

Predisposición de *Rottboellia cochinchinensis* al ataque de patógenos nativos en respuesta a factores de estrés

Cristhian Zúñiga*
Vera Sánchez Garita**
Elkin Bustamante**

RESUMEN. Se evaluaron factores de estrés como agentes de predisposición de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* al ataque de los patógenos nativos: *Curvularia* (cepa 2), *Dreschlera* (cepas 130, 105 y 99), *Fusarium* (cepas 127 y 69). En plantas de *R. cochinchinensis*, cultivadas en macetas y mantenidas en invernadero se evaluó el efecto de la sombra (60%), saturación del suelo con agua y se realizaron pruebas con sub-dosis de cinco herbicidas. Se establecieron experimentos en el campo (Guanacaste, Costa Rica) con maíz criollo (*Zea mays*), donde se evaluó el efecto de tres sub-dosis de haloxifop metil, sobre la severidad del ataque de los patógenos *Fusarium* (cepas 127 y 69). En las pruebas realizadas en invernadero se determinó que únicamente el haloxifop metil produjo un efecto de predisposición de las plantas al ataque de los patógenos. El mejor efecto se logró con *Fusarium* (cepas 69 y 127) previamente asperjadas con 2 ml pc/L de haloxifop metil. En condiciones de campo, los mejores resultados se obtuvieron con las mismas cepas pero a una subdosis de 1 ml pc/L (40%) de haloxifop metil. No se observó efecto sobre la formulación de los patógenos, ni de la cobertura (mucuna) sobre la población de la maleza.

Palabras clave: *Rottboellia cochinchinensis*, Control biológico, Malezas, Factores de estrés.

ABSTRACT. Predisposition in response to stress factors of *Rottboellia cochinchinensis* to attack by native pathogens. Stress factors as agents predisposing the weed *R. cochinchinensis* to attack by the native pathogens: *Curvularia* (strain 2), *Dreschlera* (strains 130, 105 and 99), *Fusarium* (strains 127 and 69) were evaluated. The effect of shade (60%), saturation of the soil with water and sub-doses of five herbicides was evaluated on plants of *R. cochinchinensis*, grown in pots and maintained in the greenhouse. Field experiments were established (Guanacaste, Costa Rica) with native maize (*Zea mays*), and the effect of three sub-doses of haloxifop methyl, on the severity of attack by the *Fusarium* (strains 127 and 69) pathogens was evaluated. In the trials performed in the greenhouse it was determined that only haloxifop methyl caused a predisposition effect on the plants to attack by the pathogens. The greatest effect was achieved with *Fusarium* (strains 127 and 69) previously sprayed with 2 ml pc/L of haloxifop methyl. Under field conditions, the best results were obtained with the same strains but a sub-dose of 1 ml pc/L (40%) of haloxifop methyl. There was no effect of the formulation of the pathogens, nor of the cover crop (mucuna) on the weed population.

Key words: *Rottboellia cochinchinensis*, Biological control, Weeds, Stress factors.

Introducción

Las malezas son económicamente plagas muy importantes de los cultivos y para su control se recurre al uso de herbicidas, los cuales representaron aproximadamente el 50% del mercado mundial de plaguicidas en 1990 (World Crop Pesticides Sales Fall 1991). La utilización excesiva de estos productos, principalmente, por los productores agrícolas más tecnificados, han

provocado importantes modificaciones en los agroecosistemas, además de sus efectos contaminantes que incluyen no sólo cambios en la composición florística, sino en la evolución de la resistencia en algunas poblaciones de malezas (Chávez 1996).

A pesar del efecto de los herbicidas en el ambiente, los costos de producción de nuevos herbicidas (Duke *et al.* 1993), las tendencias mundiales en torno a la

Recibido: 15/01/2000. Aprobado: 23/02/2001.

* CATIE. Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: czuniga@catie.ac.cr

** CATIE. Área de Agricultura Tropical. Turrialba, Costa Rica.

producción de alimentos más seguros, se debe considerar que actualmente el control de algunas malezas está basado en el uso de herbicidas. Por lo tanto, es importante investigar otras alternativas de manejo como el control biológico.

