



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



EVALUACIÓN DEL CONTROL QUÍMICO DE DOS ACCESIONES DE
Echinochloa colona (L.) Link **CON LA MEZCLA DE LOS HERBICIDAS**
cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio

Br. Luis Chaviedo
Tutor: Profa. Aida Ortiz

Maracay, Junio de 2016



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**



**EVALUACIÓN DEL CONTROL QUÍMICO DE DOS ACCESIONES DE
Echinochloa colona (L.) Link CON LA MEZCLA DE LOS HERBICIDAS
cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio**

Trabajo presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo mención Ingeniería Agrícola que otorga la Universidad Central de Venezuela

**Br. Luis Chaviedo
Tutor: Profa. Aida Ortiz**

Maracay, Junio de 2016

Nosotros los abajo firmantes, miembros del jurado examinador del trabajo de grado “**Evaluación del control químico de dos accesiones de *Echinochloa colona* (L.) Link con la mezcla de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio**”, cuyo autor es el Bachiller **Luis Hernan Chaviedo Ruiz**, portador de la cédula de identidad V-13.271.593, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Mención Ingeniería Agrícola.

Profa. Aída Ortiz Domínguez
C.I. V- 5.872.557
Tutora Coordinadora

Profa. Sandra torres
C.I. V- 14.060.890
Jurado principal

Profa. Dayana Pérez
C.I.V 12.926.831
Jurado principal

Marta Barrios
C.I. V-5276035
Jurado Suplente

DEDICATORIA

A Di-s.
A mis hijos
...y a mis padres, de bendita memoria.

AGRADECIMIENTO

A Di-s, Bendito Sea Su Nombre.

A mis padres, Luis A. Chaviedo G. y M. Irene Ruiz De Chaviedo, ambos de bendita memoria.

A mi amada abuela Olga Arboleda.

A mis amados hijos.

A mi esposa, compañera en todos estos años y madre de mis hijos.

A mi querida y admirada profesora Aida Ortiz,
y a las profesoras Sandra Torres y Dayana Pérez.

A la Ing. Yazmilet Tiberio.

A la Licda. Mercedes Arellano, la Ing. Liliana Velázquez, la Ing. Berlice Madero, el Ing. Alex Medina y al profesor Ángel Centeno.

A la Ing. Marisol, la profesora Maritza, a Héctor Suarez, Braulio Pagliarone y al profesor Ganimedes Cabrera.

A tantos amigos, profesores y demás personas no menos importantes.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la eficacia de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®) en el control de dos accesiones de *Echinochloa colona*(L.) Link, una de las malezas más importantes en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Se utilizaron semillas provenientes de plantas resistentes a los herbicidas cyhalofop-butilo y bispiribac-sodio y semillas de plantas susceptibles (EC114A) que se obtuvieron del Campo Experimental de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, donde nunca se había aplicado cyhalofop-butilo ni bispiribac-sodio. Para este estudio se realizó un bioensayo de respuesta a dosis el cual se estableció en el invernadero del Instituto de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela con un diseño completamente aleatorizado. Los tratamientos con la mezcla comercial de los herbicidas se aplicaron cuando las plantas tuvieron cuatro hojas (14 días después de la siembra), utilizando una cámara de aplicación De Vries (Generation III). Las evaluaciones de biomasa aérea fresca fueron realizadas 21 días después de la aplicación del herbicida en las siguientes dosis: 0; 16,87; 33,75; 67,5; 135; 270; 540; 1080; 2160 g p.c.ha⁻¹, siendo la dosis comercial recomendada de 270 g p.c. ha⁻¹. Los datos generados en este estudio fueron analizados usando el modelo de regresión log-logístico de cuatro parámetros, determinando la dosis requerida para inhibir el crecimiento en un 90% (ED_{90}) de las accesiones estudiadas. El control (> 90%) se consiguió a la dosis de 632,93 g p.c. ha⁻¹ para EC33P (R) y 431,78 g p.c. ha⁻¹ para EC114A (S). No se logró un control eficaz con la dosis recomendada en etiqueta del producto. Se necesitaron 201,15 g p.c. ha⁻¹ adicionales para ejercer control sobre la EC33P (R), por lo que se calculó el índice de resistencia (IR) de esta accesión el cual fue de 2,42.

Palabras clave: bispiribac-sodio + cyhalofop-butilo, *Echinochloa colona* (L.) Link, control.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effectiveness of the commercial mixture of herbicides cyhalofop-butyl + bispyribac-sodium (Topix®) in controlling two accessions of *Echinochloa colona* (L.) Link, one of the most important weeds of rice (*Oryza sativa* L.). Seeds from plants resistant to cyhalofop-butyl and bispyribac-sodium (EC33P) were used, and seeds from plants susceptible (EC114A) that were used, which they were obtained from the experimental field of Agronomy of The Central University of Venezuela where it had never applied bispyribac-sodium and cyhalofop-butyl. The dose response study was established at the Agronomy Institute greenhouse in Universidad Central de Venezuela using a completely randomized design. Treatments with the commercial mixture of herbicides were applied when the plants had four leaves (14 days after sowing), using a camera application De Vries (Generation III). Plant fresh weight was measured 21 days after herbicide application in the following doses: 0; 16.87; 33.75; 67.5; 135; 270; 540; 1080; 2160 g p.c.ha⁻¹. The recommended commercial dose is 270 g c.p.ha⁻¹. The data generated in this study were analyzed using the regression log-logistic model of four parameters, determining required to inhibit growth by 90% of the accessions studied (EC_{90}). We founded that the doses of control (> 90%) with 632.93 g c.p. ha⁻¹ to EC33P (R) y 431.78 g p.c. ha⁻¹ to EC114A (S). A commercial label dose (270 g c.p. ha⁻¹) was not efficacy control in both accessions. EC33P require 201.15 g c.p ha⁻¹ more than EC114A, for this reason we made a response doses to quantify the resistance level ($EC_{50R}/EC_{50S}=2.42$).

Key words: bispyribac-sodium +cyhalofop-butyl, *Echinochloacolona*(L.) Link., control.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
TABLA DE CONTENIDO	viii
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ANEXOS	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
ANTECEDENTES	3
PAJA AMERICANA (<i>E. colona</i>)	4
CONTROL DE <i>E. colona</i>	5
Bispiribac-sodio	6
Cyhalofop-butilo	7
METODOLOGÍA	9
UBICACIÓN	9
MATERIAL VEGETAL	9
MANEJO DEL EXPERIMENTO	10
VARIABLES EVALUADAS	12
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
CONCLUSIONES	19
RECOMENDACIONES	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
ANEXOS	28

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1. Algunas características y descripción de bispiribac-sodio (Vencil, 2008). . 7
- Cuadro 2. Algunas características y descripción de cyhalofop-butilo (Vencil, 2008). 8
- Cuadro 3. Dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), que fueron aplicadas en las accesiones EC33P (R) y EC114A (S) de *E. colona*, siendo X la dosis comercial recomendada en la etiqueta del producto (270 g p.c. h⁻¹ equivalente a 27 g i.a. ha⁻¹ y 81 g i.a. ha⁻¹)..... 11
- Cuadro 4. Parámetros de las ecuaciones de regresión utilizadas para estimar la dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), requerida para controlar un 90% de las plantas (ED₉₀) de dos accesiones de *E. colona*, una resistente y otra susceptible..... 17
- Cuadro 5. Parámetros de las ecuaciones de regresión utilizadas para estimar la dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), requerida para reducir al 50 % (ED₅₀) de la biomasa de plantas de dos accesiones de *E. colona* a este herbicida, coeficientes de regresión e índice de resistencia..... 18

