

**Evaluación del control químico de *Rottboellia
cochinchinensis* en caña de azúcar planta en el
Ingenio San Antonio,
Nicaragua**

Christian Alejandro Chiriboga Cevallos

**Honduras
Diciembre, 2002**

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Evaluación del control químico de *Rottboellia cochinchinensis* en caña de azúcar planta en el Ingenio San Antonio, Nicaragua

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero en Ciencia y Producción Agropecuaria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Christian Alejandro Chiriboga Cevallos

Honduras
Diciembre, 2002

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.

Christian Alejandro Chiriboga Cevallos

Honduras
Diciembre, 2002

**Evaluación del control químico de *Rottboellia cochinchinensis*
en caña de azúcar planta en el Ingenio San Antonio, Nicaragua.**

presentado por:

Christian Alejandro Chiriboga Cevallos

Aprobada:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción
Agropecuaria

Jaime Vega, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Alfredo Rueda, Ph.D.
Coordinador Área Temática
Fitotecnia

Mario Contreras, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios.

A mi madre Rita y a mi segundo padre Carlos.

A mis hermanos Karla y Juan Pablo.

A la memoria de mi abuelo Eduardo.

A toda mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme e iluminarme en todo momento y por permitirme llegar hasta donde he llegado.

A mi madre Rita por su esfuerzo, confianza, cariño y apoyo incondicional en todo momento de mi vida. A Carlos por ser mi referente de trabajo, dedicación y amor al trabajo, sin su ayuda no hubiese podido lograrlo.

A mis hermanos Karla y Juan Pablo por su apoyo y cariño en todo momento.

A Abelino Pitty y Mario Bustamante por sus consejos y el apoyo para culminar con éxitos mis estudios en Zamorano.

A Jaime Vega por su apoyo en toda la logística y ayuda brindada para la realización de este estudio.

A Raúl Espinal por su tiempo, orientaciones y ayuda en los análisis estadísticos.

A Donald y Carlos por su valiosa ayuda y consejos, pero más que todo por su verdadera amistad.

A todos mis amigos y colaboradores del Departamento de Investigación Agrícola del Ingenio San Antonio: José Manuel, Edgar, Karla, Freddy, Romel, Julio V., Julio G.

Al personal del Subproceso de Control de Malezas y Fertilización del Ingenio San Antonio por toda la información que contribuyó a la realización de este estudio.

A William Moncada por su apoyo en la realización de este trabajo y a toda su maravillosa familia por convertirse en mi segundo hogar durante mi estadía en Nicaragua.

A todos mis amigos que de una u otra forma contribuyeron en la realización de este estudio.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A la Fundación Privada Wilson Popenoe por el financiamiento brindado durante mi primer año en Zamorano.

Al Instituto Ecuatoriano de Crédito Estudiantil (IECE) por el financiamiento brindado durante mis primeros años en Zamorano.

A Zamorano por la ayuda económica brindada durante mi segundo y tercer año.

Al Gobierno de Bélgica por la ayuda económica brindada para finalizar mis estudios en Zamorano.

A Monsanto por su ayuda económica durante mi cuarto año.

RESUMEN

Chiriboga Cevallos Christian Alejandro. 2002. Evaluación del control químico de *Rottboellia cochinchinensis* en caña de azúcar planta en el Ingenio San Antonio, Nicaragua. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 23 p.

Rottboellia cochinchinensis, comúnmente llamada caminadora, es considerada como una de las peores malezas en el cultivo de caña de azúcar debido a su alto potencial de invasión. El objetivo de este estudio fue evaluar el control químico de la caminadora en caña de azúcar mediante el uso de mezclas de herbicidas, dosis y boquillas. Se realizaron tres experimentos de enero a abril de 2002 en los plantíos de caña del Ingenio San Antonio, Nicaragua. Se usó un diseño estadístico completamente al azar con tres repeticiones y compuesto por diferentes tamaños de caminadora para el primer y tercer experimento y por dos boquillas para el segundo. En el primer experimento se evaluaron 10 mezclas de herbicidas en caminadora de 1-2, 2-3 ó 4-5 hojas y en el segundo tres mezclas aplicadas después de las labores de cultivo y fertilización con las boquillas TF Turboflood jet 2.5 y Teejet 15004. En los dos experimentos se evaluó la fitotoxicidad a la caña. Hubo un mayor control con todos los herbicidas cuando la caminadora tenía 1-2 hojas. Esto se pudo deber al tamaño pequeño de la maleza que es más fácil controlarla porque hay mayor absorción y es más sensitiva al herbicida. El mayor control en los tres tamaños fue con las mezclas Prowl -500 EC + Igran 50 SC, Harness 90 EC + Igran 50 SC y Command 48 EC + Gesapax 80 WG. Se tuvo mayor control con la boquilla TF Turboflood jet 2.5 que con la boquilla Teejet 15004. Los efectos de deriva se pudieron haber reducido debido a un mayor tamaño de gota logrando así una mayor cobertura con la boquilla TF Turboflood jet 2.5. Para el primer y segundo experimento no hubo fitotoxicidad, con excepción del Command 48 EC (0.68 kg i.a/ha) que causó albinismo a la caña. En el tercer experimento se evaluaron cuatro boquillas en caminadora de 2-3 ó 3-4 hojas usando Prowl -500 EC + Terbutrex 50 SC. Cuando la caminadora tenía 2-3 hojas la boquilla XR 8004 VB tuvo un mayor control que la 8003 E. Esto se pudo deber a la descarga y tamaño de gota que están relacionados con la cantidad de herbicida que puede llegar a la planta y ser absorbido por ésta. No hubo diferencia en control entre la XR 8004 VB y la TK-VS Flood Jet 2.5 que tiene las mismas características que la TF Turboflood jet 2.5.

