

**Efectividad de seis mezclas de herbicidas
posemergente para el control de coyolillo
(*Cyperus rotundus*) en caña de azúcar**

Ricardo Antonio Navarro Padilla

**ZAMORANO, HONDURAS
Diciembre, 2007**

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Efectividad de seis mezclas de herbicidas
posemergente para el control de coyolillo
(*Cyperus rotundus*) en caña de azúcar

Tesis presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de Licenciatura

Presentado por:

Ricardo Antonio Navarro Padilla

ZAMORANO, HONDURAS
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Ricardo Antonio Navarro Padilla

Honduras
Diciembre, 2007

Efectividad de seis mezclas de herbicidas posemergente para el control de coyolillo (*Cyperus rotundus*) en caña de azúcar

Presentado por:

Ricardo Antonio Navarro Padilla

Aprobado por:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

Abimael López, Ing. Agr.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador de Fitotecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios por haberme dejado cumplir una de mis metas.

A mi familia y a todas las personas que de alguna u otra forma creyeron en mí durante mi estadía de cuatro años en el Zamorano, que estuvieron allí y fueron un apoyo en mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A mi abuela Inés Sánchez por haberme apoyado en toda mi formación académica y en mis decisiones.

A mi mamá tía Maria Luisa Navarro por apoyarme en mis decisiones y estar siempre conmigo.

A mi papá, tíos y primos por haberme apoyado de alguna u otra forma.

A los Ing. Abimael López, Sergio Velásquez, Enrique Acevedo, Romeo Montepeque, Iván Aguirre, Christian Ufer, Tony Flores por sus consejos y ayuda necesaria, colaborando con sus conocimientos para poder realizar el presente estudio.

Al Dr. Abelino Pitty por demostrarme que las cosas se deben de realizar correctamente, por confiar en mí y brindarme su amistad.

A los ingenieros y personal del Pantaleón, S.A. por brindarme su amistad y colaborar en mi formación.

A mis amigos y compañeros del colegio y del Zamorano por brindarme su amistad y por haber compartido conmigo momentos de alegría y darme ánimos para poder culminar mis estudios.

A toda clase 07 por haber compartido desde los primeros días que llegué a Zamorano.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Al Ingenio Pantaleón S.A. y al programa de becas China Taiwán para formación humana, que sin conocerme confiaron en mí el patrocino de estudios en la Escuela Agrícola Panamericana, ayudando a completar mis metas.

RESUMEN

Navarro, R. 2007 Efectividad de seis mezclas de herbicidas posemergente para el control de coyolillo (*Cyperus rotundus*) en caña de azúcar. Proyecto especial de graduación para el programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 10 p.

Gran parte del área cultivada con caña de azúcar se ve afectada por la incidencia de malezas como el coyolillo (*Cyperus rotundus*), una ciperácea perenne con extenso sistema de rizomas y tubérculos. Los objetivos fueron: Evaluar el control de los herbicidas, la fitotoxicidad en caña de azúcar y el costo de aplicación de los herbicidas. El estudio se realizó de marzo a abril de 2007 en El Ingenio Pantaleón de Guatemala, en la finca Puyumate, en el lote 0128, Municipio de Nueva Concepción, Departamento de Escuintla, Guatemala. Se usó la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) variedad CP 72-2086, las parcelas fueron de cinco surcos (8.75 m) y 10 m de largo. Los tratamientos fueron: Skol[®] 60 WG + Gesapax[®] 50 SC, Krismat[®] 75 WG + 2,4-D, Krismat[®] 75 WG + Weedmaster[®] 46,5 SL, Boral[®] 480 SC + Veloz[®] 40 WG, Baton[®] 80 SP + Gesapax[®] 50 SC, Tordon[®] 30,4 SL + Harness[®] 90. Se tomaron datos cada ocho días a partir de la segunda semana después de la aplicación hasta la semana cinco. El porcentaje de fitotoxicidad sobre el cultivo se determinó mediante la estimación visual a los 9, 20 y 34 días después de la aplicación, que se hizo a los 46 días después de la siembra. Se determinó el costo incurrido por cada mezcla. Se utilizó 90% como umbral aceptable para el control de malezas. El mejor porcentaje de control acumulado a los 32 días lo presentó la mezcla Krismat[®] 75 WG + Weedmaster[®] 46.5 SL (95%), Krismat[®] 75 WG + 2,4-D (90%). A los 32 días hubo diferencia ($p < 0.05$) entre Krismat[®] 75 WG + Weedmaster[®] 46,5 SL y Krismat[®] 75 WG + 2,4-D, no hubo diferencia ($p > 0.05$) entre las mezclas Skol[®] 60 WG + Gesapax[®] 50 SC y Baton[®] 80 SP + Gesapax[®] 50 SC, Tordon[®] 30,4 SL + Harnes[®] 90 y Boral[®] 480 SC + Veloz[®] 40 WG. El menor porcentaje de control fue con Boral[®] 480 SC + Veloz[®] 40 WG (26%). El mayor porcentaje de fitotoxicidad sobre el cultivo a los 9, 20 y 34 días fue con Boral[®] 480 SL + Veloz[®] 40 WG con 27, 38 y 21%, respectivamente, a los 9, 20 y 34 días, existió diferencia ($p < 0.05$) entre Boral[®] 480 SC + Veloz[®] WG y las demás mezclas.