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Molécula de bispiribac-sodio..... 7
- Figura 2. Molécula de cyhalofop-butilo..... 9
- Figura 3. Porcentaje de control (%) de dos accesiones de *E. colona*, en respuesta a dosis crecientes de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), Las barras representan el error estándar (n = 10). Los parámetros de las regresiones ajustadas se presentan en el Cuadro 4. 17
- Figura 4. Peso frescode accesiones de *E. colona*, como porcentaje del testigo sin herbicida, en respuesta a dosis crecientes de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]). Las barras representan el error estándar (n= 0). Los parámetros de las regresiones ajustadas se presentan en el Cuadro 5. 18

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Invernadero de Malezas del Departamento e Instituto de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la UCV.....	29
Anexo 2. Matraces contentivos de semillas de las dos accesiones de <i>E. colona</i> bajo estudio en germinador y con aplicación de oxígeno por medio de bombas de pecera para romper latencia.....	29
Anexo 3. Preparación en el invernadero de los potes con sustratos en las piscinas, para la posterior siembra de las semillas de <i>E. colona</i>	30
Anexo 4. Plantas germinadas de <i>E. colona</i> , días antes de la aplicación de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®).	30
Anexo 5. Preparación de cada una de los tratamientos de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®) que se aplicaron a las dos accesiones de <i>E. colona</i> bajo estudio.....	31
Anexo 6. Cámara de aspersiónDe Vries (Generation III) (Anexo 5), para los tratamientos de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®) que se aplicaron a las dos accesiones de <i>E. colona</i> bajo estudio.....	31
Anexo 7. Efectos de dosis crecientes de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®) sobre individuos pertenecientes a la accesión EC33P (R).	32

Anexo 8. Efectos de dosis crecientes de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]) sobre individuos pertenecientes a la accesión EC114A (S)..... 32

Anexo 9. Efectos de las dosis 1X (a la derecha de imagen izquierda) y 2X (a la derecha de la imagen derecha) en la aplicación de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]) sobre individuos pertenecientes a la accesión EC33P (R), comparadas con el testigo sin tratar. 33

Anexo 10. Efectos de las dosis 1X (a la derecha de imagen izquierda) y 2X (a la derecha de la imagen derecha) en la aplicación de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]) sobre individuos pertenecientes a la accesión EC114A (S), comparadas con el testigo sin tratar. 33

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), después del maíz, viene a ser el cereal más cultivado a nivel mundial, siendo uno de los elementos principales de la dieta básica de la mitad de los habitantes del planeta (Guimarães y Ospina, 1997). De igual manera en nuestro país, el arroz representa uno de los principales cereales cultivados (FEDEAGRO, 2016), el cual alberga una importancia fundamental, siendo utilizado por su arraigo y tradición como una fuente de carbohidratos para la alimentación de la población a lo largo y ancho del territorio nacional. De la misma manera, es la base de un variado número de alimentos procesados en nuestra industria.

La producción de arroz está localizada en dos importantes regiones: La región de los llanos occidentales conformada por los estados: Cojedes, Portuguesa y Barinas; y la región de los llanos centrales, focalizada específicamente en el estado Guárico (Rico *et al.*, 2005; Castrillo *et al.*, 2005).

En el cultivo del arroz se presentan condiciones propicias para la presencia y desarrollo de malezas que deben ser controladas para evitar pérdidas que repercutan en el rendimiento del grano y que puedan llegar a causar la pérdida de la cosecha. Se estima que desatender este control puede generar una disminución del rendimiento entre el 30 al 50%, en el mejor de los casos (Esqueda, 1990), por lo que se hace imprescindible tomar las medidas más oportunas para evitar tales pérdidas.

Las malezas se han convertido en una de las principales plagas del arroz generando un impacto directo sobre el nivel de producción y repercutiendo así en la productividad de dicho cultivo (Valverde, 2000). Ante esta situación la respuesta ha sido el manejo basado fundamentalmente en el uso de herbicidas (García, 2008; Cásares y Ortiz, 2009), ya que los mismos ofrecen la solución más práctica y económica disponible en la actualidad al problema de malezas (Moody, 2011).

La dependencia de este control químico y el uso repetido de un mismo herbicida, entre otros factores, ha conducido a la aparición de resistencia en poblaciones de malezas (Fischer y Valverde, 2005). Esta situación en nuestro país ha generado pérdidas al sector productivo agrícola asociado a la producción de arroz, por su efecto sobre los costos directos involucrados en la actividad.

Una de las malezas de mayor importancia económica por su competitividad con el cultivo de arroz, los costos incidentes en su control y la evolución de resistencia que ha manifestado en los últimos años, es la paja americana (*E. colona*) (Valverde y Heap, 2011), que es señalada como maleza en 36 cultivos diferentes incluyendo el arroz (Villaseñor y Espinosa, 1998).

En el país se disponen varias moléculas de herbicidas (clomazone, quinclorac, bispiribac-sodio, cyhalofop-butilo, propanil, bentiocarbo y sethoxidim) para el control de *E. colona*, no obstante no se encuentran disponibles productos en mezclas sinérgicas como Topix[®] (cyhalofop-butilo+bispiribac-sodio) o Ronstar Evolution[®] (oxadiazón+butacloro). De esta manera, con la intención de incrementar el conocimiento sobre el manejo de una nueva formulación herbicida, se planteó en esta investigación la determinación de la dosis óptima de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), como una alternativa para control químico de *E. colona*.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la dosis óptima de aplicación de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), para el control de dos accesiones de *E.*

colona, una susceptible (S) y otra resistente (R) a los herbicidas cyhalofop-butilo y bispiribac-sodio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), que reduzca el 90% del crecimiento de dos accesiones *E. colona*, una susceptible y otra resistente a cyhalofop-butilo y bispiribac-sodio.
2. Comparar la eficacia de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), sobre las accesiones susceptible y resistente de *E. colona*.

ANTECEDENTES

En el 2014 la producción de arroz en Venezuela fue de 1.276.330 toneladas para una superficie cosechada de 238.401 has (FEDEAGRO, 2016) y una oferta de semilla certificada de 12.759.867kg de semillas (SENASA, 2016), la cual no abastece la demanda de este sector. Los costos de producción de arroz se ubican por encima de los Bs. 700.000 por hectárea¹. Bajo este escenario, un buen control de malezas se hace imprescindible dada la baja oferta de semilla y la escasa área sembrada en los últimos años, y de esta manera potenciar la producción y por ende la oferta de arroz en el país.

Las malezas son plantas indeseables que interfieren con el normal desarrollo de las plantas cultivadas, siendo una de las principales causas en la disminución de los rendimientos en los cultivos y en el caso de la producción de arroz se encuentran

¹ Edgar Brown. Comunicación personal. E-mail: edgarbrown13@gmail.com

entre los factores más limitantes, ya que causan daños directos e indirectos por la competencia en cuanto a luz, agua y nutrientes (Pinto *et al.*, 2000).

Un manejo adecuado de malezas requiere de estrategias integradas para que sea exitoso, aunque en algunos sistemas de producción, los herbicidas pueden ser la principal forma de control, ellos solos posiblemente no tengan éxito a menos que se combinen con una buena preparación de la tierra y manejo de la lámina de agua. La combinación de los métodos de control de malezas directos, tales como herbicidas o desyerba a mano (caso de arroz maleza/rojo), con los métodos indirectos tales como la preparación del suelo, la inundación y un cultivo competitivo, ayudarán a prevenir esta situación (Johnson, 1996).

PAJA AMERICANA (*E. colona*)

En el género *Echinochloa* se ubican las especies de malezas más importantes en relación con el cultivo de arroz debido a su gran adaptabilidad al ecosistema del cultivo, dentro de las cuales destaca la *E. colona*. Esta maleza, presenta un mecanismo fotosintético C₄ (Ibrahim *et al.*, 2009), por lo que presenta una mayor tasa de crecimiento que el arroz (tipo C₃). Valverde *et al.*, (2000) indica que entre sus características destacan su ciclo de vida anual, su gran producción de semillas además de su capacidad de reproducirse vegetativamente.