Palabras clave: Boquilla, densidad de caminadora, fitotoxicidad, herbicida, maleza, *Saccharum officinarum*.

NOTA DE PRENSA

¿COMO MEJORAR EL CONTROL DE LA CAMINADORA EN CAÑA DE AZÚCAR?

Desde enero hasta abril de 2002, se realizó un estudio compuesto por tres experimentos en el Ingenio San Antonio, Nicaragua, con el objetivo de evaluar el control químico de la caminadora. Al final del estudio se determinó que para mejorar su control es importante considerar su tamaño, las mezclas de herbicidas y el tipo de boquilla a usar.

En el primer experimento, se evaluaron 10 mezclas de herbicidas según el tamaño de la caminadora (1 y 2, 2 y 3 ó 4 y 5 hojas) y la fitotoxicidad causada a la caña. Se encontró que el mayor control fue de todas las mezclas cuando la caminadora tenía 1 y 2 hojas. Esto nos indica que con un menor tamaño, la caminadora puede llegar a ser mejor controlada ya que cuando es joven es más sensitiva al herbicida y lo absorbe en mayor cantidad. Los herbicidas que mostraron mayor control con los tres tamaños de caminadora fueron: Prowl –500 EC + Igran 50 SC, Harness 90 EC + Igran 50 SC y Command 48 EC + Gesapax 80 WG.

Para el segundo experimento, se evaluó la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña por tres mezclas de herbicidas aplicadas después de las labores de cultivo y fertilización con las boquillas TF Turboflood jet 2.5 y Teejet 15004. Los herbicidas tuvieron un buen control con un tamaño de caminadora pequeño (1 y 2 hojas). Además se obtuvo mayor control con la boquilla TF Turboflood jet 2.5 usando las tres mezclas de herbicidas. La TF Turboflood jet 2.5 es una boquilla de inundación que produce gotas grandes reduciendo el efecto de la deriva, es posible que con esta boquilla se haya incrementado la cantidad de herbicida aplicado hacia la caminadora y esto podría explicar su mayor control.

En el primero y segundo experimento no se observaron síntomas de fitotoxicidad a la caña, con excepción de los tratamientos donde se aplicó Command 48 EC que causó albinismo a la caña debido a su ingrediente activo el clomazone (0.68 kg i.a/ha).

Para el tercer experimento, se evaluaron cuatro boquillas según el tamaño de la caminadora, 2 y 3 ó 3 y 4 hojas usando la mezcla Prowl –500 EC + Terbutrex 50 SC. Cuando la caminadora tenía 2 y 3 hojas, la boquilla XR 8004 VB tuvo mayor control que la 8003 E. La descarga y tamaño de gota pudieron influir en la cantidad de herbicida que puede llegar a la planta y ser absorbido por ésta. No hubo diferencias en control entre la XR 8004 VB y la TK-VS Flood Jet 2.5 que tiene las mismas características que la TF Turboflood jet 2.5.

