

RESCATE DE ARROZ (*Oryza sativa*) CON EL CYHALOFOP

Adolfo Soto Aguilar ¹, Eithel Vallejos Ruíz ², Carlos Rojas ³

RESUMEN

Rescate de arroz (*Oryza sativa*) con el cyhalofop. Con la finalidad de estudiar la tolerancia de dos cultivares de arroz (*Oryza sativa*) a varias dosis de cyhalofop, durante tres etapas de su ciclo reproductivo, así como la sensibilidad de conocidas especies de malezas gramíneas que provocan infestaciones tardías en el cultivo, se realizaron cuatro experimentos en dos localidades de Guanacaste. En cada localidad, uno de los experimentos consistió en dejar las malezas crecer a partir del completo ahijamiento del cultivo y el otro, se mantuvo libre de malezas durante el ciclo del arroz. Los tratamientos que se evaluaron fueron cyhalofop en dosis de 120, 180, 240 y 300 g/ha aplicados en la época de panzoneo, a la emergencia del primordio y a la floración; se incluyó además un tratamiento con fenoxaprop 90 g/ha y otro testigo (sin herbicida a partir del completo ahijamiento). Se encontró que el arroz toleró al cyhalofop durante las fases reproductivas evaluadas, mientras que en el caso del fenoxaprop la tolerancia parece estar relacionada con el cultivar; no ocurrieron diferencias entre cyhalofop y fenoxaprop en cuanto a combate de malezas. Gramíneas de importancia económica en el arroz presentaron el siguiente orden de tolerancia, de mayor a menor, al cyhalofop: *Ischaemun rugosum*, *Digitaria* sp. y *Rottboellia exaltata*.

Palabras clave: *Oryza sativa*, malezas, herbicidas, control químico, Costa Rica.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa*) rescue with cyhalofop. With the purpose of studying the tolerance of two rice (*Oryza sativa*) cultivars to several doses of cyhalofop, during three stages of their reproductive cycle, as well as the sensibility of known species of gramineous weeds that induce late infestations in the rice crop, four experiments were conducted in two locations of Guanacaste, Costa Rica. In one of the experiments, the weeds were allowed to grow starting from the complete tillering of the rice, the other was kept free of weeds during the rice cycle. The treatments evaluated were cyhalofop in doses of 120, 180, 240 and 300 g/ha applied at the booth, at the emergence of the primordium and at the blooming stages; it also included a treatment with fenoxaprop 90 g/ha and a control (without herbicide after the complete tillering). It was concluded that the rice tolerated the cyhalofop during the reproductive phases, while in the case of the fenoxaprop the tolerance seems to be related with the cultivars. There were no differences between cyhalofop and fenoxaprop as for weeds' control. Gramineous of economical importance to the rice showed the following order of tolerance, from higher to lower, to the cyhalofop: *Ischaemun rugosum*, *Digitaria* sp. and *Rottboellia exaltata*.

Keywords: *Oryza sativa*, weeds, herbicides, chemical control, Costa Rica.



¹ Profesor Catedrático, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Estación Experimental Fabio Baudrit M.

² Profesor, Universidad de Costa Rica, Sede Guanacaste, Finca Experimental Santa Cruz.

³ Dow Agro Sciences, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

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 (Pitelli y Eurigan 1983). En el arroz pueden ocurrir pérdidas entre el 20 y el 100% por efecto de las malezas, lo cual las convierte en uno de los problemas más importantes y generalizados de la producción arrocería (Noda 1977).

La dificultad de 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 las cosas, en esa labor no necesariamente se eliminan las primeras generaciones de malezas, lo que limita la eficacia de los herbicidas de contacto y preemergentes comúnmente empleados en arroz. Las fallas en el combate provocan infestaciones tardías, principalmente en arroz de secano, las que promueven pérdidas no solo por competencia sino también por acame del arroz y contaminación de la cosecha (Soto y Agüero 1992, Vallejos y Soto 1995).

Al contar con antigramíneas sistémicas es factible la eliminación eficaz de infestaciones tardías con gramíneas como *Rottboellia exaltata*, *Ischaemum rugosum*, *Leptochloa* sp., *Echinochloa colonum* y *Digitaria* sp., entre otras. No obstante la seguridad del fenoxaprop en el crecimiento vegetativo del arroz, cuando se trata de aplicaciones durante el ciclo reproductivo del cultivo se provocan mermas en rendimiento del 20%; no obstante el impacto negativo de las malezas sobre el cultivo es superior, lo cual justifica su uso durante esa fase (Vallejos y Soto 1995).

