la Conchita, en Santa Cruz, Guanacaste, localizada a 10° 16' latitud norte y 85° 17' de longitud oeste, a una altura de 30 m. El sitio experimental está en la zona de vida de Bosque Seco Tropical (Holdridge, 1982) y su suelo es un Typic Pellustert.

El trabajo consistió de 2 experimentos simultáneos. En el primero de ellos (experimento A) el cultivo se mantuvo sin la presencia de malezas, para medir el efecto directo de una sola aplicación del fenoxaprop-etilo, a diferentes edades, sin interferencia de las malezas; para este efecto se aplicó 1,08 kg/ha de oxadiazón en preemergencia, más 0,96 kg/ha de bentazon 15 días después de la siembra (dds) en posemergencia, y posteriormente las malezas se eliminaron manualmente. En el segundo (experimento B), se permitió el crecimiento de la maleza gramínea *I. rugosum* con el cultivo durante períodos variables después de la siembra, para medir el efecto del fenoxaprop-etilo (aplicado una sola vez) sobre el arroz sometido a diferentes niveles de interferencia de dicha gramínea, así como el desarrollo de esta maleza en etapas sucesivas; las otras malas hierbas se combatieron inicialmente con 0,96 kg/ha de bentazon 15 dds, y luego de manera manual.

En uno u otro experimento (Cuadro 1) se mantuvieron 2 de los siguientes 3 testigos: a) químico, donde el arroz se trató con propanil, en dosis de 3,0 kg/ha, 15 dds; b) limpio, donde todas las malezas se removieron manualmente; c) absoluto,

Cuadro 1. Tratamientos que se utilizaron en los experimentos.

| Aplicación dds | Desarrollo del arroz | Experimento A | Experimento B |
|----------------------|---------------------------------|---------------|---------------|
| 15 | Dos hojas | * | |
| 25 | Cuatro hojas | * | |
| 32 | Inicio macollamiento | * | |
| 45 | Máximo macollamiento | * | * |
| 55 | Diferenciación primordio floral | * | * |
| 70 | Panzoneo | * | * |
| 80 | Emergencia panícula | * | * |
| 90 | Floración | * | * |
| 15 | Testigo químico | * | * |
| cuando fue necesario | Testigo limpio (sin malezas) | * | * |
| | Testigo absoluto (con malezas) | | |

* Tratamiento existente en el experimento respectivo.

donde se permitió el libre crecimiento de monocotiledóneas mediante la eliminación selectiva de dicotiledóneas con bentazona (2,0 kg/ha).

En ambos experimentos se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos se presentan en el Cuadro 1. La parcela experimental consistió de 2,5 m de ancho y 8 de largo (20 m²), de la cual se usaron 4,5 m² para muestreos destructivos y otros 4,5 m² para determinar el rendimiento.

Los herbicidas se aplicaron con un equipo de presión constante de 6 boquillas de abanico plano 8002, que cubrían una franja de 2,5 m, con un volumen de aplicación de 245 L/ha. El fenoxoprop-etilo se empleó en dosis de 0,09 kg/ha.

El arroz, cultivar CR-1707, se sembró al voleo el 30 de julio de 1988, a razón de 155 kg/ha de semilla seca; se fertilizó a la siembra con 150 kg/ha de la fórmula 10-30-10, 30 días después se adicionaron 55 kg/ha de N, con urea como fuente, y a los 45 días se agregaron 40 kg/ha de N y de K₂O, que se suplieron con la fórmula comercial 26-0-26. La cosecha se realizó entre el 30 de noviembre y el 1 de diciembre de 1988.

El cultivo se manejó como arroz de secano, sin requerir del suministro de agua de riego por la cantidad de lluvia que ocurrió durante la fase experimental. La precipitación mensual fue de 469, 388, 668 y 136 mm en agosto, setiembre, octubre y noviembre, respectivamente (Cuadro 2).