CONTENIDO

	Portada.....	i
	Portadilla.....	ii
	Autoría.....	iii
	Página de firmas.....	iv
	Dedicatoria.....	v
	Agradecimientos.....	vi
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vii
	Resumen.....	viii
	Nota de prensa.....	ix
	Contenido.....	x
	Índice de cuadros.....	xii
	Índice de anexos.....	xiii
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.1.1	Objetivo General.....	2
1.1.2	Objetivos Específicos.....	2
1.1.2.1	Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de diez mezclas de herbicidas sobre tres tamaños de caminadora.....	2
1.1.2.2	Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña de tres mezclas de herbicidas aplicados después de las labores de cultivo y fertilización usando dos tipos de boquillas.....	2
1.1.2.3	Evaluación de cuatro boquillas según el tamaño de la maleza usando la mezcla Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC.....	2
2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1	Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de diez mezclas de herbicidas sobre tres tamaños de caminadora.....	3
2.2	Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña de tres mezclas de herbicidas aplicados después de las labores de cultivo y fertilización usando dos tipos de boquillas.....	5
2.3	Evaluación de cuatro boquillas según el tamaño de la maleza usando la mezcla Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC.....	6
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
3.1	Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de diez mezclas de herbicidas sobre tres tamaños de caminadora.....	7
3.2	Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña de tres mezclas de herbicidas aplicados después de las labores de cultivo y fertilización usando dos tipos de boquillas.....	10

3.3	Evaluación de cuatro boquillas según el tamaño de la maleza usando la mezcla Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC.....	15
4	CONCLUSIONES	17
4.1	Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de diez mezclas de herbicidas sobre tres tamaños de caminadora.....	17
4.2	Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña de tres mezclas de herbicidas aplicados después de las labores de cultivo y fertilización usando dos tipos de boquillas.....	17
4.3	Evaluación de cuatro boquillas según el tamaño de la maleza usando la mezcla Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC.....	18
5.	RECOMENDACIONES	19
6.	BIBLIOGRAFÍA	20
7.	ANEXOS	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pag.
1. Descripción de las mezclas de herbicidas y dosis usada, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.....	4
2. Descripción de las mezclas de herbicidas y dosis usadas después de las labores de cultivo y fertilización, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.....	6
3. Control de caminadora con 1-2 y 2-3 hojas, los porcentajes son el promedio de las evaluaciones a los 15 y 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.....	8
4. Porcentajes promedio de control de caminadora con 4-5 hojas de los 15 y 25 días después de la aplicación (dda), Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.....	9
5. Evaluación de fitotoxicidad cuando la caminadora tenía 1-2, 2-3 ó 4-5 hojas totalmente expandidas a los 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.....	11
6. Control de caminadora con 1-2 hojas, los porcentajes son el promedio de las evaluaciones a los 15 y 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.....	12
7. Evaluación de fitotoxicidad cuando la caminadora tenía 1-2 hojas totalmente expandidas a los 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.....	14
8. Control de caminadora con 2-3 y 3-4 hojas usando diferentes boquillas, los porcentajes de control son el promedio de las evaluaciones a los 15 y 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.....	16

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°		Pag.
1.	Costo de herbicidas utilizados para el control de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> en el Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.....	23

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas presentados en los plantíos de caña de azúcar del Ingenio San Antonio (ISA) en Nicaragua, ha sido el control de *Rottboellia cochinchinensis*, maleza comúnmente llamada caminadora. Esta gramínea anual, la más temida en su especie debido a su alto potencial de invasión, se caracteriza por tener una producción prolífica de semillas con germinación escalonada y desarrollo rápido de las plántulas. Una sola planta establecida en el campo es capaz de producir millares de semillas viables y en poco tiempo se puede multiplicar enormemente (Shenk y Fisher, 1988). Este tipo de germinación le permite no emerger cuando los efectos de los tratamientos de herbicidas ocurren (Arévalo y Bertoncini, 2001). En varios de los plantíos del ISA se ha comportado de una forma muy agresiva, debido a esto, uno de los métodos más utilizados para el control de esta maleza ha sido el químico. Este método es el más usado en el cultivo de la caña de azúcar porque permite (dependiendo de una serie de factores, tales como humedad del suelo, estado de la maleza, tipos de productos, dosis y momento oportuno de aplicación), eliminar, o al menos retrasar, el crecimiento de las malezas durante un período considerable sin producir un deterioro significativo en la planta de caña (Subiros, 1995).

Hay varios herbicidas que dan un control aceptable de *R. cochinchinensis* en caña de azúcar, aunque los reportes no siempre concuerdan. En Cuba, se reportó que diuron mezclado con bromacilo en preemergencia (2.4 + 0.8 kg/ha) o diuron + prometrina en preemergencia la controlaron. Ambos tratamientos causaron un amarillamiento del cultivo, pero no redujo el rendimiento. En Australia, hexazinona mezclado con diuron, en preemergencia, dio buen control, lo cual no aconteció con diuron solo. Asimismo hubo un excelente control aplicando 1 kg/ha de hexazinona en preemergencia (Shenk y Fisher, 1988). En Louisville, Mississippi, se realizaron varias pruebas de campo entre 1998 y 1999 con clomazone y sulfentrazone en caña de azúcar. El clomazone demostró excelente control (88–95%) a 1.4 kg/ha. Con esta misma dosis, 20 días después del tratamiento, se observó 23-30% de clorosis en el cultivo. Sin embargo, 40 días después, la clorosis fue menos del 10%, indicando una rápida recuperación de la caña (Mitchell, 2002). De igual forma, según Millhollon (1993) en USA, se realizaron experimentos con aplicaciones preemergentes de pendimetalina y prodiamina a una dosis de 3.4 kg/ha y 2.2 kg/ha para el control de caminadora. Los resultados obtenidos fueron controles de 78 a 94% para pendimetalina y de 83 a 91% para la prodiamina.

