

INFLUENCIA DE LA EPOCA DE APLICACION DE DOS FUENTES DE NITROGENO SOBRE LA TOLERANCIA DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) y (*Rottboellia cochinchinensis*) A FENOXAPROP-ETIL Y HALOXIFOP-METIL.

Juan Carlos Moya
Franklin Herrera ¹
Adolfo Soto ¹

RESUMEN

Influencia de la época de aplicación de dos fuentes de nitrógeno sobre la tolerancia del arroz (*Oryza sativa* L.) y (*Rottboellia cochinchinensis*) a fenoxaprop-etil y haloxifop-metil. En la Estación Experimental Fabio Baudrit M., situada en el Barrio San José, de la Provincia de Alajuela, entre febrero de 1987 y febrero de 1989 se realizó una investigación con el objetivo de evaluar la influencia de la época de aplicación de dos fuentes de nitrógeno, sobre la tolerancia del arroz (*Oryza sativa* L.) y de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) a los herbicidas haloxyfop-metil y fenoxaprop-etil.

El fenoxaprop-etil a 100 g i.a./ha fue el tratamiento más selectivo, en tanto el haloxifop-metil causó mayores daños. La dosis de 200 g i.a./ha para ambos herbicidas fue la más perjudicial. La fertilización con nitrógeno disminuyó los síntomas de toxicidad, especialmente cuando se aplicó el Sulfato de Amonio cinco días antes que los herbicidas, o la Urea, el mismo día o cinco días después de la aplicación de los herbicidas.

Los herbicidas haloxifop-metil y fenoxaprop-etil, a 100 g i.a./ha, controlaron el 100% de (*R. cochinchinensis*) La segunda fertilización nitrogenada no tuvo ningún efecto en la respuesta de esta maleza a los herbicidas.

ABSTRACT

Influence of the application time of two nitrogen sources on the tolerance of rice (*Oryza sativa* L.) and (*Rottboellia cochinchinensis*) to fenoxapropethyl and haloxoxfop-methyl. An assay was conducted at The Fabio Baudrit Experiment Station, between February, 1987 and February of 1989, to evaluate the influence of the application time of two nitrogen sources on the tolerance of rice and *R. cochinchinensis* to the herbicides haloxyfop-methyl and fenoxaprop-ethyl.

The most selective treatment was fenoxaprop-ethyl at 100 g a.i./ha, while haloxyfop-methyl caused the largest damage. The most severe damage was caused by both herbicides at the rate of 200 g a.i./ha. The nitrogen fertilization lessened the toxicity symptoms, mainly when ammonium sulphate was applied five days ahead of the herbicides or urea applied the same day or five days after the herbicide application.

The herbicides haloxyfop-methyl and fenoxaprop-ethyl, at the rate of 100 g a.i./ha controlled 100% of the *R. cochinchinensis*. The second nitrogenous fertilization had no effect on the response of this weed to the herbicides.

¹ Programa de Investigación en Manejo de Malezas, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno.

INTRODUCCION

El combate de las malezas en arroz es una labor importante y costosa que alcanza hasta un 26% del costo total del cultivo.

La aparición tardía de algunas malezas gramíneas en el arroz, es un problema común, debido a que en muchas ocasiones no se dan las condiciones adecuadas para una buena efectividad del combate convencional; además el propanil, herbicida ampliamente usado en el combate convencional, no tiene acción residual (Herrera, 1988a). Una importante maleza de éstas es *Rottboellia cochinchinensis*, la que se caracteriza por un crecimiento rápido, germinación escalonada y gran capacidad de propagación (Soto y Gamboa, 1985). Para combatir esta maleza en estado avanzado de desarrollo, se requiere de dosis más altas de herbicida, lo que eleva los costos y perjudica la cosecha; se convierte, por eso, en un problema difícil (Herrera, 1988a; Hernández y Soto, 1984)

Desde 1984, el Programa de investigación en control de malezas de la Universidad de Costa Rica, desarrolla investigaciones sobre el uso de herbicidas sistémicos, capaces de combatir gramíneas, aplicados en post-emergencia al cultivo y a las malezas. Soto y Gamboa (1985) corroboraron la posible utilidad de este tipo de herbicidas en arroz, e informaron que

fenoxaprop-etil, fluazifop-butil y haloxifop-metil, a 60 y 90 g i.a./ha, fueron suficientes para el control de las gramíneas comunes y agresivas, sin perjuicios aparentes para el cultivo.

