



Boletín # 2 - Fecha: 13-11-2018

## **Resistencia del Invasor (*Rottboellia cochinchinensis*) [Lour.] Clayton a herbicidas graminicidas inhibidores de la acetil coenzima-A-carboxilasa (ACCasa) en Costa Rica.**

Franklin Herrera Murillo<sup>1</sup>

### **Introducción**

El Invasor es una importante maleza anual que pertenece a la familia Poaceae, conocida también con otros nombres como Zacate de fuego, Caminadora y Tuquito. Tiene su origen en India, pero fue introducida a América hace muchos años y se convirtió en una maleza perjudicial en varios cultivos, especialmente en granos básicos ubicados en las zonas tropicales de América. También ha invadido otros cultivos como caña de azúcar y piña. Además, es una maleza cuarentenaria en los Estados Unidos, país al que se exporta piña en corona, y si se detectan semillas de esta maleza en los embarques, pueden ser eliminados, con las consecuentes pérdidas económicas para el productor y el país. Para su combate se han empleado con éxito herbicidas graminicidas posemergentes del grupo de los inhibidores de la enzima acetil coenzima A carboxilasa (Cuadro 1), que son selectivos a los cultivos de hoja ancha. Sin embargo, en los últimos años se han reportado casos en Ecuador y Bolivia donde el Invasor no es controlado por algunos de estos herbicidas, especialmente en cultivos de soya y frijol.

### **¿Por qué ocurre la resistencia y que implicaciones tiene esta problemática?**

La resistencia se define como la capacidad hereditaria de individuos de una población de malezas de sobrevivir a un herbicida que bajo condiciones normales controla la población de esa maleza (definición oficial de la HRAC, WSSA). Debe cumplir entonces con el requisito de ser heredable a su descendencia, de lo contrario podríamos estar ante fallas de control por escapes o malas aplicaciones de los herbicidas.

Normalmente las malezas se presentan en poblaciones relativamente grandes, donde de manera natural puede existir una o muy pocas plantas que, por alguna característica propia, como una mutación, por ejemplo, no son afectadas por un herbicida que sí elimina a las demás plantas de esa especie. Ocurre entonces que la planta sobreviviente produce semilla y éstas mantienen esa misma capacidad de sobrevivir al herbicida, de manera que se forman parches con esas malezas resistentes. Si ese herbicida se sigue utilizando por mucho tiempo, la población de las plantas sobrevivientes irá aumentando, el herbicida al

<sup>1</sup> Programa Malezas, Estación Agrícola Fabio Baudrit M., Universidad de Costa Rica. Información obtenida en el Proyecto 736-B6-088 " Estudio y manejo de la resistencia de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) a herbicidas inhibidores de la ACCasa en Costa Rica". EEAFCM, UCR.





cual se desarrolló la resistencia ya no va a funcionar, aunque aumente la dosis, y la maleza afectará el cultivo.

### **El primer caso reportado de resistencia del Invasor al fluazifop-p-butil en Costa Rica.**

En el 2012 los Ingenieros Néstor Chaves y Juan Carlos Hernández recibieron información por parte de un productor de frijol de la localidad de Villa Hermosa de San José de Upala, que el herbicida Fusilade (fluazifop-p-butil) ya no controlaba tan bien el Invasor como en años anteriores. Ellos trajeron semilla de esas plantas al Programa de Malezas de la Universidad de Costa Rica, donde se corrieron pruebas preliminares que hicieron sospechar posible resistencia.

En los siguientes años, personal del Programa de Malezas de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, con apoyo financiero de la Vicerrectoría de Investigación, realizaron varios trabajos en la zona para darle seguimiento a este problema. Se aplicaron parcelas con diferentes dosis de este herbicida en campo y se recolectó semilla de plantas sobrevivientes y se corrieron pruebas para verificar la resistencia, confirmándose que esta población era resistente hasta ocho veces la dosis comercial del herbicida. Cabe indicar que también se encontró otro morfotipo de Invasor en la zona, pero que fue menos común y que se caracteriza por ser más alto, tener tallo rojizo y muchas raíces aéreas en el tercio inferior del tallo. Este morfotipo también presentó plantas resistentes a fluazifop.