El tipo de boquillas que usualmente se emplean en el cultivo de caña de azúcar son la 8002, 8003 ó TK3 y el volumen de aplicación más común es de 200 ó 380 L/ha. El uso de aplicaciones de bajo volumen con equipo manual no es frecuente (Subiros, 1995).

El rendimiento potencial de caña es significativamente perjudicado por el efecto de competencia establecida por la caminadora y tal perjuicio es proporcional al tiempo de convivencia con el cultivo. Se dan pérdidas de rendimiento del 100, 60 y 45% cuando los días de convivencia son 360, 60 y 45 días, respectivamente (Arévalo y Bertoncini, 1994). La velocidad de crecimiento de la caña es lenta al inicio del ciclo; por el contrario, el crecimiento de las malezas es rápido y vigoroso, situación que pone en desventaja a la caña durante la primera fase del desarrollo (Subiros, 1995). Con el fin de encontrar el mejor control químico para las primeras etapas de crecimiento, el proceso de Investigación Agrícola del ISA ha probado varias mezclas de herbicidas recomendadas por las casas de agroquímicos y es debido a esta continua búsqueda de nuevas opciones que este estudio se llevó a cabo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Evaluar el control químico de *Rottboellia cochinchinensis* en caña de azúcar planta usando diferentes mezclas de herbicidas, dosis y boquillas.

1.1.2 Objetivos Específicos

1.1.2.1 Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de diez mezclas de herbicidas sobre tres tamaños de caminadora.

Determinar la mejor mezcla de herbicidas cuando la caminadora tenía 1-2, 2-3 ó 4-5 hojas totalmente expandidas.

Evaluar si los herbicidas utilizados son fitotóxicos a la caña.

1.1.2.2 Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de tres mezclas de herbicidas aplicados después de las labores de cultivo y fertilización usando dos tipos de boquillas.

Determinar la mejor mezcla de herbicidas cuando la caminadora tenía 1-2 hojas con dos boquillas: TF Turboflood jet 2.5 y Teejet 15004.

Evaluar si los herbicidas utilizados son fitotóxicos a la caña.

1.1.2.3 Evaluación de cuatro boquillas según el tamaño de la maleza usando la mezcla Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC.

Determinar la mejor boquilla en el control caminadora cuando ésta tenía 2-3 ó 3-4 hojas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre enero y marzo de 2002 en el Ingenio San Antonio (ISA), a 120 km al norte de Managua, Nicaragua. El ISA está localizado a 12° de latitud, 87° de longitud y a una altitud de 30 msnm. La zona tiene una estación seca de noviembre a abril y una estación lluviosa de mayo a octubre. El promedio anual de precipitaciones es de 1965 mm y la media anual mínima y máxima de temperaturas son 22 y 33° C¹, respectivamente.

Este estudio está compuesto por tres experimentos sobre el control químico de *Rottboellia cochinchinensis*. En el primer experimento se evaluó la efectividad de diez mezclas de herbicidas según el tamaño de la maleza y la fitotoxicidad causada a la variedad Canal Point (CP) 72-2086. En el segundo experimento se evaluaron tres mezclas usadas en el primer experimento, se aplicaron a los 48 días después de siembra (dds), próxima al cierre de la caña de azúcar. Se evaluó de igual forma la fitotoxicidad causada a la caña por los herbicidas. Para el tercer experimento se evaluaron cuatro boquillas de abanico, según el tamaño de la maleza usando una mezcla de herbicidas.

Los datos obtenidos en los tres experimentos se analizaron con el programa “Statistical Analysis System” (SAS) versión 8. Se usó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones y compuesto por diferentes tamaños de caminadora para el primer y tercer experimento y por dos tipos de boquillas para el segundo. En los tres experimentos, se hizo un análisis de varianza y un análisis de separación de medias mediante la prueba estadística de SNK. La significación para las variables en estudio fue a $P \leq 0.05$. En el primer experimento, cuando la caminadora tenía 4-5 hojas, se realizó un análisis de varianza y separación de medias por fecha de evaluación. Esto debido a que la interacción entre los tratamientos y la fecha de evaluación fue significativa ($P \leq 0.05$). Para evaluar las variables de altura de tallos y número de hojas en los dos primeros experimentos, se hizo un análisis de contrastes y se comparó el testigo limpio con el resto de los tratamientos.