La mayoría de los herbicidas por su mecanismo de acción tienen la capacidad de romper las defensas naturales de las plantas, por lo cual se consideran el primer recurso en la búsqueda de factores de estrés que predispongan las malezas al ataque de patógenos nativos, logrando así un efecto sinérgico que pueda causar mayor daño a estas plantas. Algunos herbicidas pueden alterar básicamente los niveles de actividad de la PAL (Phenylalanina Amonio Lyasa) en plantas, dado que esta es una enzima clave del metabolismo secundario de las mismas; su inhibición ha sido sugerida como un objetivo para la acción de herbicidas (Jangaard 1974). Según Lydon y Duke (1993) los herbicidas producen efectos importantes en los niveles de varios compuestos secundarios, estos compuestos pueden influenciar susceptibilidad o resistencia de las plantas lo cual puede ser particularmente cierto en plantas que reciben dosis subletales. Un ejemplo es el glifosato que altera directamente la síntesis de compuestos secundarios al bloquear la vía del Shikimato (Lydon y Duke 1989). De ahí que la combinación de dosis bajas de herbicidas con patógenos haya sido estudiada por Hoagland (1996), el cual determinó que herbicidas tales como acifluorfen y bentazon favorecen la infección de *Aeschynomene virginica* con *Colletotrichum coccooides*, *Sesbania exaltata* con *C. truncatum* y *Desmodium tortuosum* con *Fusarium lateritium*. Estos ejemplos muestran que herbicidas con modos de acción y composición química diferentes pueden actuar sinérgicamente con microorganismos para mejorar el control de las malezas.

Rottboellia cochinchinensis (Lour) W.D. Clayton es una maleza originaria de la India y está asociada a 18 cultivos en 28 países (Holm *et al.* 1991). En Costa Rica se ha determinado que es un problema en muchos cultivos, especialmente en gramíneas. Actualmente, no se cuenta con un control químico que garantice especificidad sobre esta maleza, a pesar de que los productores deben realizar numerosas aplicaciones de herbicidas para disminuir su efecto sobre los cultivos. Por tanto, el uso de patógenos como agentes control biológico de esta maleza surge como una alternativa de manejo que al integrarse a otras tácticas puede brindar alto grado de eficacia sin causar desequilibrios o daños al ambiente.

En investigaciones anteriores se estableció la presencia de patógenos nativos asociados a *R. cochinchinensis* con potencial como agentes de control biológico. Se observó que la severidad de los patógenos no es suficiente para causar la muerte de la planta y la maleza logra recuperarse (Fuentes *et al.* 1993, Zúñiga *et al.* 2000). El objetivo de esta investigación fue identificar factores de estrés que predispongan a *R. cochinchinensis* al ataque de patógenos nativos, previamente seleccionados, para lograr una severidad que cause su muerte.

Materiales y métodos

Localización del trabajo

El trabajo consistió de dos etapas, una inicial en condiciones de invernadero y otra en condiciones de campo. La fase de invernadero se realizó en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ubicado en Turrialba, Costa Rica a 9° 53' N y 83° 38' O, a 602 msnm, con una temperatura promedio anual de 21,7°C y una humedad relativa del 87,8% (CATIE 1995). Los experimentos de campo se realizaron en la Estación Experimental de la Universidad de Costa Rica ubicada en Santa Cruz, Guanacaste, 10° 16' N y 85° 37' O, a 54 msnm, con temperatura promedio de 27,6°C y una precipitación anual promedio de 881,8 mm (UCR 1998)

Evaluación de factores de estrés como agentes de predisposición al ataque de los patógenos nativos.

La evaluación de varios factores de estrés se realizó bajo condiciones controladas. Las plantas de *R. cochinchinensis* se sembraron en macetas de 0,5 kg con suelo esterilizado a 200 °C, por 24 horas. Se usaron plantas de 22 días de germinación, a partir de semilla procedente de Cañas, Guanacaste.

Con el propósito de predisponer la maleza al ataque de los patógenos seleccionados, se evaluaron subdosis de las herbicidas con distintos modos de acción, saturación del suelo con agua y sombra. La saturación con agua se evaluó como una opción para aprovechar las condiciones de inundación temporal en diferentes áreas del país, lo cual produce estrés natural en plantas de caminadora. Este mismo criterio se usó para seleccionar la sombra, debido a que en algunas zonas del país se dan condiciones climáticas de baja luminosidad que pueden favorecer el ataque de patógenos. Para obtener una condición de saturación del suelo con agua, las macetas con las plantas de *R. cochinchinensis* se introdujeron en un recipiente conteniendo agua hasta 2 cm por encima del nivel del suelo.

Para evaluar el efecto de la sombra, las plantas se colocaron bajo una cubierta de sarán, para lograr un 60% de luz con respecto a la luminosidad en el exterior, para el tratamiento sin sombra, las plantas permanecieron sin la cubierta de sarán.