### **Resistencia cruzada de Invasor a otros herbicidas gramínicos inhibidores de la ACCasa en Costa Rica.**

Debido a que en la zona donde apareció este problema de resistencia se hace rotación de frijol con arroz, cultivo en el cual se utiliza el cyhalofop (Clincher) por ser selectivo al arroz y tener buen efecto sobre zacates, se decidió correr pruebas para ver si había resistencia cruzada a éste y otros herbicidas de este grupo. Se verificó que también esta población de Invasor era resistente al cyhalofop butil, y de igual forma resistente al quizalofop, un herbicida utilizado en piña para el control del Invasor. Todos los herbicidas anteriores pertenecen al grupo denominado “fops” cuyo mecanismo de acción es inhibir la enzima ACCasa.

Sin embargo, las primeras pruebas mostraron que esta población era susceptible al cletodim del grupo “dims”, un herbicida con el mismo mecanismo de acción, no siendo común que ocurra esto en herbicidas con el mismo mecanismo de acción. Sin embargo, en estudios moleculares que se hicieron con estas poblaciones se encontró que estas plantas tenían una mutación conocida como **Trp-2027-Cys** asociada con la resistencia a los herbicidas “fops”, pero que no afecta la eficacia de los herbicidas “dims” al cual pertenece el cletodim. No obstante, para el año 2015, se detectó en la zona fronteriza, cerca de la misma localidad de Villa Hermosa, plantas de Invasor que soportaba hasta dos y tres veces





la dosis comercial de cletodim, pudiendo recuperarse y producir semillas. Se hicieron estudios moleculares en esta nueva población y se detectó otra mutación diferente asociada a la resistencia al cletodim, denominada **Gly 2096 A**.

### ¿Qué hacer ante esta situación en la zona donde está el problema de resistencia?

1. En las áreas afectadas donde hay poblaciones con resistencia no aplicar los herbicidas a los cuales se detectó resistencia.
2. Evitar que las plantas resistentes de Invasor produzcan semilla, para ello se pueden hacer chapeas de las plantas que sobrevivan antes de que produzcan semillas, o en barbecho, aplicarles algún herbicida no selectivo, tipo glifosato, paraquat o glufosinato de amonio.
3. Evitar la dispersión de semillas de Invasor resistente a otras áreas. Es preferible sembrar esas áreas afectadas en cero o mínima labranza, para favorecer que las semillas germinen y luego eliminarlas. Evite la preparación convencional del suelo con maquinaria y sobre todo evite llevar esta maquinaria con suelo y semillas de Invasor a otras áreas libres del problema.
4. Trate de ubicar las áreas en las cuales están los parches, ponga especial atención para controlar esos parches con otras estrategias, como deshieras, aplicación dirigida de herbicidas no selectivos y otras.
5. Hasta donde sea posible haga rotación de cultivos que utilicen herbicidas con diferentes mecanismos de acción.
6. En la búsqueda de otras herbicidas que controlen Invasor resistente a herbicidas inhibidores de la ACCasa, se encontró que la pendimetalina (Prowl) en dosis de 1,5 a 2, 5 kg/ha controla muy bien tanto el Invasor susceptible como el resistente a herbicidas inhibidores de la ACCasa. Este herbicida se puede utilizar en preemergencia en frijol, maíz y arroz. Se debe tener el cuidado que la semilla del cultivo, especialmente el arroz y el maíz queden bien tapadas con el suelo. Otras posibilidades son el bispiribac sodio en posemergencia en arroz, con Invasor pequeño de 1 a 3 hojas. En maíz, el nicosulfuron (Accent) en dosis de 75 g/ha en posemergencia temprana, con el invasor en estado de 2 a 3 hojas.