Palabras clave: Efectividad, fitotoxicidad, mezclas.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Hojas de firmas	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Agradecimientos a patrocinadores	vi
Resumen	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros	ix
Índices de figuras.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
RESULTADO Y DISCUSIÓN	5
CONCLUSIONES	8
RECOMENDACIONES	9
LITERATURA CITADA	10

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Herbicidas, ingrediente activo, nombre comercial y dosis de producto comercial utilizadas para el control del Coyolillo (<i>Cyperus rotundus</i>) en caña de azúcar	3
2. Precio de mezclas de herbicidas usados en el experimento.	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Porcentaje acumulado del control de (<i>Cyperus rotundus</i>).....	5
2. Porcentaje de fitotoxicidad de las mezclas de herbicidas.	6

INTRODUCCIÓN

Las malezas tienen gran importancia económica ya que interfieren de manera negativa en muchas de las actividades agrícolas del hombre. Por ejemplo reducen el rendimiento de los cultivos, interfieren en las labores agrícolas, pueden ser venenosas al hombre o los animales domésticos y hay que gastar dinero para su manejo (Pitty 1995).

Gran parte del área cultivada con caña de azúcar se ve afectada por la incidencia de malezas como el coyolillo (*Cyperus rotundus*). Ha sido reportada en más países, regiones y localidades que cualquier otra maleza en el mundo, es una ciperácea perenne que posee un extenso sistema de rizomas y tubérculos, emergen brotes erectos a una altura de 30 cm. La floración ocurre a partir de la tercera a octava semanas después de la emergencia y se cree que generalmente resulta por cortos fotoperiodos de seis a ocho semanas, los brotes están formados de hojas verdes-oscuras y un tallo de sección triangular (Holm 1991). El coyolillo es susceptible a la sombra, por lo que esta maleza es especialmente crítica en las primeras etapas de crecimiento del cultivo (De la Cruz y Gómez 1976).

De los métodos usados para el control de malezas (cultural, mecánico, biológico, químico) el químico es el más utilizado, porque permite (dependiendo de una serie de factores, tales como humedad del suelo, estado de la maleza, tipos de productos, dosis y momentos oportuno de aplicación), eliminar o al menos retrasar el crecimiento durante un periodo considerable sin producir un deterioro significativo del cultivo (Subiros 1995).

El manejo de las malezas, especialmente en cultivos extensivos, está basado en el uso de herbicidas, que son los plaguicidas más usados en la agricultura. Esto se debe a que los herbicidas son efectivos, son relativamente baratos, tienen un retorno de varias veces la inversión y tienen selectividad, o sea su capacidad de matar las malezas sin dañar el cultivo (Pitty 1995).

Los herbicidas son productos químicos fitotóxicos utilizados para destruir plantas indeseables, inhibir o alterar su crecimiento e interferir y malograr la germinación de semillas. Pueden aplicarse de diferentes maneras, de acuerdo a las características especiales de cada uno de ellos, las que permiten establecer grupos de herbicidas con base en sus propiedades selectivas (Gómez 1993).

Es indispensable entender el mecanismo y modo de acción de los herbicidas, para poder diagnosticar el daño causado a las plantas debido a deriva, alta dosificación o residualidad. Los herbicidas causan síntomas reconocibles que se pueden usar para diagnosticar problemas de residualidad. Los síntomas cambian dependiendo del modo de

acción del herbicida, movilidad del herbicida en la planta, lugar en donde se aplica (al suelo o al follaje), estado de crecimiento de la planta al momento de aplicar el herbicida y otros factores ambientales como humedad, luz y temperatura (Pitty 1995).