Esta maleza es una hierba de ciclo corto y porte bajo (hasta 1 m de alto), de tallo erecto o recostado sobre el suelo. Se halla principalmente en lugares sombreados, suelos cultivados, orillas de bosques, algunas veces en agua a orillas de caminos y en los alrededores de las poblaciones, también en parcelas (Hananet *et al.*, 2006).

Para una descripción más detallada de la paja americana (uno de los nombres comunes de la *E. colona* en Venezuela), tenemos que ésta presenta tallos esponjosos de color verdes cuando plántulas y en adulto rosado-verdoso, cilíndricos, con entre 5-

7 nudos ramificaciones a partir de yemas axilares, rizomas ausentes, generalmente erecta, las hojas con vainas comprimidas, abiertas en la parte superior, glabras, a veces con algunos pelos, lígulas y aurículas ausentes, láminas lanceoladas, agudas, 25 cm de largo, 3-6 mm de ancho, un tanto laxas, con márgenes lisos, glabras o algunas veces con pelos en la parte basal de los márgenes, las espigas son biflora, de flor basal estéril neutra o masculina y flor apical fértil, las semillas presentan glumas papiráceas, palea estéril, hialina, membranosa (Kissmann y Groth, 1997).

CONTROL DE *E. colona*

Según Finolet *al.* (1999), en su trabajo sobre evaluación de la eficacia del herbicida halosulfuronmetil, aplicado sólo y en mezcla con acetocloro en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill, utilizó la escala para la evaluación del porcentaje de control de las malezas de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) en donde se asume los siguientes grados de control: ninguno a pobre (0-40%), regular (41-60%), suficiente (61-70%), bueno (71-80%), muy bueno (81-90%) y excelente (91-100%). Esta escala es la referencia de la mayoría de los estudios sobre control.

En México se ha encontrado que los mejores controles (> 80%) de *E. colona* se obtuvieron con cyhalofop-butilo (360 g i.a. ha⁻¹), bispiribac-sodio (30 g i.a. ha⁻¹), y cyhalofop-butilo + clomazone (315 + 480 g i.a. ha⁻¹). Propanil + clomazone (2160 + 480 g i.a. ha⁻¹) y propanil sólo (3600 g ha⁻¹), controlaron por debajo del 64% a *E. colona*, lo que se considera un pobre control (Esqueda-Esquivel y Tosquy-Valle, 2013).

En Filipinas se ha hallado que cuando se aplica pretilacloro y luego se inunda inmediatamente se incrementa el control de *E. colona*. El uso de pretilacloro es una opción útil de manejo en fincas de arroz en el trópico (Bhagirath *et al.*, 2013).

En Venezuela para el control de *E. colona* se usan los herbicidas: en postemergencia el cyhalofop-butilo, propanil + piperofos, bispiribac-sodio, piribenzoxim, fenaxoprop-*p*-etilo, profoxidim, sethoxidim, quinclorac + propanil; en preemergencia el butacloruro, bentiocarbo, oxadiazón, pendimetalin, clomazone y oxifluorfen; y en presiembr a el glifosato, paraquat o glufosinato de amonio (Ortiz y López, 2012).

Gracias a las investigaciones realizadas en el marco del Proyecto Manejo Integrado de Malezas en Arroz en arrozales venezolanos (MIMA), se tienen resultados que demuestran un buen control de *E. colona* con la aplicación del herbicida imazapir + imazetapir (Guevara, 2010), con clefoxidim (Machado, 2011), y también con clomazone a la dosis de 576 gi.a. ha⁻¹ (Rangel, 2014). También Herrera (2010) evaluó algunos herbicidas preemergentes utilizados en el sistema de siembra directa en el cultivo de arroz, logrando control en *E. colona* con oxadiazón, oxadiazón + clomazone y pendimetalin + quinclorac.

Bispiribac-sodio

El bispiribac-sodio es un herbicida de la familia de los pirimidiniltiobenzoato que inhiben la enzima ALS (acetolactato sintetasa) por lo cual no se sintetizan los aminoácidos de cadena ramificada valina, leucina e isoleucina. Es un herbicida postemergente que controla una amplia gama de malezas gramíneas, ciperáceas, commelináceas y dicotiledóneas que aparecen en arroz. El bispiribac-sodio es absorbido fácilmente por el follaje y por las raíces, y se transporta por el floema y el xilema (Clavijo, 2010; Vencil, 2008).

A diferencia del propanil, cuya acción es relativamente rápida, el bispiribac-sodio requiere entre dos y tres semanas para eliminar las malezas y puede incluso controlar malezas gramíneas que se encuentran en la etapa de macollamiento, lo que difícilmente se logra con el propanil (Valent, 2000). Algunas de las características

físico químicas bispiribac-sodio pueden verse en el Cuadro 1 y su molécula en la figura 1.

Cuadro 1. Algunas características y descripción de bispiribac-sodio (Vencil, 2008).

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Nombre común	bispiribac-sodio
Nombre químico	2,6-bis-((4,6-dimetoxipirimidin-2-iloxi) benzoato de sodio
Fórmula molecular	$C_{19}H_{17}N_4NaO_8$.
Peso molecular	452,4
Uso	Herbicida.
Inflamabilidad	No inflamable.
Aspecto físico	Suspensión.
Color	Blanco.
Olor	Característico
Presión de vapor	5.04×10^{-9} Pa
Densidad	0.0737
Punto de fusión	223-224 °C
Punto de ebullición	No aplicable
Solubilidad en agua	73.3 g/l (20 °C)
Solubilidad en metanol	26.3 g/l
Solubilidad en acetona	0.043 g/l (25 °C)
Temperatura de descomposición	El producto se oscurece al llegar a su punto de fusión. No desprende gases y solidifica al enfriar.

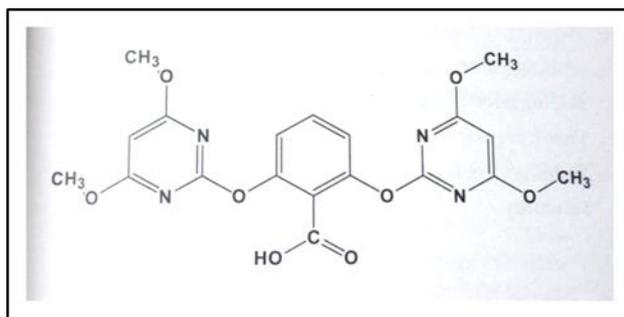


Figura 1. Molécula de bispiribac-sodio (Vencil, 2008).

Cyhalofop-butilo

El cyhalofop-butilo perteneciente a la familia química de los ariloxifenoxipropionatos, inhibe la biosíntesis de ácidos grasos de cadena corta. Su

acción consiste en inhibir la acetil-coenzima A carboxilasa (ACCasa), enzima clave que cataliza un proceso crítico en la ruta biosintética de los estos ácidos, alterando finalmente el metabolismo general de la planta. La ACCasa, en malezas gramíneas es generalmente sensitiva a la inhibición causada por cyhalofop-butilo, mientras que en las plantas de hojas anchas o ciperáceas la enzima es insensible. Las malezas gramíneas tratadas detienen su crecimiento inmediatamente después de la aplicación. Entre los dos a tres días a una semana aparecen manchas amarillas, primero en hojas jóvenes y luego en las hojas más viejas, conduciendo a una necrosis y posterior muerte de la planta entre dos y tres semanas dependiendo del tamaño de las malezas al momento de la aplicación y de las condiciones del tiempo (Vencil, 2002). Puede apreciarse algunas de las características más relevantes del cyhalofop-butilo en el Cuadro 2 y su molécula en la figura 2.