En términos generales, si utiliza herbicidas en sus cultivos evite hacer un uso excesivo de los mismos, trate de alternar herbicidas con diferente mecanismo de acción, utilice mezclas, complemente con deshieras o control mecánico si es necesario, practique la rotación de cultivos, recorra los cultivos en los siguientes días después de aplicados los herbicidas y esté atento a la presencia de parches de malezas que no son controladas; si los hay, evite que estos produzcan semilla en su campo, pues pueden ser casos incipientes de resistencia.





En el mercado hay muchos herbicidas con diferentes nombres comerciales, lea e infórmese cuál es el ingrediente activo y su mecanismo de acción, para evitar estar aplicando lo mismo.

**Cuadro 1. Herbicidas inhibidores de la ACCasa registrados en Costa Rica\***

Ingrediente activo	Nombres comerciales	Mecanismo de acción	Cultivo en que se utiliza
1. Fluazifop-p-butil	Fusilade 12.5 EC Flop 12.5 EC. Fantasma 12.5 EC Trabuco 12.5 EC Flop Duo 37.5 SL (con fomesafen) Metralla 12.5 EC Votaled 12.5 EC Yerbalade y Frijolade (de venta en Nicaragua)	Inhibidor de la ACCasa "Fops"	Frijol y otros cultivos de hoja ancha.
2. Proaquizafoxop	Agil 10 EC	Inhibidor de la ACCasa "Fops"	Frijol y otros cultivos de hoja ancha.
3. Haloxifop metil	Galant 12 EC y 24 EC Verdict 12 EC	Inhibidor de la ACCasa "Fops"	Frijol y otros cultivos de hoja ancha.
4. Fenoxoprop-etil	Furore 4.5 EC Fenoxaprop-p-etil 4.5 EC Mapcid 14.5 EC Mentor 4.5 EC Ricestar 6.9 EC Starice 6.9 EC	Inhibidor de la ACCasa "Fops"	Frijol y otros cultivos de hoja ancha. Arroz
5. Cyhalofop-butil	Clincher 18 EC Claron 18 EC Antares 18 EC	Inhibidor de la ACCasa "Fops"	Arroz
6. Quizalofop-etil	Leopard 1.8 EC y 10 EC Mostar 10.8 EC Bioquim Star 11 EC Sonic 9.9 EC	Inhibidor de la ACCasa "Fops"	Piña
7. Cletodim	Select 12 EC y 24 EC Cletozell 12 EC Arrow 12 EC Cletogram 12 EC	Inhibidor de la ACCasa "dims"	Frijol, cebolla, papa, zanahoria y otros
8. Profoxidim	Aura 20 EC	Inhibidor de la ACCasa "dims"	Arroz
9. Setoxidim	Nabu-S 12.5 EC	Inhibidor de la ACCasa "dims"	Frijol, arroz

\*nombres comerciales con registros activos según Servicio Fitosanitario del Estado, a agosto de 2018.





Cuadro 2. Otros herbicidas que dieron buenos resultados para el control de Invasor con resistencia a inhibidores de la ACCasa.

Ingrediente activo	Nombres comerciales	Mecanismo de acción	Cultivo en que se utiliza
1. Pendimetalina	Prowl 50 EC Prowl 45.5 SC Bioquim Toro 50 EC Crystal Pendi 40 EC Foragro Pendimetalina 50 EC Garra 33 EC y 40 EC Garrolite 50 EC Gramilaq 40 EC y 50 EC Herbreh 50 EC Pendimetalina 50 EC Pentagon 50 EC Pentasol 50 EC Satellite 45,6 CS Satellite Plus 43,6 CS (este contiene clomazona)	Inhibe la formación de microtúbulos afectando división celular	En preemergencia en frijol, arroz, maíz, soya, maní y otros
2. Bispiribac sodio	Nominee 40 SC Designee 40 SC Bispiribac sodio 40 SC Click 40 WP Bispinee 40 WP Bispizell 40 WP Ectran 40 SC	Inhibe la enzima ALS	Arroz en posemergencia En el Pacífico Central de CR hay poblaciones de <i>Ischaemun rugosum</i> (Manchado) con resistencia a este herbicida.
3. Nicosulfuron	Sanson 4 SC Troyano 75 WG	Inhibe la enzima ALS	Maíz en posemergencia