Aplicación de subdosis de herbicidas. Los herbicidas evaluados fueron pendimetalina (Prowl), propanil (Stam-M48), atrazina (Gesaprim), haloxifop metil, mezcla racémica (posee dos isómeros, cada uno aporta el 50% de la concentración) 24 % (Galant), paraquat (Gramoxone) y nicosulfuron (Accent). Se evaluaron subdosis entre 6 y 40 % de la dosis recomendada comercialmente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Dosis subletales de herbicidas evaluados como factores de estrés en plantas de *R. cochinchinensis*, cultivadas en macetas en invernadero.

Producto y dosis recomendada comercialmente	Dosis sub-letal			
	kg ia/ha	L pc/ha	g ia/L	ml pc/L
Stam M4, 3,84 kg. ia/ha (480 g ia /L, 8L p.c./ha)	0,36	0,75	1,80	3,75
	0,39	0,80	1,90	4,00
	0,48	1,00	2,40	5,00
	0,58	1,20	2,90	6,00
	1,00	2,08	5,00	10,40
Galant1, 0,24 kg ia/ha, (240 g ia /L)	1,50	3,12	7,50	15,63
	0,015	0,06	0,072	0,30
	0,019	0,08	0,096	0,40
	0,048	0,20	0,24	1,00
	0,072	0,30	0,36	1,50
Gesaprim, 2 kg ia/ha, (500 g ia /L)	0,096	0,40	0,48	2,00
	0,06	0,25	0,30	1,25
	0,12	0,5	0,60	2,50
	0,30	0,6	1,50	3,00
	0,50	1,00	2,50	5,00
Gramoxone, 0,41 kg/ha, (276 g ia/L)	0,70	1,40	3,50	7,00
	0,01	0,05	0,05	0,25
	0,015	0,075	0,075	0,375
	0,50	1,00	2,50	5,00
	0,25	0,50	1,25	2,50
Prowl, 1 kg ia/ha, (500 g ia/L)	0,125	0,25	0,625	1,25
	0,0625	0,125	0,3125	0,625

1 = mezcla racémica 24% kg, ia = ingrediente activo, pc = producto comercial

Se realizó una calibración exacta de cada subdosis de herbicida. Se usó un aspersor a presión constante (bomba de CO₂) con una boquilla 8002 en 30 segundos, para una aplicación de 200 L de mezcla/ha. Las aspersiones de herbicidas se realizaron 24 horas antes de inoculación con los patógenos.

Inoculación de patógenos. Se evaluaron cinco cepas previamente seleccionadas por su alta severidad: *Curvularia* (cepa 2), *Dreschlera* (cepa 130, 105, 99

Fusarium (cepa 127 y 69). Las plántulas se inocularon con una suspensión 1x10⁷ estructuras reproductivas/ml. La inoculación con los patógenos se realizó 24 h después de la aplicación de las subdosis de herbicidas (Cuadro 1). Después de la inoculación con los patógenos, las plantas se expusieron a condiciones de riego durante 12 h para mantener la humedad en la filósfera, favoreciendo el proceso de infección.

En todos los experimentos, la severidad de la enfermedad se evaluó cada 4 días, como porcentaje de área foliar afectada, de acuerdo a la siguiente escala: 0 = sana, 1 = 1 - 15% de área afectada, 2 = 15 - 50% de área afectada, 3 = más del 50% de área afectada y 4 = planta muerta. Se realizaron análisis de varianza de los datos, regresiones y los datos se agruparon según Tukey al 5%.

Evaluación de patógenos nativos y subdosis de herbicida en condiciones campo.

Con base en los resultados obtenidos en las evaluaciones en invernadero, se establecieron tres experimentos en condiciones de campo en Guanacaste, Costa Rica. Se sembraron parcelas con maíz local (criollo) en áreas con alta infestación de *R. cochinchinensis* y se estableció cobertura viva con mucuna (*Stizolobium deeringianum*, *Mucuna deeringiana*). Esta cobertura se seleccionó porque en investigaciones anteriores se había determinado su potencial como alternativa de manejo de esta maleza (Merayo *et al.* 1999). De acuerdo al diseño, la cobertura se sembró en la mitad del área. Se inocularon los patógenos nativos *Fusarium* (cepas 69 y 127) y la mezcla de las mismas 24 h después de la aspersión con el herbicida. En el primer experimento se evaluó la mejor dosis de haloxifop metil obtenida en las pruebas de invernadero (2 ml pc/L) y en los siguientes dos las sub-dosis menores: 1; 1,5 y 2 ml /L (Cuadro 2).