Cuadro 2. Algunas características y descripción de cyhalofop-butilo (Vencil, 2008).

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Nombre común	Cyhalofop-butilo
Nombre químico	Butyl (2R)-2-[4-(4-cyano-2-fluorophenoxy)phenoxy]propanoate
Fórmula molecular	$C_{20}H_{20}FNO_4$
Peso molecular	357,4
Uso	Herbicida sistémico selectivo post-emergente.
Aspecto físico	Líquido (puede cristalizar)
Color	Ámbar
Olor	Característico a solventes aromáticos
Presión de vapor (25°C)	$5,3 \times 10^{-5}$ Pa ($3,8 \times 10^{-7}$ torr) a 25 °C
Densidad (20°C)	1,03 g/ml
Punto de fusión	45,5-49,5 °C
Punto de ebullición	> 200 °C
Solubilidad en agua (25°C)	Emulsiona en agua. Es muy poco soluble.
Solubilidad en solventes orgánicos	Soluble en los solventes orgánicos comunes.
Temperatura de descomposición	275 °C
pH (1%)	5,5

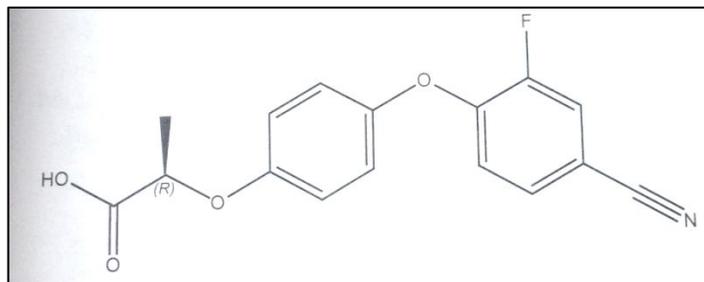


Figura 2. Molécula de cyhalofop-butilo (Vencil, 2008).

METODOLOGÍA

UBICACIÓN

Los experimentos fueron realizados en el Invernadero y en el Laboratorio de Malezas del Departamento e Instituto de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (Anexo 1).

MATERIAL VEGETAL

El material vegetal que se utilizó consistió en dos accesiones de semillas de *E. colona*, fisiológicamente maduras, una denominada EC33P, recolectada en campos de arroz de la Finca Hermanos Ruffato, Municipio Esteller, en el Estado Portuguesa, resistente a cyhalofop-butilo (Ortiz y López, 2014) y bispiribac-sodio (Fernández, 2012); la otra accesión susceptible fue cosechada en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (EC114A). El prefijo EC significa que es *E. colona* y los sufijos: P que proviene del estado Portuguesa y A de Aragua.

El material de ambas accesiones fue obtenido hace algunos años para la realización de ensayos anteriores cuya finalidad se marcó en el Proyecto MIMA (Manejo Integrado de Malezas en Arroz), una iniciativa de la Universidad Central de Venezuela en conjunto con la Universidad de California en Davis, para generar soluciones al creciente problema del control de malezas en arrozales venezolanos. El material restante fue preservado en el Laboratorio de Malezas, almacenadas a 4°C y 65% de humedad relativa para preservar su viabilidad para estudios posteriores.

Con este material vegetal se realizó el bioensayo de respuesta a dosis para determinar la dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®), que controlara ambas accesiones de *E. colona*.

MANEJO DEL EXPERIMENTO

Las semillas de las accesiones EC33P (R) y EC114A (S) se colocaron a germinar en matraces con una solución de 0.26% de nitrato de potasio (KNO₃), y al mismo tiempo se les proporcionó oxígeno con una bomba de pecera a cada una de los matraces durante un período de 72 horas (Anexo 2), renovándoles la solución diariamente para lograr la ruptura de latencia.

Cuando emergió la plúmula, las plántulas se trasplantaron a materos plásticos contentivos de 500 g de suelo como sustrato (serie Maracay, Fluventic haplustolls, Francosa gruesa isohipertérmico, formación Mercedes; textura franca y pH = 6,54) (Anexo 3), proveniente del campo experimental del Instituto de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Venezuela, y colocándole cinco semillas por pote de manera equidistante.

Los materos se mantuvieron en el invernadero, en una piscina con una lámina de agua de aproximadamente 7 cm de alto, simulando las condiciones en las que esta maleza interfiere con el cultivo de arroz, pero sin que el nivel de agua superara el nivel de

suelo para conferir una condición saturada (Anexo 4). Se estima que el ambiente de crecimiento en el invernadero fue: 30 a 35°C, con 80% de humedad relativa y fotoperiodo de 12 horas bajo irradiación natural de $1600 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Cuando las plántulas tuvieron cuatro hojas se hizo un raleo de uniformidad dejando 3 plantas por cada matero. Luego se aplicó la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®), a distintas dosis (Anexo 5), bajo un diseño experimental completamente aleatorizado, con 10 repeticiones por cada dosis y 8 dosis por cada accesión, además del testigo. Los rangos de dosis que fueron empleados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®), que fueron aplicadas en las accesiones EC33P (R) y EC114A (S) de *E. colona*, siendo X la dosis comercial recomendada en la etiqueta del producto ($270 \text{ g p.c. ha}^{-1}$ equivalente a $27 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ y $81 \text{ g i.a. ha}^{-1}$)

T	Dosis en X	Dosis de Producto Comercial (g p.c. ha ⁻¹)	Bispiribac-sodio	Cyhalofop-butilo
			(10%)	(30%)
			Dosis de ingrediente activo (g i.a. ha ⁻¹)	Dosis de ingrediente activo (g i.a. ha ⁻¹)
T1	0 X	0	0	0
T2	1/16 X	16,87	1,68	5,06
T3	1/8 X	33,75	3,37	10,12
T4	1/4 X	67,5	6,75	20,25
T5	1/2 X	135	13,5	40,5
T6	1 X	270	27	81
T7	2 X	540	54	162
T8	4 X	1080	108	324
T9	8 X	2160	216	648

T: número de tratamiento. X: dosis comercial del producto. g p.c.: gramos de producto comercial. g i.a.: gramos de ingrediente activo.

Se utilizó el mismo ámbito de dosis de herbicidas para ambas accesiones debido a que el interés de la empresa AGROCASA, C.A., que tiene la licencia de comercialización del Topix® en Venezuela es buscar la dosis comercial de control de esta especie (*E. colona*), en el cultivo de arroz.

La aplicación de los herbicidas se realizó con una cámara de aspersión De Vries (Generation III)(Anexo 6), y una descarga aproximada de 118 L ha⁻¹ a 250 kpa y boquillas de abanico plano 8002E. A la solución con herbicida se añadió el surfactante no iónico, siliconado, con regulador de pH (Break Trhu®) a razón de 40 µl en 200ml de solución de herbicida.

Pasados tres días se aplicó tratamiento de fertilización con fórmula completa (Energy®, Sefloarca), cuyo contenido fue de 180; 100; 40; 12,20; 16,50; 0,21; 0,32; 2,30; 1,35; 2,70; 7,80; 0,09 y 0,03 g L⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, MgO, S, CaO, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo y Co, respectivamente. La dosis utilizada de Energy® fue de 50 ml en 10 L de agua.

La evaluación del ensayo se realizó 21 días luego de la aplicación de la mezcla de los herbicidas. Para ello se determinó la cantidad de biomasa aérea fresca, cortando al ras de suelo tanto el tallo como las hojas y luego pesándolas en balanza electrónica, lo cual se hizo de manera inmediata al corte.

VARIABLESEVALUADAS

1. **Peso fresco de la parte aérea (g):** para esta variable se determinó el peso fresco de la parte aérea de las plantas de las accesiones EC33P (R) y EC114A (S), 21 días después de la aplicación de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®). Los resultados se expresaron como porcentaje de control con respecto al testigo sin tratamiento.