2.1 Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de diez mezclas de herbicidas sobre tres tamaños de caminadora.

Se evaluaron 10 mezclas de herbicidas (Cuadro 1) en el plantío Bananera # 3 código 12033 de 1.5 ha. Los herbicidas fueron aplicados cuando la caminadora tenía 1-2 hojas, 2-3 hojas ó 4-5 hojas totalmente expandidas. Estos tamaños de malezas correspondieron a 7, 11 y 19 dds.

¹ Datos climatológicos 1997-2002 en la estación plantel del Ingenio San Antonio, Nicaragua.

Cuadro 1. Descripción de las mezclas de herbicidas y dosis usada, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.

Nombre común y dosis (kg i.a./ha)	Herbicidas	Dosis
	Nombre comercial	Producto comercial/ha
Diuron +Hexazinona (1.20 + 0.46)	Velpar K 60 WG	2.83 kg
Pendimetalina + Ametrina (1.42 + 1.54)	Prowl -500 EC + Gesapax 80 WG	2.83 L + 1.93 kg
Pendimetalina + Terbutrina (1.42 + 2.13)	Prowl -500 EC + Igran 50 SC	2.83 L + 4.25 L
Hexazinona + Ametrina (0.48 + 1.54)	Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG	0.64 kg + 1.93 kg
Hexazinona + Diuron (0.48 + 1.54)	Velpar 75 WG + Karmex 80 WG	0.64 kg + 1.93 kg
Metribuzina + Diuron (0.99 + 1.70)	Sencor 70 WP + Karmex80 WG	1.42 kg + 2.13 kg
Acetochlor + Ametrina (2.55 + 1.54)	Harness 90 EC + Gesapax 80 WG	2.83 L + 1.93 kg
Acetochlor + Terbutrina (2.55 + 2.13)	Harness 90 EC + Igran 50 SC	2.83 L + 4.25 L
Clomazone + Ametrina (0.68 + 1.54)	Command 48 EC + Gesapax 80 WG	1.42 L + 1.93 kg
Trifloxysulfuron sodio + Ametrina	Krismat †	1.98 kg

† Aditivo LI 700 a 0.25% (volumen:volumen)

Cuando la caminadora tenía 1-2 hojas no se usó el herbicida Krismat debido a las recomendaciones de la casa fabricante. Sin embargo, fue utilizado cuando la caminadora tenía 2-3 ó 4-5 hojas; además fue el único que se combinó con el emulsificante LI700 con una dosis de 25 ml por litro. En todas las aplicaciones se usó una bomba de mochila Jacto con capacidad para 20 L y una boquilla turbo de inundación (TF turboflood jet 2.5) con una cobertura de 1.5 m. Se aplicaron 283 L/ha y se cronometró la velocidad de aplicación para cada unidad experimental.

Las dos primeras aplicaciones fueron el 25 y 29 de enero y la tercera el 6 de febrero de 2002. Se realizaron dos evaluaciones para cada momento de aplicación, una a los 15 días y la otra a los 25 días después de aplicación (dda); los resultados de estas evaluaciones fueron promediados. Durante las evaluaciones se contó el número de caminadoras por metro cuadrado de cada testigo de todo el experimento. Se llegó a tener densidades desde 85 plantas/m² a los 22 días después de siembra (dds) hasta 440 plantas/m² a los 32 dds y en promedio en los tres momentos de aplicación 240 plantas/m². Estos datos mostraron la alta infestación de caminadora.

Para la evaluación del control de malezas, se utilizó un método de control visual usando escalas porcentuales, donde 0% es ningún control y 100% es control total, todas estas comparadas con el testigo sucio de cada parcela (Frans y Talbert, 1977).

En las evaluaciones de fitotoxicidad se tomó una muestra en cada uno de los dos surcos centrales de cada unidad experimental. Las muestras fueron tomadas en un metro lineal de cada surco y se midieron dos variables: altura de los tallos y número de hojas.

Se usó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo y compuesto por tres tamaños de caminadora. El primero cuando la caminadora tenía 1-2 hojas, el segundo 2-3 hojas y el tercero 4-5 hojas totalmente expandidas. El número total de tratamientos fue 35, de los cuales 29 constaban de aplicación de herbicidas, tres con deshierba mecánica con machete y tres de testigo enmalezado, donde no se realizó control de maleza. Cada unidad experimental medía 9 m × 15 m.

2.2 Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de tres mezclas de herbicidas aplicados después de las labores de cultivo y fertilización usando dos tipos de boquillas.