El cyhalofop es un antigramínea sistémico recientemente disponible para experimentación, del grupo de los ariloxifenoxipropiónicos inhibidores de la acetil coenzima A carboxilasa (Stoltenberg *et al.* 1989) y por tanto de la formación de lípidos (Hope y Zarcher 1985), que ha mostrado excelente tolerancia por parte del arroz durante todo su ciclo.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de estudiar la tolerancia de dos cultivares de arroz a varias dosis de cyhalofop, durante tres etapas de su ciclo reproductivo, en dos localidades de Guanacaste, así como la sensibilidad de conocidas especies de malezas gramíneas que provocan infestaciones tardías en el arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron cuatro experimentos en Guanacaste, Costa Rica: dos en la localidad de Palmira, Filadelfia, en un suelo alfisol, y dos en la Finca Experimental Santa Cruz, en un vertisol. En cada localidad, uno de los experimentos se mantuvo libre de malezas durante el ciclo del arroz por medios químicos; mientras que en el otro, se combatió la maleza hasta el completo ahijamiento del arroz, por medio de aplicaciones de propanil, después de lo cual se dejó crecer la maleza durante el crecimiento reproductivo del arroz, provocando una reinfestación tardía. Con el primer tipo de experimento, libre de malezas, se planeó obtener información sobre el efecto tóxico de los tratamientos químicos de rescate en el cultivo; mientras que con el segundo, enmalezamiento tardío, se planeó obtener información sobre la magnitud del daño de las malezas durante el crecimiento reproductivo del cultivo, cuando era oportuno aplicar el herbicida de rescate y el significado en términos de producción del rescate químico del arroz. Esta metodología concuerda con la que utilizaron Vallejos y Soto (1995).

La siembra se hizo el 13 de julio de 1996 en Palmira, con 160 kg/ha de semilla del cultivar CR-1113; mientras que en Santa Cruz fue el 30 de agosto con igual cantidad de semilla pero del cultivar CR-5272. En ambas localidades la labor se hizo con ayuda de una sembradora de 16 chorros, espaciados a 17,5 cm. La cosecha se hizo el 26 de noviembre en Palmira; mientras que en Santa Cruz fue el 16 de diciembre de 1996, ambas de manera manual.

En Palmira se fertilizó con 150 kg/ha de la fórmula comercial 10-30-10 a la siembra; 22 días después de la siembra (dds) se usaron 138 kg/ha de urea recubierta con azufre; 45 dds se aplicaron 138 kg/ha de 26-0-26 y a los 65 dds se usaron 92 kg/ha de urea. En Santa Cruz se fertilizó con 138 kg/ha de 12-24-12 a la siembra; 20 dds se usaron 138 kg/ha de 26-0-26 con 2,5% de Zn; 40 dds 92 kg/ha de sulfato de amonio y 60 dds se usaron 138 kg/ha de urea.

En los experimentos se evaluaron dosis de 120, 180, 240 y 300 g/ha del cyhalofop, aplicadas en tres épocas: a la emergencia del primordio, panzoneo y floración completa (cuando el 50% del arroz se encontraba en floración); se incluyeron dos tratamientos más: un testigo y el uso de fenoxaprop 90 g/ha durante la emergencia del primordio (Cuadro 1). En todas las aplicaciones se utilizó un equipo accionado por CO₂, con presión constante de 2 atm y seis boquillas de abanico plano 8002, el cual cubrió una franja de 2,5 m y se descargaron 204 l/ha.

En todos los experimentos, para evaluar la eficacia en el combate de las malezas y la selectividad al arroz de los tratamientos herbicidas, se midieron las siguientes variables:

- 1- Tolerancia del arroz a los 15 y 30 días después de la aplicación (dda) del respectivo tratamiento químico, mediante la escala de tolerancia del Cuadro 2.

- 2- Control de las malezas gramíneas, a los 15 y 30 días después de la aplicación del respectivo tratamiento químico, mediante el uso de la escala de control (Cuadro 2).

Cuadro 1. Tratamientos en los experimentos de rescate de arroz (*O. sativa* L.). Palmira, Filadelfia, y Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, 1996.