2. **Porcentaje de control:** Se transformó el porcentaje de peso fresco a porcentaje de control de las plantas de *E. colona*, considerando que el tratamiento testigo fue cero control, para hacer el análisis de regresión y calcular el ED_{90} .
3. **Determinación de la dosis de eficacia del Topix® (ED_{90}):** se estimó la dosis eficaz de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®), que controló el 90% de las accesiones EC33P (R) y EC114A (S) de *E. colona* (Streibig *et al.*, 1993; Seefeldt *et al.*, 1994).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de respuesta a dosis provenientes de experimentos repetidos se unieron para análisis; su distribución normal se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilks, y diagramas de distribución de los errores permitiendo inferir homogeneidad de varianzas. Se efectuó un análisis de regresión ajustando modelos que describan adecuadamente las tendencias y minimicen el cuadrado medio del error. En el caso de las accesiones en cuestión, EC33P (R) y EC114A (S), los datos se ajustaron al siguiente modelo de regresión no lineal log-logístico de cuatro parámetros (Streibig *et al.*, 1993; Seefeldt *et al.*, 1994):

$$Y = c + \frac{(d-c)}{[1+(x/g)^b]}$$

Donde: Y es el porcentaje de control, d es la asíntota superior, es decir, representa la respuesta del testigo sin tratar; c es la asíntota inferior, el cual, se aproxima a cero cuando las dosis del herbicida son muy altas (o el control de las plantas al ser tratadas); b es la pendiente de la curva cerca de la ED_{50} , y cuanto mayor sea el valor de b, más pronunciada es la pendiente; g es la dosis de herbicida en el punto de inflexión a mitad de camino entre c y d, y x es la dosis de herbicida. Para $d = 100$ y $c = 0$, el coeficiente g es equivalente a la dosis requerida para el 50% de inhibición del

crecimiento (ED_{50}), con base en la siguiente expresión dada en función de los parámetros, b y ED_{50} .

$$ED_{50} = ED_x / (x / 100 - x)^{1/b}$$

Posteriormente a la corrida del modelo de regresión se despejó ED_{90} de la ecuación (ec1)

$$ED_{50} = ED_{90} / (x / 100 - x)^{1/b} \text{ (ec.1)}$$

$$ED_{90} = ED_{50} (x / 100 - x)^{1/b} \text{ (ec.2)}$$

Donde x es el 90% de control, b es la pendiente y el ED_{50} la dosis media de herbicida que reduce el 50% del porcentaje de control.

El análisis de regresión se realizó utilizando el programa Sigma Plot v. 12 (2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), para inhibir el 90% del crecimiento (ED_{90}) de *E. colona* en el bioensayo de respuesta a dosis realizado y los parámetros de las ecuaciones usados para estimar estas dosis se presentan en el Cuadro 4.

La dosis requerida para controlar en un 90% a las plantas de la accesión EC114A (S) fue de 431,78 g de producto comercial por hectárea (equivalente a 43 g i.a ha⁻¹ de bispiribac-sodio y 129,30 g i.a. ha⁻¹ de cyhalofop-butilo), mientras que para la accesión EC33P (R) se necesitaron 632,93 g de producto comercial por hectárea (equivalente a 63,29 g i.a ha⁻¹ de bispiribac-sodio y 189,60 g i.a. ha⁻¹ de cyhalofop-butilo) (Cuadro 4 y Figura 3). La dosis requerida para disminuir 90% de peso fresco es mayor en la accesión resistente (EC33P) que en la accesión susceptible (EC114A).

Estas dosis de herbicidas se encuentran cercanas a la dosis 2X del herbicida (540 g p.c. ha⁻¹).

La dosis de etiqueta de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), recomendada por la empresa AGROCASA fue de 270 g p.c. ha⁻¹; dosis que no controló a ninguna de las dos accesiones bajo estudio (EC33P y EC114A), tal como se puede observar en los Anexos 7 y 8.

Es importante señalar que existen otros estudios en Venezuela que demuestran que bispiribac-sodio no logró controlar algunas accesiones *E. colona* (Zambrano y Medina, 2006), provenientes de diferentes localidades del Estado Portuguesa. De la misma manera se reportó que cyhalofop-butilo no logró control sobre tres accesiones de *E. colona* provenientes del mismo estado, en estudios realizados por Pérez (2009).

Otros estudios reportan que bispiribac-sodio no controló a dosis comercial a *Leptochloavirgata* en Colombia (Fischer y Valverde, 2010), y en Venezuela no logró control en *Leptochloascabra* Nees (Hernández, 2013), ni en *I. rugosum* (Blanco, 2010; Torres, 2013).

En el caso de la EC33P, ésta ha demostrado resistencia al control con propanil (Fumero, 2012), bispiribac-sodio (Fernández, 2012), cyhalofop-butilo (López, 2010), fenaxoprop-etilo (Peraza, 2013), y en este estudio se demuestra que también que resiste al control de la dosis recomendada en etiqueta, con la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]). No obstante, se ha logrado controlar eficazmente con imazapir+imazetapir (Guevara, 2010), profoxidim (Machado, 2011), y clomazone (Rangel, 2014).

Entre las accesiones estudiadas, la diferencia observada en la dosis requerida de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]), es de 201,15 g de producto comercial por hectárea adicional que se hace necesario

aplicar para ejercer control sobre la accesión EC33P (R), en comparación con la EC114A (S). Esto podría deberse a que la EC33P es de comprobada resistencia a cyhalofop-butilo (López, 2012) y bispiribac-sodio (Fernández, 2012).

En vista de que se encontraron diferencias en la dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®), necesarias para el control (>90%) de las accesiones EC33P (R) y EC114A (S), se decidió calcular el índice de resistencia (IR) con los datos de peso fresco como porcentaje del testigo, el cual arrojó un resultado de 2,42 (Cuadro 5 y Figura 4); lo cual según Valverde *et al.* (2000), como es mayor de dos, demostró que la EC33P es resistente a Topix®. Por el bajo índice de resistencia observado en la accesión EC33P y que el Topix® es la mezcla de dos herbicidas con mecanismos de acción diferentes, se pudiera esperar que el mecanismo de resistencia sea ajeno al sitio de acción (Yuan *et al.*, 2007), así como altos IR se atribuyen a sitio de acción (Valverde *et al.*, 2000; Torres, 2013).

De acuerdo a estos resultados se recomienda usar la dosis de 431 g de p.c. ha⁻¹ en el cultivo de arroz donde se encuentren accesiones de *E. colona* susceptibles. En caso contrario, en arrozales donde se sospecha haya evolucionado resistencia de esta especie (*E. colona*) a los herbicidas bajo estudio (cyhalofop-butilo o bispiribac-sodio), no se recomienda el uso de Topix®.

Cuadro 4. Parámetros de las ecuaciones de regresión utilizadas para estimar la dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo+bispiribac-sodio (Topix®), requerida para controlar un 90% de las plantas (ED_{90}) de dos accesiones de *E. colona*, una resistente y otra susceptible.