En la literatura se ha encontrado información sobre la efectividad de ciertos herbicidas posemergentes para el control de coyolillo en caña de azúcar; pero estas investigaciones evalúan el control ejercido por herbicidas aplicados individualmente, no en mezcla (Ralda y Osorio 2005).

Se determinaron las mezclas de herbicidas que fueron más efectivas para el control del coyolillo que causaron menos fitotoxicidad a la caña de azúcar y los costos de aplicación.

El objetivo principal de este ensayo fue evaluar la eficiencia de seis mezclas de herbicidas posemergente para el control del coyolillo. Los objetivos específicos fueron: Evaluar control de los herbicidas, la fitotoxicidad en caña de azúcar y el costo de aplicación de los herbicidas con mayor porcentaje de control.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de marzo a abril de 2007 en El Ingenio Pantaleón de Guatemala, específicamente en la finca Puyumate, en el lote 0128, Municipio de Nueva Concepción, Departamento de Escuintla. El lugar está ubicado a 150 msnm a una latitud de 14° Norte y a una longitud de 90.59° Oeste; la temperatura media anual es de 24°C, la precipitación promedio es de 3500 mm y la humedad relativa oscila entre 40 y 97%.

Se limpió el terreno, se subsoló, se rastreó, se surqueó y se sembró, las mezclas de los herbicidas se aplicaron 46 días después de la siembra. Se usó la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) variedad CP 72-2086, las parcelas (unidad experimental) fueron de cinco surcos (8.75 m) y 10 m de largo.

Cuadro 1. Herbicidas, ingrediente activo, nombre comercial y dosis de producto comercial utilizadas para el control del Coyolillo (*Cyperus rotundus*) en caña de azúcar.

Herbicidas		Dosis de
Ingrediente activo	Nombre comercial	producto comercial/ha
Ethoxysulfuron + Ametrina	Skol [®] 60 WG + Gesapax [®] 50 SC	130 g + 3.00 L
(Trifloxysulfuron + Ametrina) + (Dicamba, 2,4-D)	Krismat [®] 75 WG + Weedmaster [®] 46,5 SL	2.00 kg + 1.00 L
(Trifloxysulfuron + Ametrina) + 2,4-D	Krismat [®] 75 WG + 2,4-D	2.00 kg + 1.50 L
Sulfentrazone + Carfentrazone etil	Boral [®] 480 SC + Veloz [®] 40 WG	2.00 L + 0.50 L
Baton [®] 80 SP + Ametrina	Baton [®] 80 SP + Gesapax [®] 50 SC	1.00 kg + 3.00 L
Picloran + Acetochlor	Tordon [®] 30,4 SL + Harness [®] 90	2.00 L + 2.50 L

La aplicación se hizo el 8 de marzo a las 7:30 a.m, con una temperatura de 20°C, una humedad relativa de 87% y una velocidad del viento de 2 km/h. Se aplicó con bomba de mochila con una capacidad de 16 L, boquillas TF 02VS¹, a una presión de 35 PSI. En todos los tratamientos se utilizó el adherente 810[®] SL² a razón de 8 L en 16 L de agua. Se tomaron datos cada ocho días, a partir de la segunda semana después de la aplicación hasta la semana cinco, ya que en las etiquetas de los herbicidas se especifica que es en la segunda semana después de la aplicación que comienza en control de malezas. Las muestras fueron tomadas en los tres surcos centrales de cada unidad experimental.

En cada unidad experimental se marcó con estacas y cabuyas un cuadrado de 1 × 1 m en la calle entre el tercero y el cuarto surco. En esta área se contó la población inicial de

¹ Boquillas TF 02VS Fabricada por Teejet P.O. Box 7900 Wheaton, Illinois 60189-7900 USA

² Adherente[®] 810 SL Formulado bajo patente y vigilancia de Bayer AG. Alemania por Bayer de Guatemala S.A. 7a. Av. 5-10, Zona 4 Guatemala, C.A.

coyolillo antes de las aplicaciones y a los 8, 16, 24, 32 y 40 días después de la aplicación. Cada coyolillo controlado por el herbicida se arrancó para evitar contarlos otra vez.