Con base en los resultados del primer experimento, se decidió utilizar tres de las mejores mezclas de herbicidas para evaluarlas en un nuevo experimento. Este se ubicó en el mismo plantío Bananera # 3 código 12033 y se aplicaron las tres mezclas usando la boquilla TF turboflood jet 2.5 y la Teejet 15004 boquilla de abanico de doble salida.

La densidad de plantas de caminadora con 1-2 hojas totalmente expandidas era baja, al momento de aplicación, aproximadamente 10 plantas/m². El herbicida Igran 50 SC fue remplazado por un herbicida genérico, Terbutrex 50 SC, de la casa fabricante Magan (Mercado de Agroquímicos de Argentina), éste tiene la misma cantidad de ingrediente activo. Se aplicó el experimento el 7 de marzo de 2002, usando una bomba de mochila Jacto con capacidad para 20 L y se descargó 283 L/ha. De igual forma que en el primer experimento se cronometró la velocidad de aplicación para cada unidad experimental. Se realizaron dos evaluaciones, a los 15 y 25 dda, y los resultados fueron promediados. Se usó el mismo método de control visual del primer experimento. Para las evaluaciones de fitotoxicidad de la variedad comercial CP 72-2086 sembrada el 30 de enero de 2002, se tomó una muestra en un metro lineal de cada uno de los dos surcos centrales de cada unidad experimental y se midieron las variables: altura de los tallos y número de hojas.

Se usó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, se utilizaron las boquillas TF Turboflood jet 2.5 y Teejet 15004. El número total de tratamientos fue 10, de los cuales seis constaban de aplicación de herbicidas, dos con deshierba mecánica con machete y dos de testigo enmalezado, donde no se realizó control de maleza. Cada unidad experimental medía 9 m × 15 m. Las mezclas de herbicidas y las boquillas fueron comparadas usando una separación de medias mediante la prueba estadística SNK.

Cuadro 2. Descripción de las mezclas de herbicidas y dosis usadas después de las labores de cultivo y fertilización, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.

Nombre común y dosis (kg i.a./ha)	Herbicidas	Dosis
	Nombre comercial	Producto comercial/ha
Pendimetalina + Terbutrina (1.42 + 1.42)	Prowl –500 EC + Terbutrex 50 SC	2.83 L + 2.83 L
Acetochlor + Terbutrina (2.55 + 1.42)	Harness 90 EC + Terbutrex 50 SC	2.83 L + 2.83 L
Clomazone + Ametrina (0.68 + 1.54)	Command 48 EC + Gesapax 80 WG	1.42 L + 1.93 kg

2.3 Evaluación de cuatro boquillas según el tamaño de la maleza usando la mezcla Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC.

El experimento fue establecido en el plantío Bananera # 4 código 12053 donde se evaluaron cuatro boquillas. Se realizaron dos aplicaciones según el tamaño de la maleza, la primera a los 10 dds (cuando la caminadora tenía 2-3 hojas totalmente expandidas) y la segunda a los 15 dds (cuando tenía 3-4 hojas totalmente expandidas). Se usaron cuatro boquillas: la TF Turboflood jet 2.5 y la TK-VS Flood jet 2.5 con características similares en descarga y ancho de cobertura, la XR 8004 VB de rango extendido o amplio espectro y la Teejet 8003 E boquilla de abanico uniforme. Se usó la mezcla Pendimetalina + Terbutrina con 1.4 kg i.a./ha para cada herbicida. La primera aplicación fue el 9 y la segunda el 13 de febrero de 2002, en las dos se usó la misma bomba de mochila Jacto con capacidad para 20 L y se aplicaron 283 L/ha.

Cuando la caminadora tenía 2-3 ó 3-4 hojas, se realizaron evaluaciones a los 15 y 25 dda; los resultados fueron promediados. El promedio de las densidades de plantas de caminadora en los testigos sucios del experimento fue de 35 plantas/m² demostrando una baja infestación de caminadora comparada con las densidades encontradas en el plantío bananera # 3 código 12033 del primer experimento.

Se usó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo y compuesto por dos tamaños de caminadora. El primero cuando la caminadora tenía 2-3 hojas y el segundo con 3-4 hojas totalmente expandidas. El número total de tratamientos fue 12, de los cuales ocho constaban de aplicación de herbicidas, dos con deshierba mecánica con machete y dos de testigo enmalezado, donde no se realizó control de maleza. Cada unidad experimental medía 9 m × 15 m.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de diez mezclas de herbicidas sobre tres tamaños de caminadora.