En el experimento A se evaluó el contenido foliar de nitrógeno 10 y 20 días después de cada aplicación (dda) de fenoxoprop-etilo; la densidad de panículas, mediante el recuento de las panículas en 0,25 m²; las panículas con ejerción incompleta en 0,25 m², considerando así toda panícula con al menos una espiguilla cubierta por la hoja bandera; peso de 1000 granos; rendimiento de arroz en granza al 12% de humedad; germinación de semillas provenientes de plantas tratadas.

En el experimento B se evaluó la densidad de *I. rugosum* en 1 m², antes de la respectiva aplicación del tratamiento químico; la materia seca del *I. rugosum* y del arroz en 0,25 m² antes de cada aplicación; la tasa de crecimiento relativo (TCR) del *I. rugosum*, según la metodología seguida por Fernández (1987); la densidad de panícula del arroz en 0,25m²; el peso de 1000 granos; el peso del grano de 20 panículas; el rendimiento de arroz en granza al 12% de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento A

No hubo influencia del fenoxoprop-etilo sobre la densidad de panículas, indistintamente del estado de crecimiento del arroz al momento de la aplicación. Esto permite inferir que no hubo efecto del herbicida sobre el macollamiento del arroz; posiblemente esto se debió a la acción de 3 mecanismos de tolerancia del arroz que aparecen implicados: menor absorción foliar, hidrólisis lenta de la forma ester hacia la de ácido, que es la fitotóxica, y una más rápida conjugación (Hope y Zacher, 1985; Stoltenberg *et al.*, 1989). El fenoxoprop-etilo estimuló la ejerción incompleta de la panícula cuando se utilizó durante la fase reproductiva del arroz, es decir, durante la diferenciación del primordio floral, el panzoneo y la emergencia de la panícula, y en menor grado durante la floración (Cuadro 3). Este resultado puede atribuirse a que el herbicida llegó directamente, durante su aplicación, a las partes reproductivas expuestas; no debió, entonces, seguir un proceso de redistribución por la planta para llegar al sitio de acción. El efecto que se observó no fue letal para el arroz, lo cual se puede explicar por la acción de los mecanismos de tolerancia que encontraron Hope y Zacher (1985).

Tanto el peso de 1000 granos como el rendimiento del arroz disminuyeron cuando el fenoxoprop-etilo se aplicó durante la fase reproductiva; tales resultados se atribuyen al incremento en la ejerción incompleta (Cuadro 3). La ejerción incompleta causa que no todas las espiguillas y el grano se desarrollen adecuadamente, lo cual produce efectos negativos en el peso de los granos y por lo tanto en el rendimiento mismo.

Soto *et al.* (1986) en Costa Rica, cuando utilizaron el cultivar CR-1113, y Snipes y Street (1987), en Louisiana, con un cultivar propio para esa región, no encontraron efectos negativos de fenoxoprop-etilo cuando se usó durante la fase vegetativa del arroz.

Sin embargo, Soto *et al.* (1986) tampoco encontraron efecto detrimental sobre el rendimiento cuando usaron este herbicida durante el panzoneo, mientras que en esta investigación, con el cultivar CR-1707, ocurrieron efectos detrimentales durante toda la fase reproductiva, incluido el panzoneo. Al respecto, Snipes y Street (1987), quienes estudiaron la tolerancia de 5 cultivares de arroz cuando se

Cuadro 2. Condiciones climáticas durante la fase experimental. Santa Cruz, Guanacaste.