Fotografía 1. Plantas resistentes de Invasor (*Rottboellia conchinchinensis*) con distribución en parches, que sobrevivieron después de una aplicación de fluazifop-p-butyl (Fusilade) al doble de la dosis comercial recomendada, en la localidad de Villa Hermosa de Pueblo Nuevo de Upala. Cerca de ellas se pueden observar plantas de la misma especie que murieron con la aplicación del herbicida, siendo en este caso susceptibles.





Fotografía 2. En la parte superior y de izquierda a derecha: plantas de Invasor, testigo y tratadas con cyhalofop butil equivalente a 270, 540, 1080, 2160 y 4320 g/ha. Obsérvese que todas sobrevivieron aún a una dosis 24 veces mayor que la dosis comercial recomendada. Estas plantas procedían de plantas que sobrevivieron en el campo a 8 veces la dosis comercial de fluazifop.

En la parte inferior y de izquierda a derecha corresponde a plantas de una población de Invasor susceptible a fluazifop, en este caso, testigo y las mismas dosis de cyhalofop butil. Obsérvese que ya con la dosis comercial las plantas murieron.



Información detallada de las investigaciones realizadas se pueden encontrar en los siguientes documentos:

Barrantes-Santamaría, W.; Castillo-Matamoros, R.; Herrera-Murillo, F.; Brenes-Angulo A. and Gómez-Alpizar, L. 2018. Detection of the Trp-2027-Cys Mutation in Fluazifop-P-butyl-resistant Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) using High-Resolution Melting Analysis (HRMA). Weed Science, Volume 66, Issue 3, may 2018. Pp.286-292.

Castillo Matamoros, R. Brenes Angulo, A.; Herrera Murillo, F.; Gómez Alpizar, L. 2016. Molecular basis for resistance to fluazifop-p-butyl in itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) from Costa Rica. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 34, n. 1, p. 143-150.

Castillo, L. M. 2017. Evaluación de la adaptabilidad al medio de dos poblaciones de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton con biotipos resistentes al herbicida fluazifop-p-butyl. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 72 p.

Duarte, C.N. 2015. Resistencia del biotipo RCCR 1 de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) a herbicidas inhibidores de la acetil coenzima A - carboxilasa (ACCasa). Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 40 p.

Herrera, M.F.; Gómez, G.R.; Rodríguez, AM. Barrantes, S.W. 2018. Estudio y manejo de la resistencia de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) a herbicidas inhibidores de la ACCasa en Costa Rica. Informe final del proyecto 736-B6-088. Disponible en el Programa de Malezas de la EEAFBM ([franklin.herrera@ucr.ac.cr](mailto:franklin.herrera@ucr.ac.cr)).

Herrera, M.F.; Gómez, G.R.; Rodríguez, AM. 2016. Detección de resistencia a diferentes familias químicas de herbicidas en poblaciones de malezas y propuestas para su manejo. Informe final del proyecto 796-B2-069. Disponible en el Programa de Malezas de la EEAFBM ([franklin.herrera@ucr.ac.cr](mailto:franklin.herrera@ucr.ac.cr)).

Potoy, S.K. 2016. Evaluación de alternativas para manejo de biotipos de *Rottboellia cochinchinensis* con resistencia a inhibidores de la acetil coenzima A - carboxilasa (ACCasa). Práctica profesional para optar al título de bachiller en Ingeniería Agronómica. Universidad Estatal a Distancia.





# PITTA Frijol - Boletín Informativo