Epoca de aplicación	Cyhalofop DE-537 (g/ha)
Emergencia de primordio	120
	180
	240
	300
Panzoneo	120
	180
	240
	300
Floración	120
	180
	240
	300
Testigo Fenoxaprop-etil 90 g/ha	

Cuadro 2. Escalas para evaluar la toxicidad de herbicidas al cultivo del arroz (*O. sativa* L.) y el control de las malezas. Guanacaste, Costa Rica, 1996.

Valor	Tolerancia		Control	
	Daño	Síntoma	Control	Combate %
1	Muy severo	> 90% Reducción de población	Pobre	< 10
2	Severo	70 - 90 Reducción de población	Ligero	10 - 30
3	Moderado	30 - 70 Reducción de población	Moderado	30 - 70
4	Ligero	Quema hojas y enanismo	Bueno	70 - 90
5	Ninguno	Nada	Excelente	> 90

- 3- Densidad de panículas, mediante el recuento de las panículas en 0,25 m² del área útil de las parcelas.
- 4- Peso de los granos contenidos en 20 panículas.
- 5- Producción de arroz en granza ajustada al 12% de humedad.

La parcela experimental tuvo 5,5 m de largo por 3,5 m de ancho, de la cual se trató con el tratamiento respectivo 5m de largo por 2,5 m de ancho, dejando 1 m al lado derecho de la parcela sin tratar, que sirvió de testigo enhierbado, para tener un mejor control de la población de malezas presentes parcela a parcela. De los 12,5 m² tratados se consideraron como útiles los 4 m² del centro (Figura 1).

Los tratamientos (Cuadro 1) se ordenaron en un diseño experimental de bloques al azar, en arreglo factorial de 4 dosis por tres épocas de aplicación de cyhalofop, con dos tratamientos adicionales (testigo respectivo y fenoxaprop 90 g/ha); se usaron tres repeticiones. Cuando hubieron diferencias significativas en las fuentes de variación que

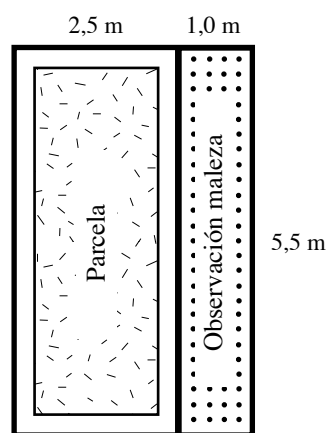


Figura 1. Diagrama de la parcela experimental en los experimentos de rescate de arroz (*Oryza sativa* L.). Guanacaste, Costa Rica, 1996.

se estudiaron, se separaron las medias por medio de una prueba de rango múltiple de Diferencia Mínima Significativa (DMS; P = 0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

LOCALIDAD: PALMIRA, FILADELFIA

Combate de malezas

Las gramíneas presentes fueron *R. cochinchinensis* (caminadora, cholo), *Antephora hermaphrodita* (falso abrojo), en menor población, mientras que *Digitaria* sp. (guardarocío) fue dominante; la cyperácea más abundante fue *Cyperus rotundus* (coyolillo), mientras que la latifoliada fue *Cleome viscosa* (cleome).

En la Figura 2 se muestran los resultados del muestreo que se efectuó a la cosecha, el cual es coincidente con los que se encontraron en el muestreo efectuado a los 15 dda.

La dosis de 120 g/ha de cyhalofop resultó insuficiente para un adecuado combate de las gramíneas en rescate, mientras que las restantes dosis fueron suficientes, puesto que mostraron un combate del 100%, resultado que también se encontró con el fenoxaprop.

Todas las malezas gramíneas presentes en el terreno mostraron ser sensibles al cyhalofop, siendo más consistentes los datos con la que estuvo en mayor población, *Digitaria* sp.