Acuña y Garro (1988), en una evaluación en arroz, sobre el efecto de herbicidas antigramíneos sistémicos, mezclados con herbicidas preemergentes, hallaron que todos los herbicidas antigramíneos produjeron clorosis en la hoja que emergió después de la aplicación, en el arroz.

Soto y Gamboa (1985) observaron que, cuando la segunda fertilización nitrogenada se realizó cinco días antes de la aplicación del antigramíneo, aquella impidió la manifestación de los síntomas de toxicidad del arroz. Esto no fue corroborado por Gamboa, Herrera y Soto (1986). Disponer de más información sobre el efecto del nitrógeno en el comportamiento del arroz ante aplicaciones de estos herbicidas, es de mucho interés, puesto que, podría manipularse la fertilización nitrogenada, para reducir los problemas de toxicidad en el arroz cuando se aplican herbicidas sistémicos.

Los objetivos de esta investigación fueron determinar el efecto de la fuente, dosis y momento de aplicación del fertilizante nitrogenado, en la respuesta y recuperación del arroz, y *Rottboellia cochinchinensis*,

ante la aplicación de los herbicidas haloxifop-metil y fenoxaprop-etil.

Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit, situada en el Barrio San José de Alajuela, a una altitud de 840 m.s.n.m.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos, uno con arroz (A), y otro con *R. cochinchinensis* (B), en la

Las condiciones climáticas, en que se realizaron los dos ensayos se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos climáticos para el experimento sobre: Influencia de la época de aplicación de dos fuentes de nitrógeno sobre la tolerancia del arroz (*Oriza sativa*) y (*Rottboellia cochinchinensis*) a fenoxaprop-etil y haloxifop-metil, 1987 y 1988.

Mes	Brillo solar	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)
			Máxima	Mínima	
<i>Oriza sativa</i>					
1987					
Enero	9,9	0,00	29,6	17,5	69,4
Febrero	10,3	0,00	30,7	18,0	70,8
Marzo	8,4	9,6	31,6	18,5	72,2
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>					
1988					
Octubre	4,6	449,3	26,3	16,8	93,2
Noviembre	6,6	104,0	27,7	16,7	86,6
Diciembre	6,4	11,7	28,6	16,2	75,9
Enero 1989	9,6	13,7	28,8	18,1	67,3

Fuente: Estación meteorológica de la Estación Experimental Fabio Baudrit M. de la Universidad de Costa Rica.

En el experimento A se usó un diseño irrestricto al azar, con un arreglo factorial 2x2x2x3, con cuatro repeticiones. Los factores fueron: dos fuentes de nitrógeno, dos herbicidas, dos dosis de herbicidas y tres épocas de aplicación de nitrógeno. Para el experimento B, el diseño usado fue un irrestricto al azar en arreglo factorial

2x2x3. Los factores fueron: dos fuentes de nitrógeno, dos herbicidas y tres épocas de aplicación del nitrógeno, cada uno con cuatro repeticiones.

La unidad experimental la constituyó un recipiente de plástico, de dos litros de capacidad, y de 15,4 cm de diámetro en el extremo superior, que se llenó de

suelo franco arenoso de la serie Baudrit, pH 6, materia orgánica 6,7%. Se sembraron siete plantas de arroz cv. CR-201 en cada unidad del experimento A; y cuatro plantas de *R. cochinchinensis* en el experimento B. Los experimentos se colocaron en el campo, expuestos al ambiente.

El experimento A se sembró en febrero de 1987, y el B, en noviembre de 1988; en ambos casos el riego se hizo por capilaridad.