El porcentaje de fitotoxicidad en el cultivo se determinó mediante la estimación visual. Los porcentajes de fitotoxicidad (quemaduras) fueron tomados los días 9, 20 y 34 después de la aplicación. Se tomaron veinte plantas al azar, distribuidas en los tres surcos de la parte central de cada parcela, se procedió a estimar el porcentaje de fitotoxicidad de la segunda a la cuarta hoja funcional de cada planta (hoja más joven), en comparación al testigo el cual no fue aplicado.

Se tomó un 90% de control de malezas como umbral aceptable, se determinaron los días controlados por cada mezcla de herbicida y en función al precio de los productos se estableció el costo de aplicación de las mezclas.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados del porcentaje de control de las mezclas de los herbicidas fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias con la prueba Tukey, con un nivel de significancia de <0.05 , usando el programa estadístico Statistical Analysis System V. 2003[®] (SAS) con el propósito de normalizar los datos se usó la transformación de arseno de la raíz cuadrada de los valores porcentuales.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

El porcentaje de control fue determinado por la cantidad de malezas antes de aplicar contrastado con las malezas muertas después de la aplicación. La cobertura de malezas presente en el ensayo fue de amplia dominancia por coyolillo (100%).

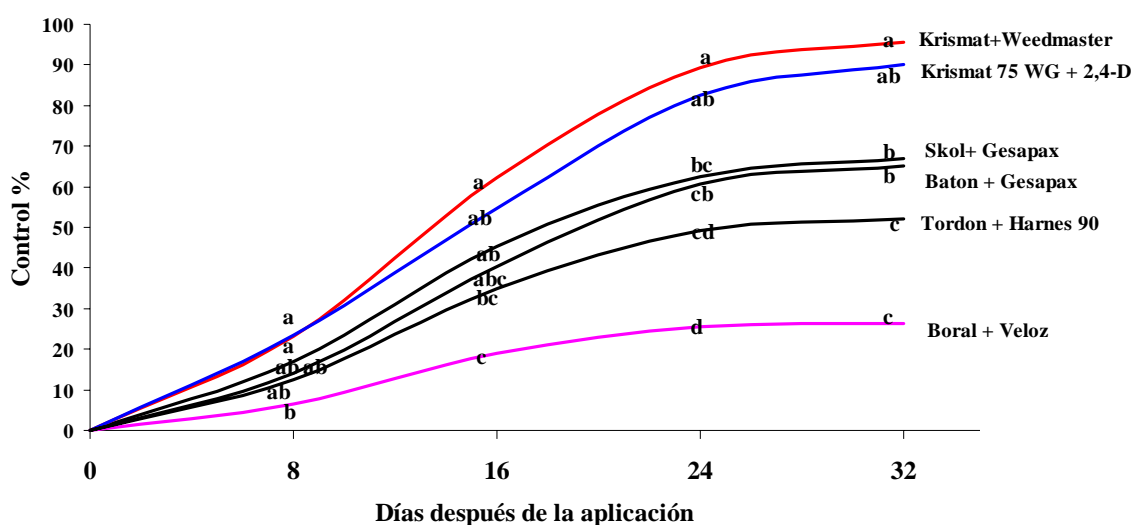


Figura 1. Porcentaje acumulado del control de *Cyperus rotundus*.

§ Skol® 60 WG + Gesapax® 50 SC (Ethoxysulfuron + Ametrina), Krismat® 75 WG + Weedmaster® 46,5 SL (Trifloxysulfuron + Ametrina y Dicamba, 2,4-D), Krismat® 75 WG + 2,4-D (Trifloxysulfuron + Ametrina y 2,4-D), Boral® 480 SC + Veloz® 40 WG (Sulfentrazone + Carfentrazone etil), Baton® 80 SP + Gesapax® 50 SC (Baton 80 SP + Ametrina) y Tordon® 30,4 SL + Harnes® 90 (Picloran + Acetochlor).

El mayor porcentaje de control a los 32 días (Figura 1), se obtuvo con la mezcla Krismat® 75 WG + Weedmaster® 46.5 SL (95%) y Krismat® 75 WG + 2,4-D (90%); por debajo del umbral aceptable (90%) se encontraron las mezclas: Skol® 60 WG + Gesapax® 50 SC (66%), Baton® 80 SP + Gesapax® 50 SC (65%), Tordon® 30,4 SL + Harnes® 90 (52%) El menor porcentaje de control lo obtuvo la mezcla Boral® 480 SC + Veloz® 40 WG (26%).