Densidad de panículas en 0,25 m²

No ocurrieron diferencias en la densidad de panículas entre las diferentes épocas de aplicación y dosis de cyhalofop que se evaluaron, tanto en el experimento con reinfestación tardía de malezas como en el libre de malezas. Lo anterior se interpreta en el sentido de que el cyhalofop proveyó un adecuado combate de la maleza, además de que no

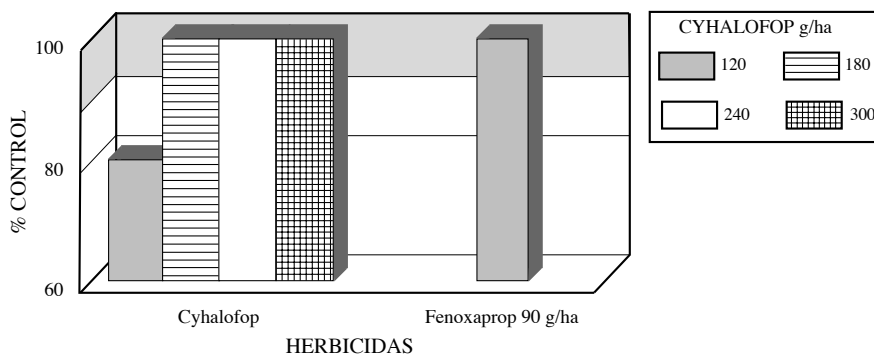


Figura 2. Combate de malezas gramíneas a la cosecha del arroz (*Oryza sativa* L.) en Filadelfia, Guanacaste, Costa Rica, 1996.

provocó daño en el cultivo. Resultados similares se encontraron con el fenoxaprop. En el caso del testigo del experimento con reinfestación tardía de malezas; éstas provocaron una reducción en la densidad de panículas del 12% (Cuadro 3).

Arroz en granza

Cuando se estudió el experimento con reinfestación tardía de malezas se encontró que las mayores producciones de arroz se encontraron con las aplicaciones más tempranas, emergencia del primordio y panzoneo, mientras que la menor se obtuvo con la aplicación a la floración (Figura 3). Este resultado se puede atribuir a la competencia de la maleza, lo cual se confirma al no encontrar diferencias entre dosis y épocas de aplicación de cyhalofop en el experimento libre de malezas; similares resultados obtuvieron Vallejos y Soto (1995) cuando trabajaron con fenoxaprop.

Cuadro 3. Densidad de panículas del arroz (*Oryza sativa* L.) (Nº/0,25 m²) según los tratamientos aplicados en Filadelfia, Guanacaste, Costa Rica, 1996.

Tratamiento	Sucio	Limpio
cyhalofop	84,4	88,1
Fenoxaprop 90 g/ha	84,0	89,7
TESTIGO	78,0	88,7

En la comparación de la Figura 4, se aprecia que el enmalezamiento tardío del arroz le mermó la producción en 73%, en relación con el testigo libre de malezas. Cuando se comparó el rendimiento del arroz que se obtuvo con cyhalofop en el experimento libre de malezas con el testigo en el mismo experimento, no ocurrieron diferencias; esto se puede interpretar en el sentido de que no ocurrió toxicidad por parte del tratamiento de rescate de cyhalofop. Cuando se hizo la misma comparación con fenoxaprop, ocurrió una merma del 16% en la producción de arroz en granza; esta situación fue informada por Vallejos y Soto (1995), quienes lo atribuyeron a un efecto tóxico del fenoxaprop sobre el arroz, cuando se aplicó durante el crecimiento reproductivo del mismo.

El uso de cyhalofop permitió rescatar un 58% de la producción de arroz en granza, cuando se compararon los tratamientos con cyhalofop y el testigo en el experimento con enmalezamiento tardío (Figura 4); mientras que con el empleo de fenoxaprop se pudo rescatar un 38%. Lo anterior permite inferir que si el combate de la maleza que se encontró fue similar para ambos productos, esas diferencias se pueden atribuir al efecto fitotóxico del fenoxaprop sobre el arroz cuando se aplicó en crecimiento reproductivo, tal y como les sucedió a Vallejos y Soto (1995).