La primera fertilización fue general, con 200 Kg/ha de 10-30-10 y la segunda, según el tratamiento, con 30 Kg/ha de nitrógeno, con Urea (46% N) o Sulfato de Amonio (21% N).

Los herbicidas fenoxaprop-etil y haloxifop-metil se aplicaron 28 días después de la siembra. El detalle de los tratamientos se presenta en el Cuadro 2, para el experimento A, y Cuadro 3 para el B.

Para evaluar la tolerancia del cultivo hacia los herbicidas en el experimento A, se midieron las siguientes variables, en todas las plantas:

1. Observación de los síntomas de fitotoxicidad durante los 20 días siguientes a la aplicación de los herbicidas.

2. Número de hijos por planta.
3. Peso de materia seca de la raíz.
4. Volumen de la raíz.
5. Peso de materia seca de la parte aérea.

Las variables 2,3,4,5 se midieron a los 53 días de la siembra.

Para evaluar la efectividad de los herbicidas contra *R. cochinchinensis*, se midieron las siguientes variables en todas las plantas:

1. Observación de síntomas de fitotoxicidad durante los 26 días siguientes de la aplicación de los herbicidas.
2. Número de hijos por planta.
3. Peso seco del tallo
4. Peso seco de las hojas.
5. Peso seco de la raíz.

Las variables 2,3,4,5 se midieron a los 60 días después de la siembra.

Se efectuaron análisis de variancia y comparación de medias (Prueba de Tukey 5%) en todas las variables.

Cuadro 2. Influencia de la época de aplicación de dos fuentes de N sobre la tolerancia del arroz cv. CR 201 a fenoxaprop-etil y haloxyfop-metil.

Tratamiento	Dosis g i.a. /ha.	Fuente de Nitrógeno	Aplicación de la 2a. fertilización con Nitrógeno
1. Fenoxaprop-etil	100	+ Urea	5 d.a.a.h.
2. Fenoxaprop-etil	100	+ Urea	m.d.a.h.
3. Fenoxaprop-etil	100	+ Urea	5 d.d.a.h.
4. Fenoxaprop-etil	100	+ Sulfato de a.	5 d.a.a.h.
5. Fenoxaprop-etil	100	+ Sulfato de a.	m.d.a.h.
6. Fenoxaprop-etil	100	+ Sulfato de a.	5 d.d.a.h.
7. Fenoxaprop-etil	200	+ Urea	5 d.a.a.h.
8. Fenoxaprop-etil	200	+ Urea	m.d.a.h.
9. Fenoxaprop-etil	200	+ Urea	5 d.d.a.h.
10. Fenoxaprop-etil	200	+ Sulfato de a.	5 d.a.a.h.
11. Fenoxaprop-etil	200	+ Sulfato de a.	m.d.a.h.
12. Fenoxaprop-etil	200	+ Sulfato de a.	5 d.d.a.h.
13. Haloxyfop-metil	100	+ Urea	5 d.a.a.h.
14. Haloxyfop-metil	100	+ Urea	m.d.a.h.
15. Haloxyfop-metil	100	+ Urea	5 d.d.a.h.
16. Haloxyfop-metil	100	+ Sulfato de a.	5 d.a.a.h.
17. Haloxyfop-metil	100	+ Sulfato de a.	m.d.a.h.
18. Haloxyfop-metil	100	+ Sulfato de a.	5 d.d.a.h.
19. Haloxyfop-metil	200	+ Urea	5 d.a.a.h.
20. Haloxyfop-metil	200	+ Urea	m.d.a.h.
21. Haloxyfop-metil	200	+ Urea	5 d.d.a.h.
22. Haloxyfop-metil	200	+ Sulfato de a.	5 d.a.a.h.
23. Haloxyfop-metil	200	+ Sulfato de a.	m.d.a.h.
24. Haloxyfop-metil	200	+ Sulfato de a.	5 d.d.a.h.
Tratamientos adicionales			
25. Haloxyfop-metil	100		
26. Haloxyfop-metil	200		
27. Fenoxaprop-etil	100		
28. Fenoxaprop-etil	200		
29. Urea			5 d.d.a.h.
30. Urea			m.d.a.h.
31. Urea			5 d.a.a.h.
32. Sulfato de amonio			5 d.d.a.h.
33. Sulfato de amonio			m.d.a.h.
34. Sulfato de amonio			5 d.a.a.h.