Accesión	Ecuación	Parámetros de regresión					
		<i>B</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	ED_{90} (g p.c. ha ⁻¹)	R^2	<i>P</i>
EC114A	$Y = c + (d - c) / [1 + (x / ED_{50})^b]$	1,98	3,72	102,24	431,78	0,91	<0,0001
EC33P	$Y = c + (d - c) / [1 + (x / ED_{50})^b]$	3,07	9,79	103,4	632,93	0,92	<0,0001

[†]Y es el porcentaje de control, x es la variable independiente, c y d son los coeficientes correspondientes a la asíntota inferior y superior, a es el intercepto, b es la pendiente de la línea, I_{90} es la dosis de herbicida que se requiere para controlar el 90% de las plantas (Valverde, 2010), R^2 es una estimación del coeficiente de determinación (Schabenberger *et al.*, 1999), P es el nivel de significancia. p.c.: Producto comercial

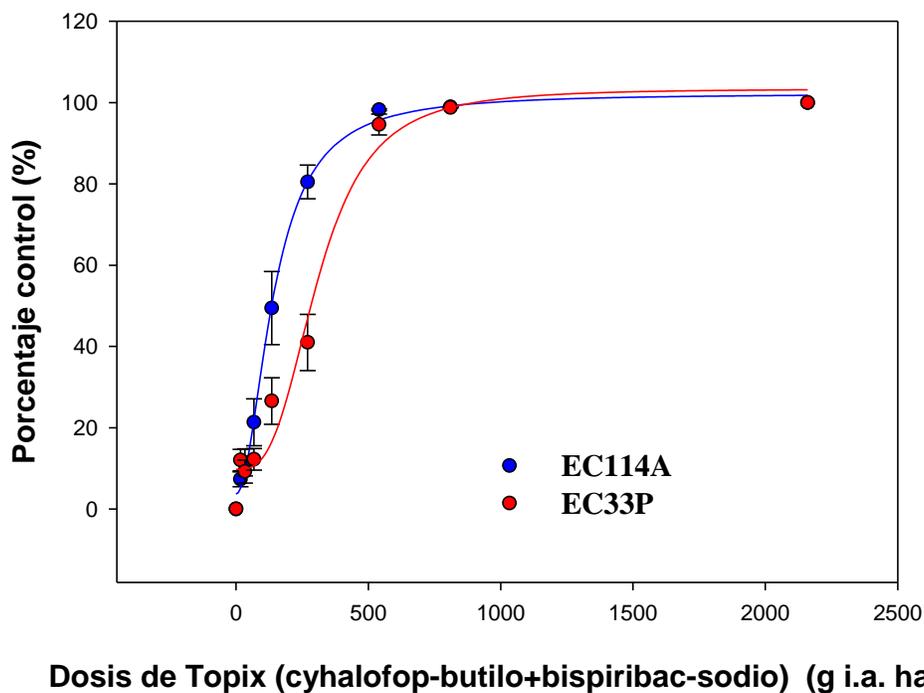


Figura 3. Porcentaje de control (%) de dos accesiones de *E. colona*, en respuesta a dosis crecientes de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®), Las barras representan el error estándar (n = 10). Los parámetros de las regresiones ajustadas se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 5. Parámetros de las ecuaciones de regresión utilizadas para estimar la dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®), requerida para reducir al 50 % (ED₅₀) de la biomasa de plantas de dos accesiones de *E. colona* a este herbicida, coeficientes de regresión e índice de resistencia.

Accesión	Ecuación	Parámetros de regresión					R ²	P	R/S
		B	c	d	ED ₅₀ (g p.c. ha ⁻¹)				
EC114A	$Y = c + (d - c) / [1 + (x / ED_{50})^b]^{\dagger}$	-1,9715	-0,7752	97,8739	124,7578	0,96	<0,0001		
EC33P	$Y = c + (d - c) / [1 + (x / ED_{50})^b]^{\dagger}$	-3,043	-2,3516	91,6305	302,4408	0,88	<0,0001	2,42	

[†]Y es el peso fresco expresado como porcentaje sobre el control (no tratado), x es la variable independiente, c y d son los coeficientes correspondientes a la asíntota inferior y superior, a es el intercepto, b es la pendiente de la línea, ED₅₀ es la dosis de herbicida que se requiere para reducir el 50% del crecimiento (Streibig *et al.*, 1993), R² es una estimación del coeficiente de determinación (Schabenberger *et al.*, 1999), P es el nivel de significancia, e IR es el índice de resistencia (ED₅₀ R/ED₅₀ S).p.c.: Producto comercial

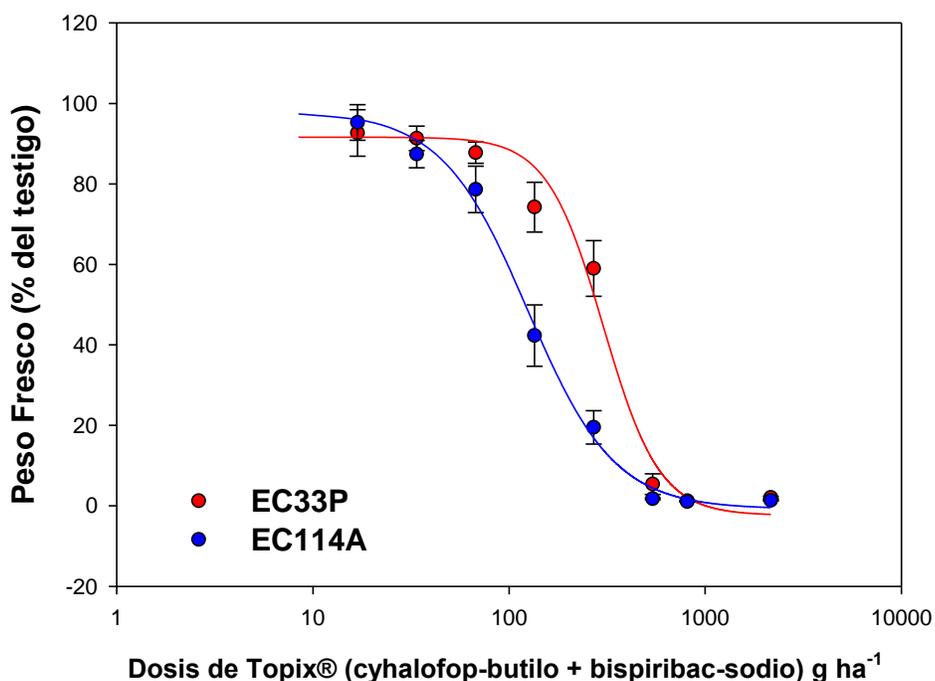


Figura 4. Peso frescode accesiones de *E. colona*, como porcentaje del testigo sin herbicida, en respuesta a dosis crecientes de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®). Las barras representan el error estándar (n= 0). Los parámetros de las regresiones ajustadas se presentan en el Cuadro 5.

CONCLUSIONES

Con base al bioensayo realizado bajo las condiciones de este estudio se puede concluir que:

1. Las dos accesiones de *E. colona* estudiadas (EC33P y EC114A), y que pertenecen al banco de germoplasma del proyecto Manejo Integrado de Malezas en Arroz (MIMA), fueron controladas (>90%) con la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®) a la dosis 632,93 g de producto comercial por hectárea para EC33P (R) y 431,78 g de producto comercial por hectárea para EC114A (S).
2. No se logró control (>90%) de las accesiones de *E. colona* a la dosis recomendada por la etiqueta del producto comercial de la mezcla de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®).
3. Se observó una diferencia de 201,15 g de producto comercial por hectárea en las dosis requeridas para el control (>90%) sobre la accesión resistente (EC33P) con la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®), en comparación con la dosis necesaria para ejercer control sobre la accesión susceptible (EC114A).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda verificar la selectividad de los cultivares de arroz usados en el país a la dosis de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]) de 431 g p.c. ha⁻¹ encontrada en este estudio, así como su validación en campo.
2. Manejar eficientemente las moléculas de cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio, ya que un uso indiscriminado puede incidir negativamente sobre la respuesta al control que se pretenda sobre las malezas como la *E. colona*.
3. Seguir investigando sobre el uso de mezclas de herbicidas para un adecuado control sobre poblaciones de la maleza *E. colona* en los campos arroceros del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bhagirath S.; A. Baltazar; D. Johnson. 2013. Effect of flooding depth and pretilachlor rate on emergence and growth of three rice weeds: junglerice (*Echinochloa colona*), smallflower umbrella sedge (*Cyperusdifformis*), and ludwigia (*Ludwigiahysopifolia*). Canadian Journal of PlantProtection. 1(2):43-48.