| Mes | Década | Lluvia (mm) | Temperatura (°C) | |
|-----------|--------|-------------|------------------|--------|
| | | | Máxima | Mínima |
| Agosto | 1 | 159,6 | 30,2 | 26,6 |
| | 2 | 126,3 | 28,8 | 25,4 |
| | 3 | 183,3 | 30,8 | 26,9 |
| Setiembre | 1 | 57,0 | 30,1 | 26,4 |
| | 2 | 184,6 | 28,8 | 25,4 |
| | 3 | 146,8 | 30,8 | 26,9 |
| Octubre | 1 | 216,8 | 30,7 | 27,0 |
| | 2 | 121,0 | 30,6 | 26,7 |
| | 3 | 330,0 | 30,0 | 26,7 |
| Noviembre | 1 | 35,0 | 31,2 | 26,8 |
| | 2 | 98,0 | 31,2 | 26,3 |
| | 3 | 3,2 | 31,4 | 26,4 |

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional. Estación Santa Cruz Guanacaste.

encontraban con la quinta hoja desarrollada, informaron que uno de ellos respondió diferencialmente. Es entonces posible que ocurra una tolerancia diferencial entre cultivares a la aplicación del fenoxaprop-etilo durante la fase reproductiva y esa tolerancia, podría estar relacionada con el grado de exposición de las partes florales al herbicida.

Esta reacción diferencial debe ser considerada en caso de realizar aplicaciones tardías, llamadas "aplicaciones de rescate". Se deberá sopesar la merma en el rendimiento que causaría el uso del

fenoxaprop-etilo en aplicación de rescate, que en este caso fue del 21% (80 dds, Cuadro 3); o exponerse a daños más severos por la presencia de malezas gramíneas muy nocivas durante esa etapa, como el *I. rugosum*, que además de interferir con el arroz le provoca volcamiento y contamina la cosecha.

El fenoxaprop-etilo no afectó la germinación de semillas de arroz provenientes de plantas tratadas, tanto en los diferentes estadíos vegetativos como en los reproductivos (Cuadro 3), resultados que concuerdan con los que informaron Soto *et al.* (1986) y Snipes y Street (1987). Este hecho pareciera apoyar la hipótesis anterior, de que la tolerancia del arroz al fenoxaprop-etilo, durante su fase reproductiva, puede estar relacionada con la exposición de las partes florales al producto; aparentemente el herbicida no se movió al interior del grano, caso contrario el embrión pudo haber muerto y por tanto hubiera ocurrido una reducción de la germinación.

Cuando se estudió el contenido de N foliar de las plantas de arroz tratadas con fenoxaprop-etilo (Cuadro 4), se encontró que, indistintamente del momento de la aplicación, hubo un menor contenido de N a los 10 dda; mientras que a los 20 dda este efecto se superó y no hubo diferenciación entre las plantas tratadas y las no tratadas. No se pudo encontrar una explicación satisfactoria a este resultado, el cual también fue observado por Soto *et al.* (1986), quienes señalaron una clorosis en la punta de la hoja recién desarrollada después de la aplicación del fenoxaprop, de la cual el arroz se recupera poco después.

Cuadro 3. Influencia de la época de aplicación del fenoxaprop-etilo en el arroz libre de malezas sobre la ejerción incompleta de la panícula, el peso del grano, el rendimiento y la germinación de la semilla obtenida. Experimento A, Santa Cruz, Guanacaste, 1988.

| Epoca aplicación (dds) | Exerción incompleta (%) | | Peso 1000 granos (g) | | Rendimiento (kg/ha) | | Germinación (%) | |
|------------------------|-------------------------|----|----------------------|----|---------------------|---|-----------------|---|
| 15 | 3,50 | c | 31,25 | b | 5840 | a | 91,00 | a |
| 25 | 3,00 | c | 30,75 | ab | 5895 | a | 91,00 | a |
| 32 | 3,25 | c | 32,25 | a | 5812 | a | 88,50 | a |
| 45 | 3,50 | c | 31,25 | ab | 5792 | a | 89,00 | a |
| Dif. prim. floral** | 14,75 | b | 23,50 | bc | 4700 | b | 89,75 | a |
| Panzoneo | 27,75 | a | 21,00 | c | 4462 | b | 89,00 | a |
| Emergencia panícula | 25,00 | a | 21,00 | c | 4575 | b | 88,75 | a |
| Floración | 9,25 | bc | 23,00 | bc | 4725 | b | 89,25 | a |
| Testigo químico | 3,75 | c | 30,25 | ab | 5840 | a | 89,25 | a |
| Testigo limpio | 3,75 | c | 31,00 | ab | 5775 | a | 88,50 | a |