Cuadro 2. Subdosis de haloxifop metil (Galant 1) evaluadas en plantas de *R. cochinchinensis* en condiciones de campo.

Subdosis	kg ia/ha	g ia /L	L pc /ha	ml pc /L
1	0,048	0,24	0,2	1,0
2	0,072	0,36	0,3	1,5
3	0,096	0,48	0,4	2,0*

1 = mezcla racémica 24 %

kg ia = ingrediente activo, pc = producto comercial

* Mejor dosis en macetas bajo techo

El maíz y la mucuna se sembraron simultáneamente. Los patógenos se aplicaron en agua, a una concentración de 10⁵ estructuras reproductivas o formu-

lados. Como formulación se evaluó un proporción de 1:9 de aceite de girasol y la suspensión de esporas en agua, más el dispersante "tween" 40 (0,1%).

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, donde la parcelas grande fue la cobertura y la subparcela el herbicida. Dentro de las subparcelas se ubicaron parcelas pequeñas con los patógenos en arreglo factorial de 3 (dos patógenos y su mezcla) x2 (formulados o sin formular). En todos los experimentos, la severidad de la enfermedad se evaluó cada dos semanas, como porcentaje de área foliar afectada, de acuerdo a la escala ya descrita. Se realizaron análisis de varianza de los datos, regresiones y separación de medias mediante Tukey al 5%.

Resultados y discusión

Evaluación de factores de estrés como agentes de predisposición al ataque de patógenos nativos.

Subdosis de herbicidas. El haloxifop metil, fue el único herbicida que produjo predisposición de la maleza. Dado que los herbicidas evaluados tienen diferentes mecanismos de acción, estos resultados no explican porque no se observó efecto sinérgico con los patógenos; sin embargo, en términos generales se pudo concluir que la mayoría de los herbicidas no lograron romper los mecanismos de defensa de la maleza y debilitarla, pero sin causar su muerte. Por ejemplo, en los experimentos con paraquat (Gramoxone), herbicida de contacto con acción quemante, se observó que el daño de las plantas se debió únicamente al herbicida. No obstante, este herbicida, a dosis bajas, no dañó severamente la planta (2,5 en la escala), no se determinaron diferencias significativas entre el efecto del herbicida y el efecto de su combinación con los patógenos (Fig. 1).

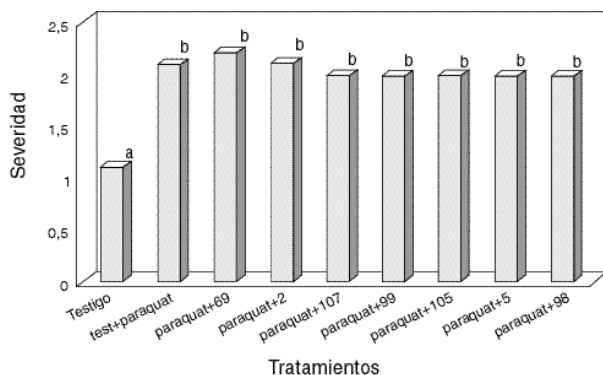


Figura 1. Efecto de paraquat, en dosis de 0,37 ml pc/L, sobre la severidad de la enfermedad causada por los patógenos nativos, en plantas de *R. cochinchinensis*.

Efecto de haloxifop metil. Inicialmente se realizaron pruebas con haloxifop metil en tres dosis 0,3, 0,4 y 2 ml pc/L (Cuadro 1). Las dos dosis menores presentaron un efecto muy lento y el daño causado a la planta no fue suficiente para debilitarla y favorecer el ataque de los patógenos. Mientras que la dosis más alta, (2 ml pc/L) no obstante a que causó mayor daño a las plantas, su interacción con los patógenos no fue significativa, por lo que se consideró que el efecto en la planta se debió principalmente al herbicida (Fig. 2). Este tratamiento aunque favoreció el crecimiento micelial de *Fusarium* sp. (cepas 69 y 127), observándose signos del patógeno, principalmente, en zonas de crecimiento activo de la maleza, tales como los entrenudos no fue estadísticamente diferente ($P > 0,05$). Esta observación es importante pues el modo de acción del haloxifop metil es la inhibición de la síntesis de ácidos grasos a nivel de la membrana celular, principalmente en puntos de crecimiento de la maleza, lo que puede ser aprovechado por *Fusarium* sp. Por tanto, este resultado hace suponer que el herbicida favoreció el desarrollo de estos patógenos.