Blanco, S. 2010. Evaluación de la resistencia de algunas poblaciones de *Ischaemumrugosum* Salisb. al herbicida bispiribac sodio, recolectadas en arrozales del estado Portuguesa. Trabajo de Grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 42 p.

Cásares, M.; A. Ortiz. 2009. Evolución en el uso de herbicidas pre y post emergentes en control de malezas en arroz en Venezuela: (1996-2000-2007). *In*: Sousa, E; I. Calha; I. Monteiro; L. Rodrigues; J. Portugal; T. Vasconcelos (Eds.). Herbología y Biodiversidades Numa Agricultura Sustentável. Universidades Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal. Volumen 2. pp. 919.

Castrillo, W. A.; M. Acevedo; G. Torrealba; D. Medina; W. Martínez. 2005. Malezas en zonas arroceras de Venezuela. INIA Divulga. 5:2-4.

Clavijo, J. 2010. Acción de los herbicidas en un arrozal: Modo y mecanismo. *In*: Degiovanni, B.; V. Degiovanni; C. Martínez; O. Motta (Eds.). Producción eco-eficiente del arroz en América Latina. 2010. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. pp. 433-446.

Esqueda, V. A. 1990. La maleza y su control en arroz de temporal en México. Series Técnicas de ASOMECEMA. 1(1):12-16.

Esqueda-Esquivel, V.; O. Tosquy-Valle. 2013. Control químico de *Echinochloa colona* (L.) Link resistente al propanil y *Cyperusiria* L. en arroz (*Oryza sativa* L.) de temporal en tres valles, Veracruz. *Universidad y Ciencia*. 29(2): 113-121.

FEDEAGRO. 2016. Estadísticas Agropecuarias. Cereales. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp>[Consulta: Mayo, 2016]

Fernández, A. 2012. Evaluación indirecta del mecanismo de resistencia por degradación metabólica de los herbicidas bispiribac-sodio y cyhalofop-butilo en una accesión de *Echinochloa colona* (L.) Link. Trabajo de Grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 54 p.

Finol, E.; C. Medrano; W. Gutiérrez; G. González; W. Martínez; J. Báez; B. Bracho y B. Medina. (1999). Evaluación de la eficacia del herbicida halosulfuronmetil, aplicado solo y en mezcla con acetocloro en tomate *Lycopersiconesculentum* Mill. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 16(3).

Fischer, A.; B. Valverde. 2005. Evolución de resistencia de herbicidas, diagnóstico y manejo en malezas del arroz. [Documento en línea] <http://www.inia.org.uy/estaciones/laestanzuela/webseminariomalezas/articulos/fischeralbert.pdf> [Consulta: Febrero 2016].

Fischer A y B. Valverde. 2010. Resistencia a herbicidas en malezas asociadas al arroz. En: *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina* Ed. B. Degiovanni; V. Degiovanni; C. Martínez; O. Motta. 2010. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. 447-487p.

Fumero, L. 2012. Efecto del herbicida propanil (480 g L^{-1}) en el control de accesiones de *Echinochloa colona* (L) Link., provenientes de arrozales venezolanos. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 25 p.

García, D. 2008. Evaluación de una población de *Echinochloa colona* (L) Link. resistente al herbicida fluoazifop-p-butilo en arrozales del sector Mata Oscura, Edo. Cojedes. Trabajo de Grado. Decanato de Agronomía. Universidad Central de Occidente Lisandro Alvarado. 67 p.

Guevara, Y. 2010. Evaluación de la resistencia de algunas poblaciones de *Echinochloa colona* (L) Link al herbicida imazapir + imazetapir, recolectadas en arrozales de Venezuela. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 35 p.

Guimarães E.; Y. Ospina. 1997. Mejoramiento genético de arroz, mimeografiado curso de arroz en Calabozo, estado Guárico, realizado del 08 al 12 septiembre 1997. 68 p.

Hanan, A; J.Mondragón; H.Vibrans. 2006. Malezas de México. S/ed. S/pp.

Hernández, R. 2013. Efecto de los herbicidas propanil, bispiribac-sodio, cyhalofop-p-butil y profoxidim sobre el control de algunas accesiones de *Leptochloa scabra* Nees (= *Dinebra scabra* Nees) provenientes de arrozales venezolanos. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 28 p.

Herrera, A. 2010. Evaluación de algunos herbicidas preemergentes utilizados en el sistema de siembra directa e el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 45 p.

Ibrahim, D.; T. Burkel; B. Ripley; C. Osborne. 2009. A molecular phylogeny of the genus *Alloteropsis* (Panicoideae, Poaceae) suggests an evolutionary reversion from C4 to C3 photosynthesis. *Ann. Botany*. 103: 127-136.

Johnson, D. 1996. Manejo de malezas en la producción de arroz de pequeños propietarios en los trópicos. [Disponible en línea] <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/JohnsonSp.htm> [Consulta: Febrero 2016]

Kissmann, G.; D. Groth. 1997. Plantas infestantes y nocivas. BASF Brasileira, 2ª Edición. Tomo I, Brasil. 259, 261 p.

López, A. 2010. Evaluación de la resistencia de algunas poblaciones de *Echinochloa colona* (L) Link, al herbicida cyhalofopbutil, recolectadas en arrozales de Venezuela. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 29p.

Machado, 2011. Evaluación de la resistencia de algunas accesiones de *Echinochloa colona* (L) Link., al herbicida profoxidim (clefoxidim), recolectadas en arrozales de Venezuela. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 33 p.

Moody, K. 2011. Manejo de malezas para países en desarrollo. Manejo de malezas en cereales. [Documento en línea] <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147soh.htm> [Consulta: Febrero 2016].

Ortiz, A. 2008. Herbicidas usados en el cultivo de arroz en Venezuela. *El Malezólogo*. 2: 17-19.

Ortiz, A.; L. López. 2012. El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía, U.C.V. Edición Especial. Revista Alcance* 72 (Diciembre 2012).

Ortiz, A.; A. López. 2014. Resistencia de *Echinochloa colona* (L.) Link al herbicida cyhalofop-butilo en arrozales de Venezuela. Rev. Fac. Agron. (UCV). Maracay, Venezuela. 40 (1): 1-8.

Peraza, E. 2013. Evaluación del efecto del herbicida fenaxoprop-etilo en el control de las accesiones de *Echinochloa colona* (L.) Link, provenientes de arrozales en Venezuela. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 25 p.

Pérez, D. 2009. Evaluación de la resistencia de poblaciones de *Echinochloa colona* (L.) Link provenientes de los campos arroceros del estado portuguesa a los herbicidas propanil, clefoxidim y cyhalofop. Trabajo de Maestría. Universidad Central de Venezuela. Maracay.

Pinto, H; D. Medina; T. Rodríguez. 2000. Guía para el control de malezas en arroz de riego. Fundación Nacional del Arroz (FUNDARROZ). Primera edición. Acarigua, Venezuela. 5 p.

Rangel, D. 2014. Efecto del herbicida clomazone (480 g L^{-1}) en el control de algunas accesiones de *Echinochloa colona* (L.) Link provenientes de arrozales de Venezuela. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 25 p.

Rico, G.; P. Rodríguez; P. Monasterios; J. Peña; A. Amaya. 2005. Manejo de suelos en arroz. Macrocaracterización de las áreas arroceras. Curso-Taller sobre Producción económica de arroz de riego. FUNDARROZ. INIA. IUTEP-UCV-AGRONOMIA. APROSCELLO. Araure. Portuguesa, Venezuela. 111 p.

Seefeldt, S.; J. Jensen.; P. Fuerst. 1995. Log-Logistic analysis of herbicide dose-response relationships. WeedTechnology. 9:218-227.