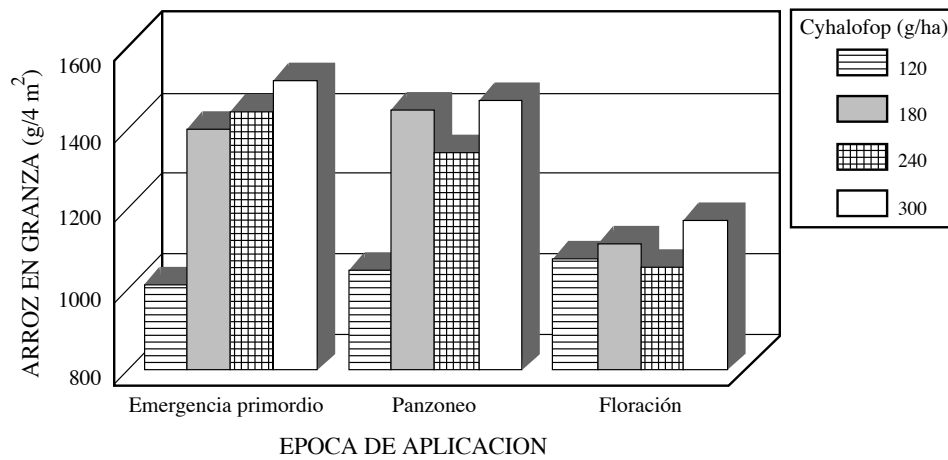


Figura 3. Producción de arroz en granza en el experimento con reinfestación tardía de malezas, en Filadelfia, Guanacaste, Costa Rica, 1996.

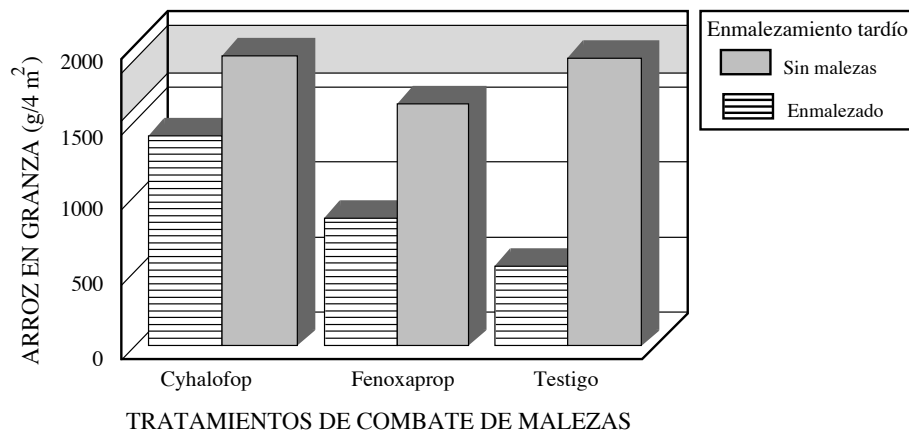


Figura 4. Producción de arroz en granza en función del tratamiento de rescate y de la reinfestación tardía o no de malezas en Filadelfia, Guanacaste, Costa Rica, 1996.

LOCALIDAD: FINCA EXPERIMENTAL SANTA CRUZ

Combate de malezas

Las malezas gramíneas presentes fueron *Echinochloa colonum* (arrocillo), *Ischaemum rugosum* (zacate manchado) y *R. cochinchinensis*, que fue dominante; la cyperácea más abundante fue *Cype-*

rus iria (zontol); mientras que la principal latifoliada fue *Malachra* sp. (malva).

En el caso de Finca Santa Cruz, con la predominancia de *R. cochinchinensis*, se encontró que el combate que se obtuvo con las dosis de 120 y 130 g/ha resultó insuficiente; sin embargo, con 240 y 300 g/ha, en cualquiera de las tres épocas de

aplicación del cyhalofop, se obtuvo un combate total de las gramíneas. La Figura 5 muestra los datos de combate que se encontraron a la cosecha del arroz, resultados que fueron similares a los que ocurrieron en los muestreos 15 y 30 dda.

Densidad de panículas en 0,25 m²

No ocurrieron diferencias en la densidad de panículas entre las diferentes épocas de aplicación y dosis de cyhalofop que se probaron, tanto en el experimento en que se permitió el enmalezamiento tardío como en el libre de malezas.

Lo anterior se interpreta en el sentido de que el cyhalofop proveyó un adecuado combate de la maleza, además de que no provocó daño en el cultivo. Resultados similares se encontraron con el fenoxaprop. En el caso del testigo, el enmalezamiento tardío provocó una reducción en la densidad de panículas del 15% (Cuadro 4).

Arroz en granza

En la comparación de la Figura 6, se aprecia que el enmalezamiento tardío mermó la producción de arroz en 58%, en relación con el testigo del experimento libre de malezas.