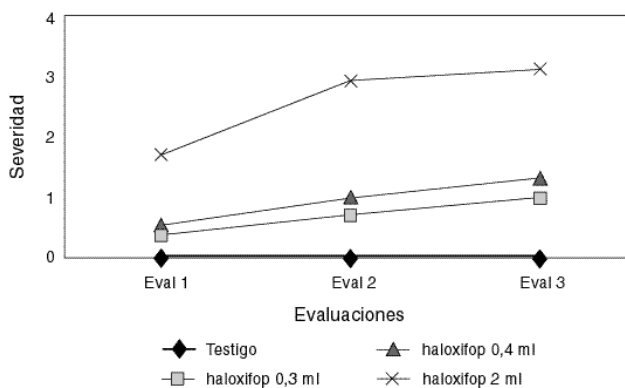


Figura 2. Curvas de severidad causadas por haloxifop metil en dosis de 0,3 ml pc/L, 0,4 ml pc/L y 2 ml pc/L, respectivamente, en plantas de *R. cochinchinensis*.

Con base en los resultados anteriores se realizaron pruebas con dos dosis intermedias de haloxifop metil: 1 y 1,5 ml pc/L. La dosis de 1 ml pc/L, presentó los mejores resultados y un efecto sinérgico con los patógenos. Se observó que al aplicar esta subdosis de herbicida, en plantas cultivadas en invernadero, éstas no perdían más de un 20 % de su peso, mientras que al aplicar el herbicida en combinación con los patógenos *Fusarium* (cepas 69 y 127), había un aumento en los niveles de severidad siendo superiores a los presentados por los patógenos y el herbicida aplicado individualmente (Fig. 3).

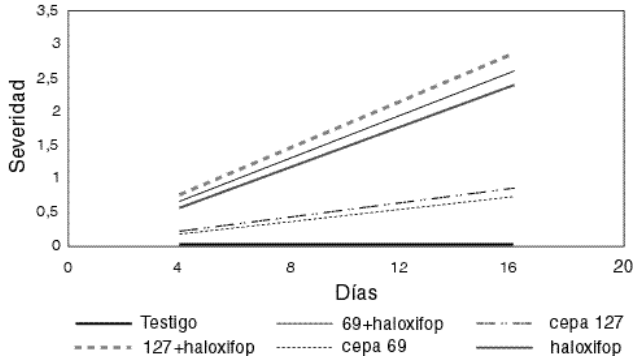


Figura 3. Efecto de *Fusarium* (cepa 127) y *Dreschlera* (cepa 69), solos y aplicados después de haloxifop metil 1 ml Pc /L (0,048 kg ia/ha)

Efecto de otros factores de estrés.

Efecto de la sombra. Los patógenos *Dreschlera* sp. (cepa 130) y *Fusarium* sp. (cepa 127), presentaron un aumento significativo de severidad bajo condiciones de 60 % de sombra (Fig. 4). El patógeno que presentó el mayor nivel de severidad fue *Fusarium* sp. (cepa 127) que alcanzó 3,5 en la escala, que indica que las plantas tuvieron más del 50 % del área foliar afectada, Sin embargo, la diferencia se mantuvo únicamente hasta los 12 días; posteriormente, las plantas iniciaron un proceso de recuperación. Esta disminución puede indicar el momento oportuno para realizar una segunda aplicación con el propósito de lograr nuevas infecciones y causar un daño completo a la planta.

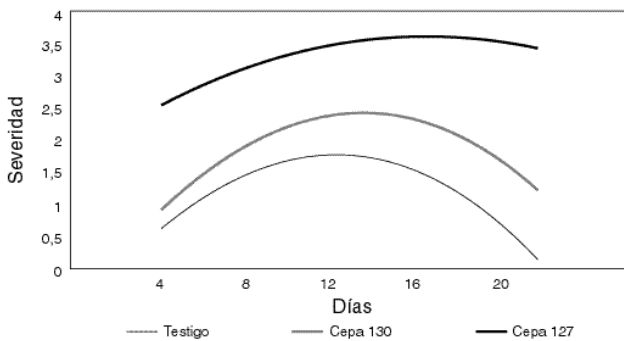


Figura 4. Efecto de la sombra (60%) en plantas de *R. cochinchinensis* inoculadas con *Fusarium* (cepa 127) y *Dreschlera* (cepa 130)

Saturación de humedad del suelo. No obstante, a que las semillas de *R. cochinchinensis* son muy susceptibles a condiciones de inundación, no se observó un aumento de severidad de los patógenos que fueron inoculados en plantas bajo saturación de agua en el suelo, excepto con *Fusarium* (cepa 69), que alcanzó el valor de 2,6 en la escala de severidad; sin embargo, esta di-

ferencia no fue significativa con respecto al testigo y disminuyó a partir de los 12 días (Fig. 5). Estos resultados indican que el estrés provocado por la saturación del suelo, aunque afecta el desarrollo de la planta no la debilita lo suficiente para que los patógenos logren provocar su muerte.