El control de caminadora con 1-2 hojas totalmente expandidas fue entre 75 y 94% para ocho de las nueve mezclas de herbicidas, con excepción de la mezcla de Metribuzina + Diuron que tuvo un control de 55% (Cuadro 3). No se encontraron diferencias significativas entre las mezclas de herbicidas Prowl – 500 EC + Gesapax 80 WG, Prowl – 500 EC + Igran 50 SC, Harness 90 EC + Gesapax 80 WG, Harness 90 EC + Igran 50 SC ni Command 48 EC + Gesapax 80 WG. Su control en el tiempo (porcentajes promedio de las evaluaciones a los 15 y 25 dda) fue superior al 88%. La mezcla Sencor 70 WP + Karmex 80 WG mostró el menor control (55%).

El buen control de la mayoría de los herbicidas se pudo deber al momento de aplicación realizado con preemergencia total de caña planta, pero con una emergencia de caminadora donde las plantas tenían de 1-2 hojas totalmente expandidas. Según Pitty (1997) las hojas jóvenes absorben mayor cantidad de herbicida que las hojas maduras y viejas que no lo hacen ya que tienen una cutícula más gruesa. Además el buen control de las cinco mejores mezclas se puede atribuir al mecanismo combinado de acción de los herbicidas. Prowl y Harness son inhibidores del crecimiento de las raíces, Command inhibidor de la síntesis de pigmentos con Gesapax e Igran inhibidores de la fotosíntesis. Con la mezcla Sencor + Karmex el menor control se pudo deber a la falta de un surfactante, a la dosis o a la cantidad de agua usada. Según Creach *et al.* (2002), se han obtenido muy buenos controles de caminadora hasta 60 días después de la aplicación con Sencor a 3 kg/ha de producto comercial (p.c.) y con la mezcla Sencor + Diuron a 1+3 kg/ha de p.c. Sin embargo, se recomienda en post-pre emergencia temprana el empleo de un surfactante a 0.25 L/ha en aplicaciones terrestres.

El control de caminadora con 2-3 hojas completamente expandidas fue entre 45 y 88 %, la mezcla Metribuzina + Diuron continuó con la misma tendencia mostrando el menor control 19% (Cuadro 3). No existieron diferencias significativas entre las mezclas Prowl – 500 EC + Igran 50 SC, Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG y Harness 90 EC + Igran 50 SC que fueron las que tuvieron mayor control de la caminadora. Los resultados de control obtenidos con el herbicida Igran, al igual que cuando la caminadora tenía 1-2 hojas totalmente expandidas, se pudieron deber a la dosis usada que fue 1.4 L (p.c) más que la dosis recomendada por hectárea 2.8 L (p.c). El control de la mezcla Sencor + Karmex siguió con la misma tendencia mostrando el menor control.

Cuadro 3. Control de caminadora con 1-2 y 2-3 hojas, los porcentajes son el promedio de las evaluaciones a los 15 y 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua 2002.

Nombre comercial	Nombre común	Dosis (kg i.a./ha)	Tamaño de caminadora (# hojas)	
			1-2	2-3
			%	
Velpar K 60 WG	Diuron +Hexazinona	1.20 + 0.46	84 bc [‡]	49 d
Prowl –500 EC + Gesapax 80 WG	Pendimetalina + Ametrina	1.42 + 1.54	92 a	61 bcd
Prowl –500 EC + Igran 50 SC	Pendimetalina + Terbutrina	1.42 + 2.13	94 a	88 a
Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG	Hexazinona + Ametrina	0.48 + 1.54	82 c	78 ab
Velpar 75 WG + Karmex 80 WG	Hexazinona + Diuron	0.48 + 1.54	75 d	45 d
Sencor 70 WP + Karmex80 WG	Metribuzina + Diuron	0.99 + 1.70	55 e	19 e
Harness 90 EC + Gesapax 80 WG	Acetochlor + Ametrina	2.55 + 1.54	88 ab	58 cd
Harness 90 EC + Igran 50 SC	Acetochlor + Terbutrina	2.55 + 2.13	88 abc	79 ab
Command 48 EC + Gesapax 80 WG	Clomazone + Ametrina	0.68 + 1.54	93 a	70 bc
Krismat †	Trifloxysulfuron sodio + Ametrina			56 cd
C.V.			8	20

† Aditivo LI 700 a 0.25% (volumen:volumen)

‡ Los promedios en una misma columna seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes según prueba SNK P≤0.05.

Cuadro 4. Porcentajes promedio de control de caminadora con 4-5 hojas de los 15 y 25 días después de la aplicación (dda), Ingenio San Antonio , Nicaragua, 2002.