d.a.a.h.: días antes de aplicación del herbicida

m.d.a.h.: mismo día de la aplicación del herbicida

d.d.a.h.: días después de la aplicación del herbicida

Cuadro 3. Influencia de época de aplicación de las fuentes de N sobre la tolerancia de la *Rottboellia cochinchinensis* al fenoxaprop-etil y haloxyfop-metil

Tratamiento	Dosis g i.a./ha	Fuente de Nitrógeno	Aplicación de la 2da. fertilización con N
1- Fenoxaprop-etil	100	+ Urea	5 d.a.a.h.
2- Fenoxaprop-etil	100	+ Urea	m.d.a.h.
3- Fenoxaprop-etil	100	+ Urea	5 d.d.a.h.
4- Fenoxaprop-etil	100	+ Sulfato de a.	5 d.a.a.h.
5- Fenoxaprop-etil	100	+ Sulfato de a.	m.d.a.h.
6- Fenoxaprop-etil	100	+ Sulfato de a.	5 d.d.a.h.
7- Haloxyfop-metil	100	+ Urea	5 d.a.a.h.
8- Haloxyfop-metil	100	+ Urea	m.d.a.h.
9- Haloxyfop-metil	100	+ Urea	5 d.d.a.h.
10- Haloxyfop-metil	100	+ Sulfato de a.	5 d.a.a.h.
11- Haloxyfop-metil	100	+ Sulfato de a.	m.d.a.h.
12- Haloxyfop-metil	100	+ Sulfato de a.	5 d.d.a.h.
Tratamientos adicionales			
13- Haloxyfop-metil	100		
14- Fenoxaprop-etil	100		
15- Urea			5 d.a.a.h.
16- Urea			m.d.a.h.
17- Urea			5 d.d.a.h.
18- Sulfato de Amonio			5 d.a.a.h.
19- Sulfato de Amonio			m.d.a.h.
20- Sulfato de Amonio			5 d.d.a.h.

Sulfato de a= Sulfato de amonio

d.a.a.h.: días antes de la aplicación del herbicida

m.d.a.h.: mismo día de la aplicación del herbicida

d.d.a.h.: días después de la aplicación del herbicida.

RESULTADOS

EXPERIMENTO A.

1. Síntomas de toxicidad en el arroz.

1.1. Fenoxaprop-etil.

Tres días después de aplicados los herbicidas, las plantas de arroz mostraron síntomas de toxicidad. Estos se manifestaron

como manchas cloróticas blanquesinas, sobre la hoja más joven desplegada. Con el tiempo, las lesiones crecieron y pasaron de blanquesinas a rojizas. Las hojas afectadas presentaron corrugamiento y epinastia; luego se necrosaron y cayeron. La parte superior de la planta se desprendió mediante una leve tracción.

A los doce días, después de la aplicación de fenoxaprop-etil, las plantas de arroz, que recibieron 100 g i.a./ha, empezaron a recuperarse, logrando una completa recuperación a los 48 días; mientras, las que recibieron 200 g i.a./ha no se recuperaron completamente, a la misma fecha.

1.2. Haloxyfop-metil.

Los síntomas de toxicidad se presentaron cuatro días después de la aplicación del herbicida, y fueron similares a los descritos para el fenoxapro-etil, aunque más severos. A la dosis de 100 g/ha, las plantas de arroz empezaron a recuperarse a los 20 días después de la aplicación. A 200 g i.a./ha los daños fueron muy severos, sin recuperación del arroz.