* Medias con igual letra, en la misma columna, no difieren según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

** Diferenciación de primordio floral.

Cuadro 4. Influencia de la época de aplicación del fenoxoprop-etilo sobre el contenido foliar de N en arroz, en 2 períodos de muestreo. Experimento A, Santa Cruz, Guanacaste, 1988.

| Epoca aplicación dds | 10 dda | | | 20 dda | | | | |
|----------------------|---------|-----|------------|---------|------|------------|------|------|
| | Tratado | | No tratado | Tratado | | No tratado | | |
| 15 | 1,52 | b B | 1,72 | d A | 1,71 | ab A | 1,69 | ab A |
| 25 | 1,55 | b B | 1,74 | c A | 1,72 | ab A | 1,73 | a A |
| 32 | 1,66 | a B | 1,86 | a A | 1,74 | a A | 1,72 | ab A |
| 45 | 1,65 | a B | 1,81 | b A | 1,72 | ab A | 1,70 | ab A |
| 55 | 1,62 | a B | 1,76 | bc A | 1,70 | a A | 1,69 | ab A |
| Testigo químico | 1,64 | a B | 1,76 | bc A | 1,67 | b A | 1,68 | b A |

* Medias con igual letra minúscula para las columnas, y mayúscula para las hileras de una misma época, no difieren según Tukey ($P < 0,05$).

** dds= días después de la siembra; dda = días después de la aplicación.

Experimento B

La maleza predominante en el área experimental fue *I. rugosum*, cuya población resultó favorecida al eliminar selectivamente dicotiledóneas con el bentazon. Como se ve en el Cuadro 5, la infestación de *I. rugosum* osciló entre 180 y 291 plantas/m², en las evaluaciones realizadas antes de aplicar el fenoxoprop-etilo. Al momento de cosechar, en el tratamiento a libre crecimiento de monocotiledóneas, hubo 326 plantas/m².

Cuadro 5. Producción de materia seca y densidad poblacional de *Ischaemun rugosum*, al momento de la aplicación de fenoxoprop-etilo sobre el arroz, cv. CR-1707 sujeto a interferencia de malezas. Experimento B, Santa Cruz, Guanacaste, 1988.

| Epoca aplicación dds | Desarrollo de <i>I. rugosum</i> | |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | Materia seca (g) | Población (N°/m ²) |
| 15 | 10,85 c | 180 c |
| 25 | 15,05 c | 222 bc |
| 32 | 31,20 c | 264 abc |
| 45 | 98,55 b | 291 ab |
| 55 | 130,50 b | 241 abc |
| Testigo químico** | 11,90 c | 199 bc |
| Testigo absoluto | 233,30 a | 326 a |

* Medias con igual letra minúscula para las columnas no difieren según Tukey ($P < 0,05$).

** Se usó el testigo químico del experimento A para tener datos de *I. rugosum* en ausencia de otras malezas.

I. rugosum tuvo su mayor tasa de crecimiento relativo (TCR) en el período 25-32 dds (Cuadro 6), época que coincide con el inicio del macollamiento del arroz y por tanto con una alta demanda de factores del medio esenciales para el crecimiento, por parte de ambas especies. Estos resultados podrían estar relacionados con una sincronización entre cultivo y maleza, de manera que la mala hierba presenta su mayor habilidad competitiva en el lapso en que el cultivo es más susceptible al daño, es decir, durante su período crítico de interferencia.

Estas tendencias son similares a las que obtuvo Fernández (1987) en invernadero, cuando estudió la interferencia entre el arroz CR-1113 y el *I. rugosum*. Esta coincidencia entre resultados de invernadero y de campo resulta importante para tener en cuenta en futuras investigaciones de competencia entre el arroz y las malezas.