A los 32 días (Figura 1) hubo diferencia entre Krismat® 75 WG + Weedmaster® 46,5 SL y Krismat® 75 WG + 2,4-D, no hubo diferencia ($p > 0.05$) entre las mezclas Skol® 60 WG + Gesapax® 50 SC y Baton® 80 SP + Gesapax® 50 SC, Tordon® 30,4 SL + Harnes® 90 y Boral® 480 SC + Veloz® 40 WG.

Los resultados obtenidos en este experimento concuerdan con los reportados por Ralda y Osorio (2005) los que obtuvieron (98%) de control con Krismat[®] 75 WG a dosis de 2 kg/ha, resultando el mismo porcentaje de control con las mezclas Krismat[®] 75 WG + Weedmaster[®] 46,5 SL (95%) y Krismat[®] 75 WG + 2,4-D (90%).

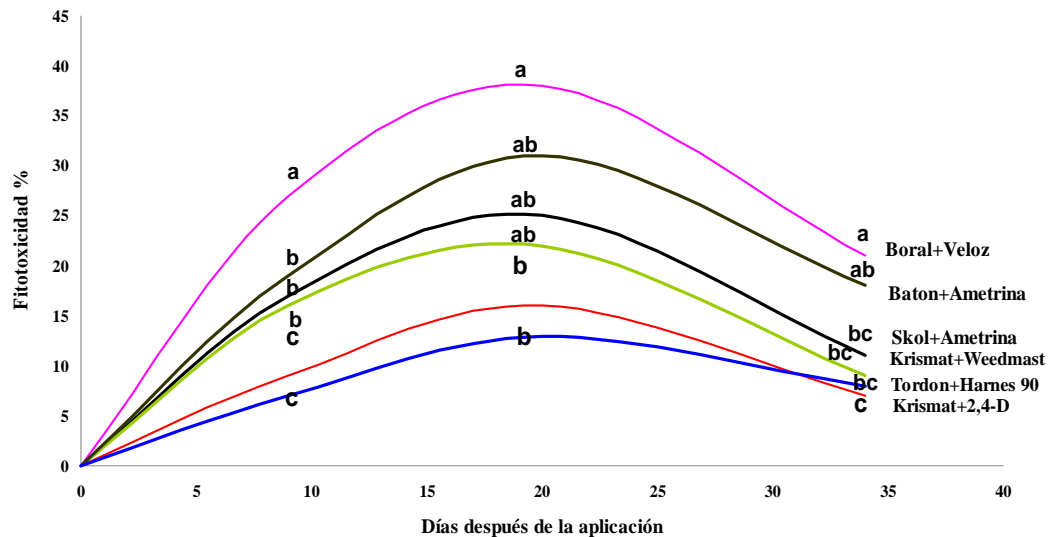


Figura 2. Porcentaje de fitotoxicidad ejercidos por mezclas de herbicidas en caña de azúcar.

§ Skol 60 WG + Gesapax 50 SC (Ethoxysulfuron + Ametrina), Krismat 75 WG + Weedmaster 45,6 SL (Trifloxysulfuron + Ametrina y Dicamba, 2,4-D), Krismat 75 WG + 2,4-D (Trifloxysulfuron + Ametrina y 2,4-D), Boral 480 SC + Veloz 40 WG (Sulfentrazone + Carfentrazone etil), Baton 80 SP + Gesapax 50 SC (Baton 80 SP + Ametrina) y Tordon 30,4 SL + Harness 90 (Picloran + Acetochlor).

El mayor porcentaje de fitotoxicidad (Figura 2) a los 9, 20 y 34 días se tuvo con la mezcla Boral[®] 480 SL + Veloz[®] 40 WG sobre el cultivo, con 27, 38 y 21%, respectivamente. A los 9, 20 y 34 días, existió diferencia significativa ($p < 0.05$) entre Boral[®] 480 SC + Veloz[®] WG y las demás mezclas.

El menor porcentaje de fitotoxicidad a los 9 y 20 días (Figura 2) lo presentó la mezcla Tordon[®] 30.4 SL + Harness[®] 90 con 7 y 13%, respectivamente; al día 34 la mezcla Krismat[®] 75 WG + 2,4-D presentó el porcentaje de fitotoxicidad más bajo (7%). Estadísticamente los datos en los días 9 y 20 son similares ($p > 0.05$) para las mezclas Krismat[®] 75 WG + 2,4-D y Tordon[®] 30.4 SL; en el día 34 existió diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las mezclas Tordon[®] 30.4 SL + Harness[®] 90 y Krisma[®] t 75 WG + 2,4-D.