En ambos herbicidas se observó que la segunda fertilización nitrogenada influyó en la respuesta del arroz a estos herbicidas. Cuando la fuente de nitrógeno fue Sulfato de Amonio, aplicado cinco días antes del herbicida, o Urea, aplicada el mismo día o 5 días después que los herbicidas, ocurrió una ligera reducción en los síntomas de toxicidad y recuperación más rápida del arroz.

2. Efecto en las diferentes variables de crecimiento de las plantas de arroz.

2.1. Efecto de herbicidas

Para las variables peso de, materia seca por planta, materia

seca de hojas, materia seca de raíces; volumen radical y número de hijos por planta, se detectaron diferencias significativas entre herbicidas y entre dosis. De las interacciones, solo herbicida X dosis fue significativa para el peso de materia seca de las hojas.

En los tratamientos que recibieron fenoxaprop-etil, las plantas de arroz, en todas las variables evaluadas, mostraron porcentajes ligeramente inferiores al testigo sin herbicida, sin que esas diferencias fueran significativas; mientras que el haloxyfop-metil causó reducciones significativas en todas las variables de crecimiento que fueron medidas; en este caso las reducciones variaron entre el 28 y 44% con respecto al testigo sin herbicida (Cuadro 4).

Con respecto a la dosis de los herbicidas, la de 200 g i.a./ha ocasionó daños muy severos; todas las variables de crecimiento mostraron reducciones significativas comparadas al testigo sin herbicidas. Con la dosis de 100 g /ha, las mismas variables no mostraron reducciones significativas, (Cuadro 5); no obstante la interacción herbicida por dosis, indica que el haloxifop-metil a 100 g /ha causó un mayor porcentaje de reducción en el peso de las hojas de arroz, que el fenoxprop-etil a 200 g / ha (Cuadro 6).

Cuadro 4. Efecto de los herbicidas haloxyfop-metil y fenoxaprop-etil sobre algunas variables de crecimiento del arroz, cv 201 20 días después de la aplicación. Cifras expresadas en porcentajes respecto al testigo sin herbicida.

VARIABLES	FENOXAPROP	HALOXIFOP
Testigo sin herbicida	100 a *	100 a
Peso seco total	85 a	57 b
Peso seco parte aérea	93 a	62 b
Número de hijos	96 a	72 b
Peso seco de raiz	79 a	56 b
Volumen de raiz	85 a	57 b

* Promedios con igual letra en una misma fila presentan diferencias no significativas entre sí, según prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 5. Efecto de la dosis 100 y 200 g i.a./ha de los herbicidas, sobre algunas variables de crecimiento del arroz, cv. 201 20 días después de la aplicación del herbicida, con y sin la segunda fertilización nitrogenada. Cifras expresadas en porcentajes en relación con el testigo sin herbicida.

VARIABLES	DOSIS DE LOS HERBICIDAS (g i.a./ha)			
	con 2da fertilización		sin 2da fertilización**	
	100	200	100	200
Testigo sin herbicida	100 a	100 a	---	---
Peso seco total	85 a	60 b	71	49
Peso seco hojas	89 a	66 b	69	54
Número de hijos	95 a	73 b	71	55
Peso seco de raiz	77 a	58 b	75	52
Volumen de raiz	86 a	66 b	80	55

* Promedios con igual letra en una misma fila presentan diferencias no significativas entre si, según Prueba de Tukey al 5%.

** Datos comparativos correspondientes a los testigos sin fertilización, no se aplicó prueba de Tukey.

Cuadro 6. Porcentaje del peso de hojas secas de arroz cv-201 en función de dos herbicidas: fenoxaprop-etil y haloxyfop-metil, a 100 y 200 g i.a./ha 20 días después de la aplicación del herbicida, comparado con el testigo, sin herbicida.

VARIABLES	FENOXAPROP-ETIL		HALOXIFOP-METIL	
	g i.a./ha		g i.a./ha	
	100	200	100	200
Peso de hojas	99 aA	87 bA	80 aB	44 bB

* Promedios con la misma letra minúscula en las dosis de un mismo herbicida, y mayúscula entre herbicidas, presentan diferencias no significativas entre sí, según la Prueba de Tukey al 5%.