La interferencia que pudo causar el *I. rugosum* hasta los 25 dds no influyó sobre la producción del arroz; sin embargo, cuando la eliminación de la mala hierba se atrasó hasta después del citado lapso hubo reducción en el rendimiento (Cuadro 7). Lo anterior se debió a que la permanencia del *I. rugosum* después de los 25 dds sobrepasó el período crítico de interferencia del cultivo, que está comprendido entre el inicio y completo macollamiento (Soto y Agüero, 1992), y a partir de ahí el daño que causa la maleza no se puede revertir, a pesar de la eliminación de la misma.

La presencia del *I. rugosum* durante todo el ciclo del cultivo provocó una merma en la producción de 84%, cuando se comparó con la produc-

Cuadro 6. Tasa de crecimiento relativo (TCR) del *Ischaemum rugosum* creciendo en competencia con el arroz cv. CR-1707. Experimento B, Santa Cruz, Guanacaste, 1988.

| Período de muestreo dds | TCR (g/g/día) |
|-------------------------|---------------|
| 15-25 | 0,034 c |
| 25-32 | 1,050 a |
| 32-45 | 0,090 b |
| 45-55 | 0,028 c |

* Medias con igual letra minúscula, para las columnas no difieren según Tukey ($P < 0,05$).

ción de parcelas que se mantuvieron sin malezas manualmente (Cuadro 7).

I. rugosum no solo provoca daños al arroz por interferencia, sino que también le causa acame o volcamiento, posiblemente debido a la competencia por luz (Fernández, 1987). Este daño puede explicar la mayor merma en el rendimiento con la sola presencia de la maleza durante todo el ciclo (84%), en comparación con el efecto negativo combinado de la presencia de la maleza más allá del período crítico de interferencia y la aplicación del fenoxaprop en etapa susceptible del arroz (diferenciación del primordio floral, 55 dds) el cual fue de 42% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Influencia de la época de aplicación del fenoxaprop-etilo en arroz sobre el peso de 1000 granos, el peso de 20 panículas y el rendimiento. Experimento B, Santa Cruz, Guanacaste, 1988.

| Epoca aplicación (dds) | Peso 1000 granos (g) | Peso 20 panículas (g) | Rendimiento (kg/ha) |
|------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| 15 | 49,8 a | 30,5 a | 5694 a |
| 25 | 49,0 a | 30,2 a | 5688 a |
| 32 | 49,3 a | 31,0 a | 4595 b |
| 45 | 32,5 b | 18,5 b | 3674 c |
| 55 | 29,9 b | 17,5 b | 3289 c |
| Testigo limpio | 50,5 a | 30,5 a | 5702 a |
| Testigo absoluto | 9,6 c | 16,7 b | 846 d |

* Medias con igual letra, en la misma columna, no difieren según la prueba de Tukey ($p < 0,105$).

Lo anterior permite inferir que el efecto negativo, sobre la producción de grano, de la permanencia de la maleza durante todo el ciclo, es superior al que provoca el uso del fenoxaprop-etilo en cualquiera de los períodos de sensibilidad del arroz, desde la emergencia del primordio floral hasta la floración (Cuadros 3 y 7). Así podría justificarse el uso del citado herbicida como tratamiento de rescate durante las etapas sensibles del arroz, en virtud de que el daño por la maleza es superior al que provoca el fenoxaprop-etilo.

Cabe destacar que en este experimento la cosecha se hizo en forma manual, mientras que comercialmente la cosecha es mecanizada; podría esperarse, entonces, que en siembras comerciales, debido a que el *I. rugosum* provoca acame o volcamiento, la merma en el rendimiento posiblemente sería superior al 84%.

CONCLUSIONES

-El arroz tolera al fenoxaprop-etilo durante su fase vegetativa.