SENASEM. 2016. Producción de semilla certificada de arroz 2006 - 2013. Maracay, estado Aragua. Venezuela. s/p.

Streibig, J; M. Rudemo; J. Jensen. 1993. Dose - response curves and statistical models, *In*Streibig, J. C.; P. Kudsk (Eds.). *Herbicide Bioassays*. CRC, Boca Raton, Florida. pp. 29-55

Torres, S. 2013. Evaluación del mecanismo de resistencia de algunas accesiones de *Ischaemum rugosum* Salisb. al herbicida bispiribac-sodio. Trabajo de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 46 p.

Valent. 2000. Regiment (bispiribac-sodium) a new postemergence rice herbicide. Technical information Bulletin. Valent, U.S.A. Corp. 4 p.

Valverde, B. 2000. Respuesta de la población de malezas al uso continuo de herbicidas. Curso de actualización en biología y combate de malezas. Universidad del Zulia (SOVECOM). Maracaibo, Venezuela. pp. 75-95

Valverde, B.; I. Heap. 2011. El estado actual de la resistencia a herbicidas en el mundo. [Documento en línea] <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR36351.pdf> [Consulta: Febrero 2016].

Valverde, B.; C. Richies; J. Caseley. 2000. Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: experiencias en América Central con *Echinochloa colona*. Cámara de Insumos Agropecuarios. San José, Costa Rica. 135 p.

Vencil, W. K. 2002. *Herbicide Handbook*. Eighth Edition. Lawrence, U.S.A. Weed Science Society of America. pp. 493.

Villaseñor, J.; F. Espinosa.1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México. 449 p.

Zambrano, C.; A. Medina. 2006. Evaluación de la resistencia de poblaciones de *Echinochloa colona* (L.) Link provenientes de diferentes localidades del Estado Portuguesa al herbicida bispiribac sodio. Anales de Botánica Agrícola. 13:29-35.

ANEXOS



Anexo 1. Invernadero de Malezas del Departamento e Instituto de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la UCV.



Anexo 2. Matracas contentivos de semillas de las dos accesiones de *E. colona* bajo estudio en germinador y con aplicación de oxígeno por medio de bombas de pecera para romper latencia.



Anexo 3.Preparación en el invernadero de los potes con sustratos en las piscinas, para la posterior siembra de las semillas de *E. colona*.



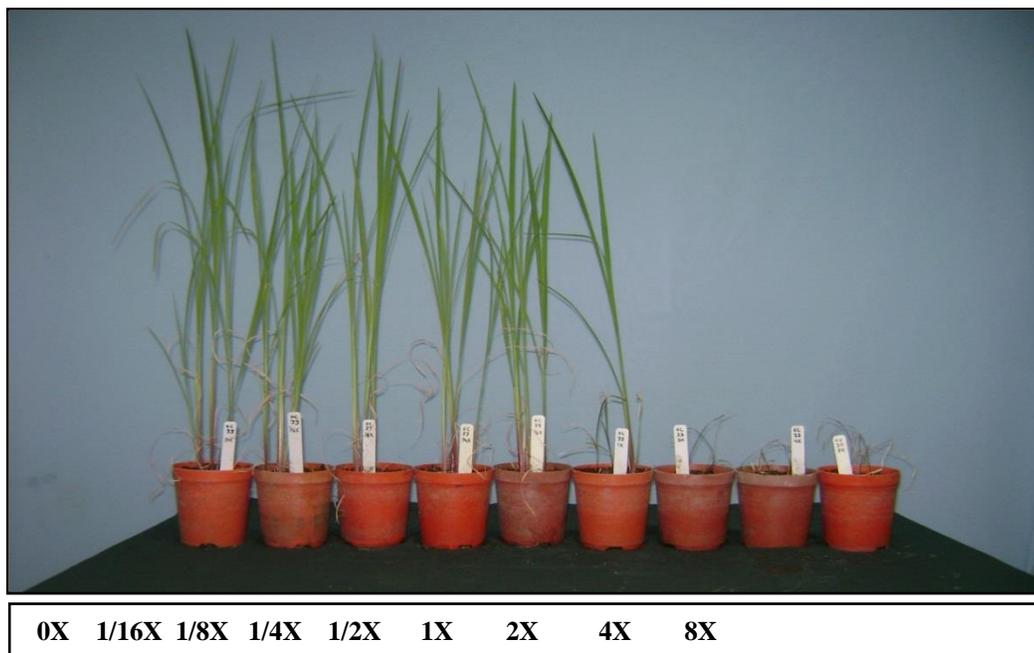
Anexo 4.Plantas germinadas de *E. colona*, días antes de la aplicación de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®).



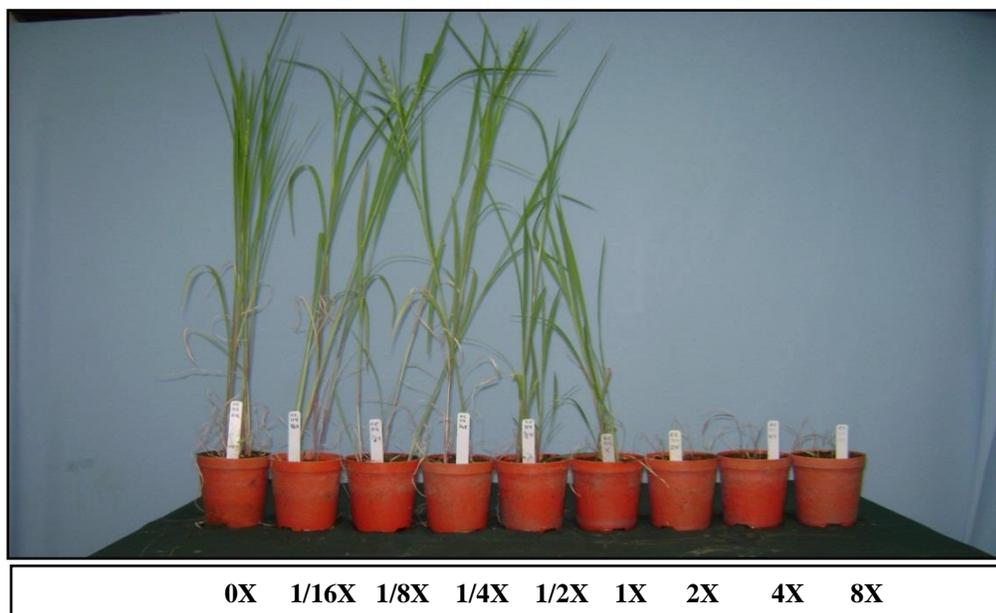
Anexo 5.Preparación de cada una de los tratamientos de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]) que se aplicaron a las dos accesiones de *E. colona* bajo estudio.



Anexo 6.Cámara de aspersiónDe Vries (Generation III) (Anexo 5), para los tratamientos de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]) que se aplicaron a las dos accesiones de *E. colona* bajo estudio.



Anexo 7. Efectos de dosis crecientes de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®) sobre individuos pertenecientes a la accesión EC33P (R).



Anexo 8. Efectos de dosis crecientes de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix®) sobre individuos pertenecientes a la accesión EC114A (S).



Anexo 9. Efectos de las dosis 1X (a la derecha de imagen izquierda) y 2X (a la derecha de la imagen derecha) en la aplicación de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]) sobre individuos pertenecientes a la accesión EC33P (R), comparadas con el testigo sin tratar.



Anexo 10. Efectos de las dosis 1X (a la derecha de imagen izquierda) y 2X (a la derecha de la imagen derecha) en la aplicación de la mezcla comercial de los herbicidas cyhalofop-butilo + bispiribac-sodio (Topix[®]) sobre individuos pertenecientes a la accesión EC114A (S), comparadas con el testigo sin tratar.