2.2 Efecto del nitrógeno en la recuperación del arroz .

Se observó un efecto positivo de la segunda fertilización nitrogenada en el arroz; todos las variables evaluadas mostraron valores mayores cuando se hizo esta fertilización, (Cuadro 5).

2.2.1 Efecto de la fuente de nitrógeno

No se detectaron diferencias significativas entre fuentes de nitrógeno.

2.2.2 Efecto de la época de aplicación del nitrógeno

Únicamente para las variables número de hijos y peso de hojas, se encontraron diferencias significativas entre épocas de aplicación del nitrógeno y para la interacción fuente de N x época de aplicación del N.

Para ambas variables se observó un menor efecto negativo, cuando el nitrógeno se aplicó cinco días antes que los herbicidas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje del número de hijos y peso de materia seca de hojas de arroz cv 201, con respecto al testigo sin herbicida, 20 días después de la aplicación del herbicida, según la época en que se aplicó el nitrógeno.

VARIABLES	EPOCA DE APLICACION DEL NITROGENO		
	5 d.a.a.h.	m.d.a.h.	5 d.d.a.h.
Número de hijos	95 a	76 a	81 a
Peso seco de hojas	86 a	69 b	77 ab

*) Promedios con igual letra en una misma variable (fila) presentan diferencias no significativas entre sí, según la Prueba de Tukey al 5%.
d.a.a.h.: días antes de la aplicación del herbicida.
m.d.a.h.: mismo día de la aplicación del herbicida.
d.d.a.h.: días después de la aplicación del herbicida

Sin embargo la interacción significativa fuente de N x momento de aplicación del N, indica que cuando se aplicó Sulfato de Amonio cinco días antes que los herbicidas, el peso de la materia seca de las plantas de arroz, el peso de la materia seca del follaje y el número de hijos por planta, fue mayor que cuando se aplicó el mismo día, o cinco días después que los herbicidas, mientras el peso de raíces y el volumen radical no fueron afectados (Cuadro 8).

Cuando se fertilizó con urea no se encontró diferencias significativas entre momentos de

aplicación, aunque se observó la tendencia a encontrar valores mayores en las variables analizadas, cuando la urea se aplicó el mismo día o cinco días después que el herbicida. En las variables peso de materia seca de hojas y volumen radical, fue especialmente claro que, si se desea fertilizar cinco días después de aplicar los herbicidas, es mejor usar urea como fuente de nitrógeno, y por el contrario si la fertilización se hace cinco días antes de aplicar los herbicidas, es más conveniente usar sulfato de amonio (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la fuente de nitrógeno y momento de suplirlo sobre la tolerancia del arroz cv 201 a los herbicidas, 20 días después de la aplicación. Cifras en porcentajes con respecto al testigo sin herbicida.

VARIABLE	UREA			SULFATO DE AMONIO		
	5 ddah	mdah	5 ddah	5 daah	mdah	5 ddah
Peso seco total	60 aA	77 aA	76 aA	80 aA	59 bA	73 bA
Peso seco hojas	79 aB	70 aA	83 aA	94 aA	67 bA	72 abB
Número hijos	82 aA	84 aA	85 aA	108 aA	68 bA	78 bA
Peso seco raiz	55 aA	93 aA	67 aA	67 aA	56 aB	67 aA
Volumen de raiz	59 aB	86 aA	95 aA	82 aA	66 aB	69 aB

daah: días antes de la aplicación del herbicida

mdah: mismo día de la aplicación del herbicida

ddah: días después de la aplicación del herbicida.

*) Promedios con igual letra minúscula, en una misma fuente de nitrógeno, y mayúscula, entre momento de aplicación de diferente fuente, presentan diferencias no significativas entre sí, según la Prueba de Tukey al 5%.