Cuando se compararon los tratamientos con cyhalofop con el testigo, ambos del experimento libre

de malezas, no ocurrieron diferencias; esto se puede interpretar en el sentido de que no ocurrió toxicidad por parte del tratamiento de rescate de cyhalofop. Con fenoxaprop se obtuvo un resultado similar al del cyhalofop; esta situación, contraria a la que se encontró en Palmira se puede deber a diferencias varietales, puesto que el cultivar de arroz que se usó en Palmira fue CR-1113, mientras que en Santa Cruz, el CR-5272. Vallejos y Soto (1995) señalaron que el efecto tóxico del fenoxaprop sobre el arroz cuando se aplicó durante el crecimiento reproductivo del mismo, podría estar influenciado por el material genético del arroz, lo cual se corrobora para el fenoxaprop, pero no se encontraron evidencias que lo mismo ocurriera con el cyhalofop. Snipes y Street (1987), cuando estudiaron la tolerancia de

Cuadro 4. Densidad de panículas del arroz (*Oryza sativa* L.) (N°/0,25 m²) del arroz según tratamientos en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, 1996.

Tratamiento	Sucio	Limpio
Cyhalofop	68	76
Fenoxaprop 90 g/ha	67	77
TESTIGO	66	78

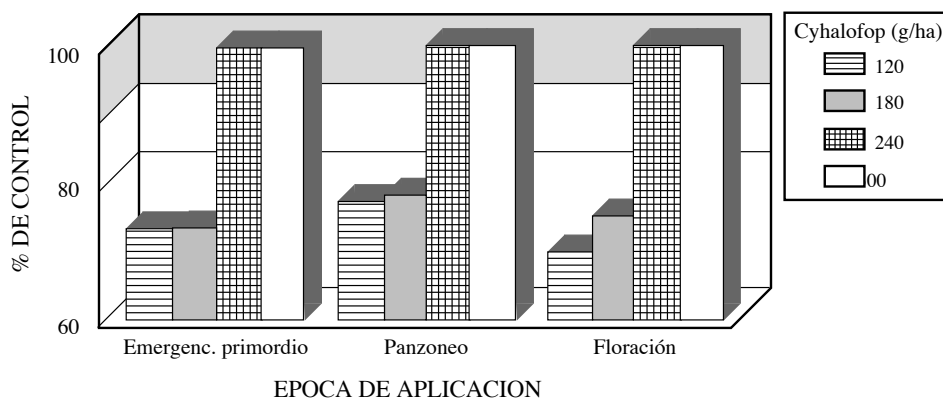


Figura 5. Combate de malezas gramíneas a la cosecha del arroz (*Oryza sativa*) en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, 1996.

cinco cultivares de arroz en el estado de la quinta hoja desarrollada, informaron que uno de ellos respondió diferencialmente.

Cuando se estudió el rendimiento del arroz en el experimento con enmalezamiento tardío se encontró que las mayores producciones ocurrieron con las aplicaciones más tempranas, emergencia

del primordio y panzoneo, mientras que la menor se obtuvo con la aplicación a la floración (Figura 7). Este resultado se puede atribuir a la competencia de la maleza, lo cual se confirma al no encontrar diferencias entre dosis y épocas de aplicación de cyhalofop en el experimento libre de malezas; similares resultados obtuvieron Vallejos y Soto (1995) cuando trabajaron con fenoxaprop.

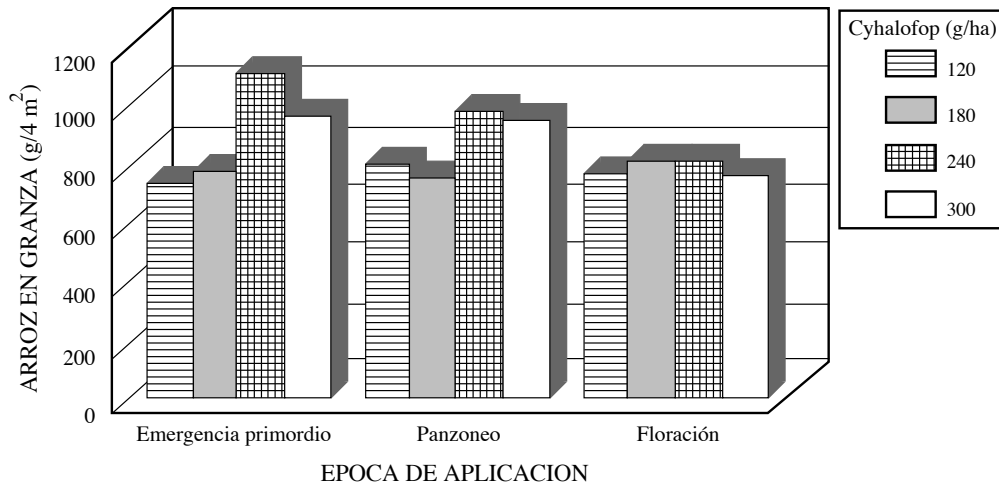


Figura 6. Producción de arroz en granza en el experimento con enmalezamiento tardío según época de aplicación en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, 1996.