La mezcla Krismat[®] 75 WG + 2,4-D presentó un costo menor en \$2.02 sobre la mezcla Krismat[®] 75 WG + Weedmaster[®] 45,6 SL (Cuadro 1), ambas mezclas superaron el umbral aceptable de control de coyolillo (90%), pero el uso de la mezcla de Krismat[®] 75 WG + 2,4-D resultaría en un ahorro sustancial en los costos de producción.

Cuadro 2. Precio de mezclas de herbicidas usados en el experimento.

Mezclas de herbicidas [§]	Dosis de producto comercial/ha	Precio/ha \$	Total/ha \$(&)
Krismat [®] 75 WG + Weedmaster [®] 46,5	2 kg + 1 L	33.4 + 5.84	39.24
Krismat [®] 75 WG + 2,4-D	2 kg + 1.5 L	33.4 + 3.83	37.22
Skol [®] 60 WG + Gesapax [®] 50 SC	130 g + 3 L	30.00 + 12.00	42.00
Baton [®] 80 SP + Gesapax [®] 50 SC	1 kg + 3 L	11.68 + 12.00	23.68
Tordon [®] 30.4 SL + Harness [®] 90	2 L + 2.5 L	20.00 + 15.77	35.77
Boral [®] 480 SC + Veloz [®] 40 WG	2 L + 0.5 L	20.4 + 15.00	35.40

[§] Skol[®] 60 WG + Gesapax 50 SC (Ethoxysulfuron + Ametrina), Krismat[®] 75 WG + Weedmaster 46,5 SL (Trifloxysulfuron + Ametrina y Dicamba, 2,4-D), Krismat[®] 75 WG + 2,4-D (Trifloxysulfuron + Ametrina y 2,4-D), Boral[®] 480 SC + Veloz[®] 40 WG (Sulfentrazone + Carfentrazone etil), Baton[®] 80 SP + Gesapax[®] 50 SC (Baton 80 SP + Ametrina) y Tordon[®] 30,4 SL + Harness[®] 90 (Picloran + Acetochlor).

[&] Se incluyo únicamente el precio de los herbicidas ya que el costo de la mano de obra, equipo de aplicación y adherente son los mismos.

CONCLUSIONES

1. La mezcla Krismat[®] 75 WG + 2,4-D, presentó un mayor control de coyolillo, menor porcentaje de fitotoxicidad en el cultivo y menor costo de aplicación que las demás mezclas.
2. Krismat[®] 75 WG + Weedmaster[®] 46,5 y Krismat[®] 75 WG + 2,4-D presentaron un porcentaje de control de coyolillo superior al establecido en el umbral aceptable.
3. La mezcla que causó el mayor porcentaje de fitotoxicidad a los 9, 20 y 34 días después de la aplicación fue Boral[®] 480 SC + Veloz[®] 40 WG.
4. La mezcla con menor costo de aplicación fue Krismat[®] 75 WG + 2,4-D, siendo esta la mezcla utilizada como testigo comercial.

RECOMENDACIONES

1. Continuar estudios sobre la fitotoxicidad de Boral[®] 480 SC + Veloz[®] 40 WG en diferentes variedades de caña de azúcar para determinar si a largo plazo se dan pérdida en rendimiento de tonelaje de caña.
2. Evaluar la calidad de las aguas utilizadas para las aplicaciones.
3. Realizar investigaciones más detalladas acerca del antagonismo y sinergismo que ejercen las mezclas de los herbicidas.

LITERATURA CITADA

De La Cruz, R. y Gómez, C. 1976 Alternativa para el control de coquito (*Cyperus rotundus*) en maíz y sorgo. VIII Seminario Comalfi, Resúmenes. Barranquilla, Colombia. 2 p.

Gómes, J. 1993 Control químico de malezas. Trillas. México. 250 p.

Holm, L. 1997. The world's worst weeds. University of Hawaii Press. 609 p.

Pitty, A. 1995. Modo de acción y Síntomas de Fitotoxicidad de los Herbicidas. Zamorano Academic Press, Honduras. 63 p.

Ralda, G.; Osorio, A. 2005 Evaluación sobre la efectividad de control de coyolillo (*Cyperus rotundus*) con diferentes productos en pre-emergencia en el cultivo de la caña de azúcar. Departamento de Investigación, Corporación Pantaleón. 8 p.

Subirós R, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica. Editorial Universal Estatal a distancia. 600 p.