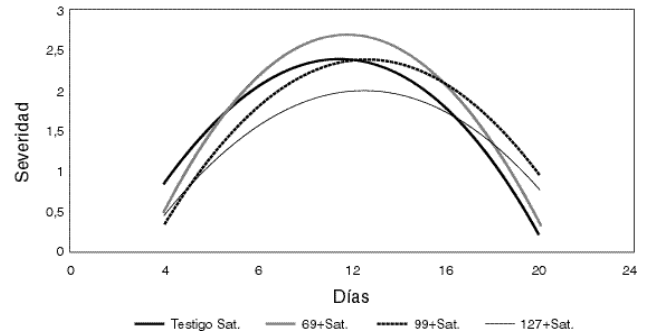


Figura 5. Efecto de *Fusarium* (cepas 69 y 127) y *Dreschlera* (cepa 99) en plantas de *R. cochinchinensis* condiciones de saturación del suelo.

Efecto de sombra y saturación del suelo. La inoculación de los patógenos en plantas de la maleza, cultivadas bajo condiciones de 60% de sombra y con saturación de agua en el suelo, presentaron un aumento de la severidad; no obstante, los efectos no fueron significativos, por lo que se considera que los factores de estrés no favorecieron el ataque de los patógenos.

Efecto de la sombra en combinación con subdosis de herbicida. En los tratamientos con haloxifop metil (1 ml pc/L) tanto con 60% de sombra como sin ella se determinaron diferencias, pues el tratamiento donde sólo se aplicó el herbicida o los hongos, no supera valores de 1,6 en la escala (Fig. 6). Por el contrario, en aquellos donde se combinó el efecto del herbicida con el efecto de *Fusarium* (cepas 69 y 127) se logró un in-

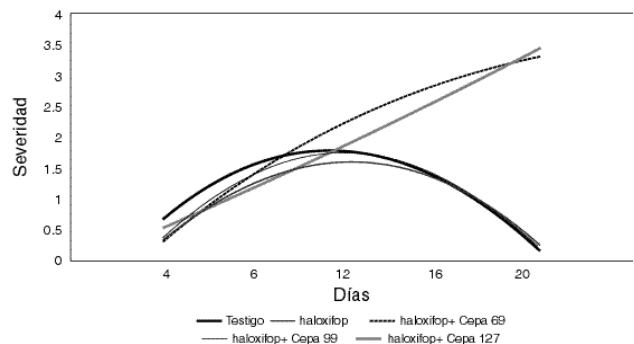


Figura 6. Efecto de la sombra (60%) y haloxifop metil 1 ml pc/L (0,048 kg ia/ha) en plantas de *R. cochinchinensis*, inoculadas con *Fusarium* (cepas 69 y 127) y *Dreschlera* (cepa 99).

cremento en el índice de severidad, lo cual sugiere un efecto sinérgico (Fig. 6). El mejor tratamiento fue *Fusarium* (cepa 127) con un aumento de la severidad a través del tiempo. La cepa 69 de este mismo patógeno, también presentó una severidad alta (3,4 en la escala), pero con una leve tendencia a disminuir a los 20 días después de la inoculación del patógeno, en este caso sería importante considerar una segunda aplicación del patógeno con el objetivo de asegurar la muerte de la planta (Fig. 6).

Efecto de la combinación de sombra, saturación del suelo y subdosis del herbicida. En las pruebas con los tres factores de estrés se determinó que el testigo absoluto con saturación de humedad mostró menor área afectada que el testigo con herbicida en esa misma condición. Ambos disminuyen la severidad hasta alcanzar un valor menor de 0,5 en la escala (Fig. 7). El haloxifop metil en condiciones de poca luminosidad posiblemente se transloca más lentamente, por lo cual su efecto es menor sobre la severidad, lo que indica que la planta sobrepasó cualquier efecto contrario a su crecimiento y continuó con su ciclo de vida. *Fusarium* (cepa 127) y *Dreschlera* (cepa 130) a un 60 % de sombra, con saturación del suelo y la subdosis de herbicida (0,048 kg ia/ha), interactuaron en forma positiva, induciendo la muerte de la planta