-El cv CR-1707 es perjudicado por este herbicida durante su fase reproductiva.

-La presencia de malezas gramíneas hasta la etapa de 4 hojas del arroz no influye negativamente en la producción de grano.

RESUMEN

Para estudiar el período de tolerancia del arroz de secano (C.V. CR-1707) al fenoxoprop-etilo y el efecto de la permanencia del *Ischaemun rugosum*, durante varias etapas de ese lapso, se realizaron 2 experimentos en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica. En el primero se mantuvo el cultivo sin la presencia de *Ischaemun rugosum* y otras malezas; en el segundo se permitió solamente el crecimiento de *Ischaemun rugosum*. En ambos experimentos el arroz se trató con 0,09 kg/ha de fenoxaprop y se mantuvieron 3 testigos: a) el arroz se trató con propanil 15 dds.; b) sin herbicida ni malezas (manual); c) sin herbicida, con malezas. Los tratamientos con fenoxaprop se aplicaron cuanto el arroz presentó 2 hojas, 4 hojas, inicio del macollamiento, máximo macollamiento, diferenciación del primodio floral, panzoneo, emergencia de la panícula, ó floración, en el primer experimento, y solo en las 5 primeras épocas en el segundo. Se encontró que el arroz toleró el fenoxaprop sólo durante su fase vegetativa; sin embargo, su empleo durante la fase de sensibilidad es posible cuando el daño causado por la maleza exceda al del herbicida. La presencia del *Ischaemun rugosum* hasta que el arroz tuvo 4 hojas y con poblaciones de *Ischaemun rugosum* de 222 plantas/m², no influyó negativamente la producción de arroz en granza.

LITERATURA CITADA

- FERNANDEZ, A.J.P. 1987. Competencia entre *Ischaemun rugosum* y el arroz (*Oryza sativa* cv CR-1113) creciendo en recipientes. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 53 p.
- HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Ed por H. Jiménez. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- HOPE, H.H.; ZACHER, H. 1985. Inhibition of fatty acid biosynthesis in isolated bean and maize chloroplast by herbicidal phenoxy-phenoxypropionic acid derivatives and structurally related compounds. Pestic. Biochem. Physiol. 24:298-305.
- MURILLO, I.; GONZALEZ, R. 1982. Manual de producción para arroz de secano en Costa Rica. San José, Costa Rica, CAFESA. p. 124.
- NODA, K. 1977. Integrated weed control in rice. In Integrated control of weeds. Ed. by J.D. Fryer and S. Matsumaka. Tokio. University of Tokio Press. p. 17-46.
- PITELLI, R.A.; EURIGAN, J.C. 1983. Manejo da cultura do arroz de sequeiro. Plantas danhinas. In Anais do Simposio sobre a cultura de arroz de sequeiro. Ed. por M.E. Ferreira, T. Yamada, E. Malavotta. Jaboticabal, Piracicaba. Instituto de Potassa y fosfata. Instituto Internacional de Potassa. p. 283-301.
- SNIPES, C.E.; STREET, J.E. 1987. Rice (*Oryza sativa*) tolerance to fenoxaprop. Weed Science 35:401-406.
- SOTO, A.; AGÜERO, R. 1992. Combate químico de malezas en el cultivo del arroz. 1 ed. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 81 p.
- SOTO, A.; AGUERO, R.; ZUÑIGA, N. 1986. Tolerancia del arroz al fenoxaprop-etil y fluzafipof butil: dosis y época de aplicación. Turrialba 36(3):381-388.
- STOLTENBERG, D.E.; GRONWALD, J.W.; WISE, D.L.; BURTON, J.D.; SOMERS, D.A.; GENGENBACH, R.G. 1989. Effect of sethoxydim and haloxifop on Acetylcoenzyme A carboxilase activity in Festuca species. Weed Science 37:512-516.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1983. Herbicide handbook. 5 ed. Champaign, Ill. 515 p.