EXPERIMENTO B.**1. Síntomas de toxicidad en *R. Cochinchinensis*.**

A los cinco cinco días, después de la aplicación de los herbicidas haloxyfop-metil y fenoxaprop-etil a 100 g/ha, aparecieron los primeros síntomas de toxicidad en las plantas. Los síntomas fueron iguales para ambos herbicidas; clorosis, hojas violáceas, la parte superior de la hoja se desprendió fácilmente mediante una ligera tracción; toda la planta tomó un color violáceo, necrosamiento de tejidos y finalmente la muerte.

No se observaron efectos por la fuente de nitrógeno, ni por el momento de aplicarlos, sobre la planta de *R. cochinchinensis*.

2. Variables de crecimiento de *R. Cochinchinensis*.

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos. A los 60 días todas las plantas estaban muertas.

DISCUSION**Efectos en el arroz:**

Los primeros síntomas visuales de toxicidad aparecieron a partir del tercer día de la aplicación de los herbicidas; la última hoja desplegada mostró clorosis, corrugamiento, acucharamiento, desprendimiento mediante una ligera tracción y

necrosis. Estos síntomas coinciden con los mencionados por Zúñiga (1984), Soto y Gamboa (1985), Gamboa, Herrera y Soto (1986), Soto, Agüero y Zúñiga (1986), Acuña y Garro (1988), Herrera (1988). Se observó que el herbicida que menos afectó las diferentes variables de crecimiento del arroz fue fenoxaprop-etil cuando se empleó la dosis de 100 g/ha, además de una rápida recuperación del arroz; resultados que concuerdan con Zúñiga (1984), Soto, Agüero y Zúñiga (1986), Snipes y Street (1987), Acuña y Garro (1988), Herrera (1988), quienes concluyeron, en sus trabajos, que el fenoxaprop-etil es más tolerado por el arroz, en épocas tardías, y las dosis más selectivas van de 50 a 125 g/ha.

En general se encontró un efecto positivo, de la segunda fertilización nitrógenada, en el crecimiento y recuperación del arroz; debido por una parte a que es un elemento esencial para su crecimiento, así mismo es de esperar que una planta bien nutrida pueda recuperarse mejor de un período de estrés. Además, se observó que el mejor momento de aplicación de la segunda fertilización nitrogenada varió con la fuente de nitrógeno utilizada; con sulfato de amonio ocurrió una mejor respuesta del arroz, cuando éste se aplicó cinco días antes que los herbicidas; mientras que con urea, hubo una mejor respuesta aplicándola el mismo día o 5 días después que los herbicidas.

Los resultados obtenidos con sulfato de amonio concuerdan con Soto y Gamboa (1985), Gamboa y Herrera (1986) quienes observaron una disminución en la intensidad de los síntomas y una recuperación más rápida, con la aplicación de la segunda fertilización nitro-genada 5 días antes que los herbicidas, aunque al final no hubo correlación entre rendimientos y momento de la segunda fertilización con nitrógeno. Los resultados obtenidos con la urea difieren completamente a lo mencionado para sulfato de amonio; pero guardan similitud con lo encontrado por la compañía Hoechst y Dow Chemical, quienes en el primer caso observaron que la aplicación de urea, desde 2 días antes hasta 3 días después de la aplicación del herbicida fenoxaprop-etil, aumentaba levemente el daño del herbicida al arroz, (Hoechst, s.f); en el segundo caso recomiendan hacer la fertilización nitrogenada inmediatamente después de la aplicación del herbicida haloxifop-metil, (Dow Chemical, s.f.).