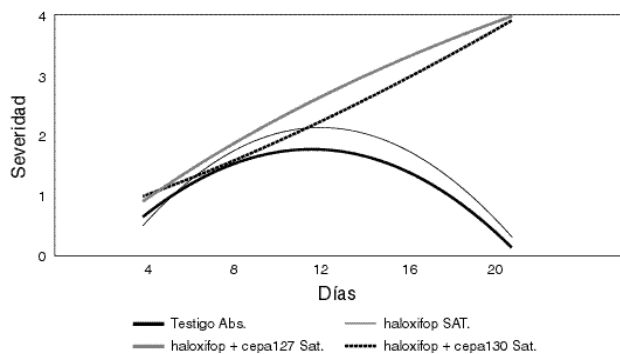


Figura 7. Efecto de la sombra (60%), saturación del suelo y haloxifop metil 1 ml pc/L (0,048 Kg ia/ha) en plantas de *R. cochinchinensis* inoculadas con *Fusarium* (cepa 127) y *Dreschlera* (cepa 130).

El mejor tratamiento fue *Fusarium* (cepa 127) que provocó la muerte de las plantas a partir de la quinta evaluación, según el análisis de regresión (Fig. 7).

Evaluación de patógenos nativos y subdosis de herbicida en condiciones campo.

Efecto de la cobertura con mucuna. Las poblaciones de *R. cochinchinensis* no se afectaron por la presencia de la cobertura viva de mucuna. Sin embargo, se considera que el período de evaluación fue muy corto pa-

ra observar el control de esta cobertura sobre la maleza (Merayo *et al.* 1999). Por tanto, se debe sembrar la cobertura mucho antes que el cultivo, para que esta tenga mayor oportunidad de establecerse y cubrir el suelo antes que la maleza y de esta forma lograr alguna interacción entre los patógenos, el herbicida y las malezas en las plantas de *R. cochinchinensis* que superen la cobertura.

Efecto de la formulación sobre la severidad de los patógenos nativos.

No se observó ninguna diferencia cuando los patógenos se aplicaron en aguas y formulados con aceite de girasol. Por lo tanto, se considera necesario probar otras formulaciones.

Efecto de haloxifop metil.

El tratamiento con 1,5 ml pc/L (0,072 kg ia/ ha) no obstante a que produjo un daño alto (2,5 en la escala), este tuvo un efecto mayor cuando se combinó con los patógenos. *Fusarium* (cepa 127) mostró una leve diferencia con respecto a la cepa 69 de ese mismo patógeno (Fig. 8).

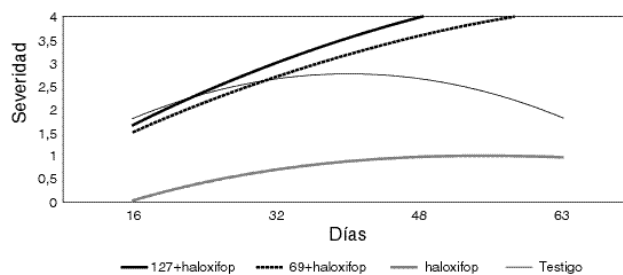


Figura 8. Efecto de *Fusarium* (cepas 69, 127) en combinación con haloxifop metil 1,5 ml /L(0,072 kg ia/ha), en plantas de *R. cochinchinensis*.

De acuerdo a los resultados anteriores, se evaluó el efecto de una dosis más baja 1 ml pc/L (0,048 Kg ia/ ha) con las mismas cepas evaluadas anteriormente. Se observaron diferencias significativas en los tratamientos que incluyeron la subdosis de herbicida y los dos patógenos, donde se alcanzó la máxima severidad (4 = muerte de la planta) (Fig. 9). También se observó como el tratamiento únicamente con herbicida presentó un nivel de daño muy bajo, (1 = 1-15% de área afectada).

No obstante, se observaron diferencias significativas en el efecto de las dos subdosis más bajas de haloxifop metil y los patógenos a través del tiempo. (Figs. 8 y 9). Se considera que bajo las condiciones del experimento la mejor subdosis fue 1 ml/L (0,048 kg ia/ ha,).