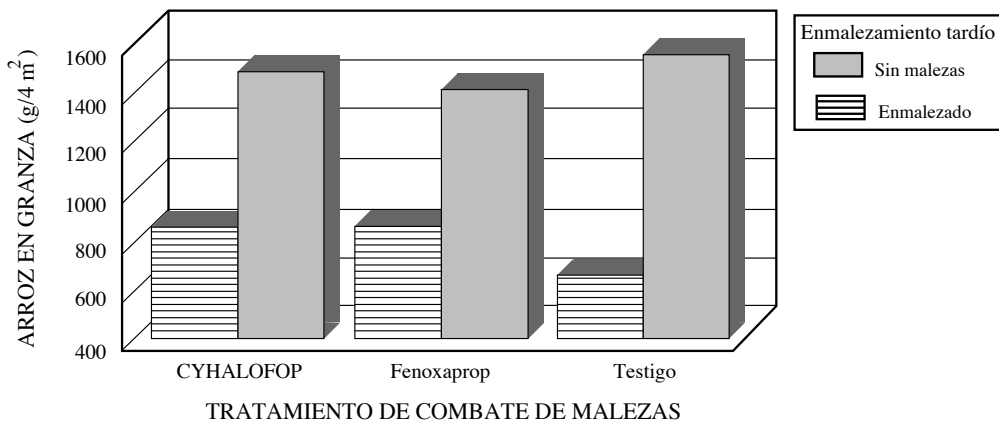


Figura 7. Producción de arroz en granza en función del tratamiento de rescate y de la presencia o ausencia de malezas durante el crecimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, 1996.

El uso de cyhalofop o fenoxaprop permitió rescatar un 25% de la producción de arroz en granza, cuando se compararon con el testigo del experimento con enmalezamiento tardío (Figura 7).

De otro lado, existe una clara diferenciación entre las dosis de cyhalofop en las dos épocas tempranas. El mayor rendimiento de arroz se obtuvo con las dosis de 240 y 300 g/ha. Estas diferencias con Palmira se pueden atribuir a las diferencias en la población de gramíneas, ya que en Santa Cruz predominó *R. cochinchinensis*, la que presumiblemente requiere mayor cantidad de cyhalofop que *Digitaria* sp., que predominó en Palmira.

Conclusiones:

- El arroz tolera al cyhalofop durante su fase reproductiva.
- La tolerancia del arroz durante su fase reproductiva al fenoxaprop está relacionada con el cultivar.
- Malezas gramíneas de importancia económica en el arroz presentan el siguiente orden de tolerancia, de mayor a menor, al cyhalofop *Ischaemun rugosum*, *Digitaria* sp. y *R. cochinchinensis*.

LITERATURA CITADA

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.

NODA, K. 1977. Integrated weed control in rice. In Integrated control of weeds. Ed. By J.D. Fryer and S. Matsumaka. Tokio, Japan, University of Tokio Press. p. 17-46.

PITELLI, R.A.; EURIGAN, J.C. 1983. Manejo da cultura do arroz de sequeiro. Plantas daninhas. In anais do simposio sobre a cultura de arroz de sequeiro. Ed. Por M.E. FERREIRA, T. YAMADA, E. MALAVOLTA. 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.

_____; AGÜERO, R.; ZUÑIGA, N. 1986. Tolerancia del arroz al fenoxaprop-etil y fluazifop-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 halo-xifop on acetilcoenzyme A carboxilase activity in Festuca species. Weed Science 37:512-516.

VALLEJOS, E.; SOTO, A. 1995. Influencia del estado de desarrollo del arroz sobre su tolerancia al fenoxaprop-etil y sobre la interferencia de la maleza *Ischaemun rugosum*. Agronomía Costarricense (C.R.) 19(2):67-63.