Soto y Gamboa (1985), mencionan que el metabolismo del nitrógeno puede estar relacionado con la tolerancia del arroz a los herbicidas fenoxaprop, haloxyfop y fluazifop. Sin embargo el mecanismo de selectividad de los herbicidas antigramíneos, en el cultivo del arroz, aún no es del todo claro. Estudios recientes sugieren que la acetil CoA carboxilasa es el sitio de acción

de estos herbicidas en su forma ácida. Se cree que, las plantas susceptibles tienen una mayor tasa de conversión del herbicida a su forma ácida, además pueden darse diferencias entre especies, en cuanto a la susceptibilidad de esta enzima a los herbicidas. Una posible absorción diferencial es un mecanismo muy importante, en la selectividad de estos productos (Snipes y Street 1987), que debe estudiarse. Más recientemente, Agüero (1991) encontró que las diferencias entre dos especies de *Festuca*, en la tolerancia a haloxifop-metil aplicado a la solución nutritiva, estaba relacionada con una mayor retención del ácido en las raíces de la especie más tolerante, y no tanto con la absorción del mismo.

Combate de *R.Cochinchinensis*.

El combate de esta gramínea, con los herbicidas evaluados, fue eficiente, pues se obtuvo un 100% de plantas muertas. No se observó ningún efecto del nitrógeno sobre esta planta.

Desde el punto de vista práctico, la posibilidad de eliminar esta maleza con herbicidas como el fenoxaprop-etil en dosis bajas sin causar daños significativos al arroz, conlleva a reducción en los costos y menos contaminación ambiental.

La segunda fertilización nitrogenada estimula la recuperación del arroz, y no así la de la maleza, lo que es muy importante para el combate de esta maleza.

CONCLUSIONES

1. El fenoxaprop-etil a 100 g i.a./ha causó los menores daños al arroz; el haloxyfop a las misma dosis fue más fitotóxico. En ambos casos la dosis de 200 g i.a./ha causó daños severos al arroz.
2. La segunda fertilización nitrogenada redujo los síntomas de toxicidad provocados por los herbicidas y disminuyó el tiempo de recuperación del arroz; los menores daños ocurrieron cuando se aplicó urea el mismo día o cinco días después de los herbicidas, y el Sulfato de Amonio cinco días antes de la aplicación del herbicida.
3. Ambos herbicidas eliminaron *Rottboellia cochinchinensis* en un 100%, sin que la segunda fertilización nitrogenada tuviera algún efecto sobre ello.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA, CH., GARRO, A. 1988. Evaluación de herbicidas graminicidas sistémicos en mezclas con preemergentes en el combate de malezas en arroz, Limón, Costa Rica. In resumen de XXIV reunión anual del Programa Cooperativo Centro Americano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. San José, Costa Rica: p.9.
- AGUERO, R. 1991. Some physiological and biochemical aspects of haloxyfop herbicidal activity alone or mixed with dicamba. Thesis Ph.D. Oregon State University. USA. p.3-21.
- DOW CHEMICAL COMPANY. s.f. Herbicida Galant en arroz, Manual técnico: 12 p.
- GAMBOA, C. J.; HERRERA, F.; SOTO, A. 1986. Uso de graminicidas sistémicos en arroz. In Informe anual de labores de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. p. 18-43.
- HERNANDEZ, R., SOTO, A. 1984. Influencia de la humedad del suelo en el crecimiento de *Rottboellia exaltata*. In Informe anual de labores de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. p. 270-272.
- HERRERA, F. 1988 (a). Situación de *Rottboellia cochinchinensis* en Costa Rica. In Seminario Taller de *Rottboellia cochinchinensis* y *Cyperus rotundus*, MIP-CATIE, Honduras: 14 p.
- HERRERA, F. 1988 (b). Uso de graminicidas sistémicos en arroz. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica: 5 p. (mimeo).
- SNIPES, Ch.; STREET, J. E. 1987. Rice (*Oryza sativa*) tolerance to fenoxaprop. Weed Science, 35(1): 401-406.
- SOTO, A; AGÜERO, R.; ZUÑIGA, N. 1986. Tolerancia del arroz al fenoxaprop-etil y fluazifop-butil. Turrialba (C.R) 36(3): 381-388.
- ZUÑIGA, N. 1984. Control químico de zacate indio (*Rottboellia exaltata*) en arroz. In Resúmenes Congreso Agronómico, Costa Rica, 1986. p.110-111.