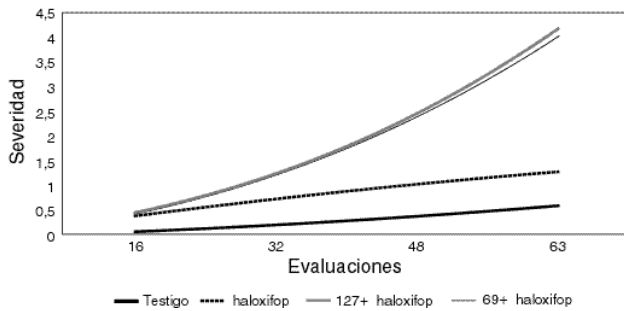


Figura 9. Efecto de *Fusarium* (cepas 69,127) en combinación con haloxifop metil (0,048 kg ia/ha, 1 ml Pc/l), en plantas de *R. cochinchinensis*.

La sombra y la saturación de humedad del suelo no presentan una alternativa para incrementar la severidad de los patógenos.

El factor de estrés que logró mayor predisposición de *R. cochinchinensis* a los patógenos fue el herbicida haloxifop metil, posiblemente a causa de su modo de acción. La subdosis que presentó mejor efecto en invernadero fue 2 ml pc/L (0096 kg ia /ha) el doble de la que logró el mejor efecto en condiciones de campo (1 ml pc/L o 0,048 Kg ia /ha). Por lo tanto, se puede suponer que la dosis subletal pueda va-

Literatura citada

- CATIE. Programa de manejo integrado de recursos naturales. 1995. Resumen acumulado de datos meteorológicos hasta 1995. Estación CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Chávez, L. 1996. *Echinochloa colona* Link en arroz de secano: longevidad de la semilla en el suelo e integración de tácticas para su combate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Duke, SO; Menn, JJ; Plimmer, JR. 1993. Challenges of pest control with enhanced toxicological and environmental safety: An overview. In Pest Control with Enhanced Environmental Safety. Duke, SO; Menn, JJ; Plimer, JR. Eds. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. No 524. ACS Books, Washington, D.C. p.1-13
- Fuentes, G; Sánchez, V; Bustamante, E. 1993. Aislamiento e identificación de patógenos que afectan a *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton en Costa Rica. Resumen Semana Científica CATIE. p.129-130.
- Hoagland, RE. 1996. Chemical interaction with bioherbicides to improve efficacy. *Weed Technology* 10:651-674
- Holm, L; Herberger, J; Plucknett, D; Pancho, J. 1991. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Krieger Publishing Company Malabar, Florida. 139-144.
- Jaangard, NO. 1974. The effect of herbicides, plant growth regulators and other compounds on phenyllalanine ammonia lyase activity. *Phytochemistry* 13:1769-1775.
- Lydon, J; Duke, O. 1989. Pesticide effects on secondary metabolism on higher plants. *Pesticide Science* 25: 361-373.
- Lydon, J; Duke, O. 1993. The role of pesticides on host allelopathy and their effects on allelopathic compounds. In Altam Ed. Pesticide Interaction in crop production. Beneficial and Deleterious Effects. Florida, CRC. p. 37-56
- Merayo, A; Fonseca, JF; Valverde, BE. 1999. Avances en el manejo de *Rottboellia cochinchinensis* en maíz. In Control biológico de *Rottboellia cochinchinensis*. Sánchez Garita, V. Ed. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 218 p
- Universidad de Costa Rica. 1998. Datos climatológicos registrados en la Estación Experimental de la Universidad en Santa Cruz, Guanacaste.
- World pesticide sales fall in 1990. Says IVA. *Asgrow World Crop Protection News* 135:18
- Zúñiga, C; Sánchez, V; Bustamante, E. 2000. Selección de patógenos nativos de Costa Rica para el control biológico de *Rottboellia cochinchinensis*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 57:49-53.

riar dependiendo de las condiciones de clima donde se aplique.

Tanto en invernadero como en condiciones de campo los patógenos nativos más virulentos fueron *Fusarium* spp. (cepas 69 y 127). No obstante, es necesario probar otras formulaciones y evaluar la estabilidad de la virulencia de estos patógenos a través del tiempo.

Los resultados de esta investigación aunque muy satisfactorios, de acuerdo a los objetivos propuestos por el Proyecto del DFID No. 2º0062, necesitan una etapa de validación en diferentes áreas y a través del tiempo.

Agradecimiento

Se le agradece al Departamento de Desarrollo Internacional (DFID) del Reino Unido, en beneficio de los países en vías de desarrollo, por el financiamiento del proyecto, ZA0052: The development of an integrated management strategy for *Rottboellia cochinchinensis* (itchgrass) in maize-based cropping systems in selected areas of Latin America, producto del cual se lograron los resultados incluidos en esta publicación. Las opiniones manifestadas no son necesariamente del DFID.