Nombre comercial	Nombre común	Dosis (kg i.a./ha)	dda	
			15	25
			%	
Velpar K 60 WG	Diuron +Hexazinona	1.20 + 0.46	42 bc [‡]	23 bc
Prowl –500 EC + Gesapax 80 WG	Pendimetalina + Ametrina	1.42 + 1.54	43 bc	33 bc
Prowl –500 EC + Igran 50 SC	Pendimetalina + Terbutrina	1.42 + 2.13	85 a	83 a
Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG	Hexazinona + Ametrina	0.48 + 1.54	67 ab	57 abc
Velpar 75 WG + Karmex 80 WG	Hexazinona + Diuron	0.48 + 1.54	32 c	10 c
Sencor 70 WP + Karmex80 WG	Metribuzina + Diuron	0.99 + 1.70	20 c	17 bc
Harness 90 EC + Gesapax 80 WG	Acetochlor + Ametrina	2.55 + 1.54	42 bc	37 bc
Harness 90 EC + Igran 50 SC	Acetochlor + Terbutrina	2.55 + 2.13	83 a	77 a
Command 48 EC + Gesapax 80 WG	Clomazone + Ametrina	0.68 + 1.54	79 a	63 ab
Krismat [†]	Trifloxysulfuron sodio + Ametrina		68 ab	22 bc
C.V.			25	46

[†] Aditivo LI 700 a 0.25% (volumen:volumen)

[‡] Los promedios en una misma columna seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes según prueba SNK P≤0.05.

El control de caminadora con 4-5 hojas completamente expandidas fue entre 20-85% y 10-83% en las evaluaciones a los 15 y 25 dda, respectivamente. El control fue más bajo para la mayoría de mezclas en comparación con el control cuando la caminadora tenía 1-2 ó 2-3 hojas. En la evaluación a los 15 dda no se encontraron diferencias estadísticas entre las mezclas Prowl –500 EC + Igran 50 SC, Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG, Harness 90 EC + Igran 50 SC, Command 48 EC + Gesapax 80 WG ni Krismat que fueron las que tuvieron los mayores control (Cuadro 4). En la evaluación a los 25 dda no se encontraron diferencias estadísticas con las mezclas Prowl –500 EC + Igran 50 SC, Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG, Harness 90 EC + Igran 50 SC y Command 48 EC + Gesapax 80 WG (Cuadro 4).

El control deficiente de la mayoría de mezclas se pudo deber a que la caminadora tenía 4-5 hojas totalmente expandidas; en esta etapa la maleza es mucho más difícil de controlar. En condiciones semicontroladas se realizaron ensayos para controlar, con distintas dosis de Glifosato, *Commelia erecta* en tres estados de desarrollo. Los resultados mostraron que en plantas pequeñas (6-9 cm de altura) el control fue mayor que con plantas medianas (10-15 cm) o grandes (35-40 cm). En plantas grandes los controles fueron deficientes inclusive con la dosis más elevada (6 L/ha) (Nisensohn y Tuesca, 2002).

En las plantas de caña no se observaron síntomas de fitotoxicidad con ninguna de las mezclas, con excepción del Command 48 EC que causó albinismo a la caña debido a su ingrediente activo Clomazone (0.68 kg/ha). Cuando la caminadora tenía 1-2 hojas, no hubo albinismo ya que la caña no había emergido, sin embargo, en post-emergencia temprana de caña (cuando la caminadora tenía 2-3 y 4-5 hojas) si se observó albinismo. La prueba de separación de medias (SNK) y la de contrastes donde se compararon las variables de altura y número de hojas del testigo limpio con los demás tratamientos, no mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 5).

En México se evaluó la toxicidad de la mezcla Ametrina + Clomazone con dos dosis (1.2 + 0.8 kg/ha y 1.8 + 1.2 kg/ha, respectivamente) a las variedades de caña de azúcar MEX-79-431, MEX-69-290, MEX-68-P23 y CP-72-2086. Los herbicidas se aplicaron cuando la caña tenían entre 2-4 hojas. La mezcla de Ametrina + Clomazone ocasionó albinismo en todas las variedades de caña. Además no fueron afectados el número de hojas por planta, el número de tallos, la altura de las plantas, el rendimiento de tallos ni el contenido de sacarosa (Esqueda *et al.*, 2002).

3.2 Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de tres mezclas de herbicidas aplicados después de las labores de cultivo y fertilización usando dos tipos de boquillas

En las evaluaciones a los 15 y 25 dda se pudo observar un buen control de caminadora con las tres mezclas usadas. Con la boquilla Teejet 15004 el control de caminadora fue entre 89 y 91%. La mezcla Command 48 EC + Gesapax 80 WG tuvo el mayor porcentaje de control, sin embargo no hubo diferencia significativa con la mezcla Prowl –500 EC + Terbutrex 50 SC (Cuadro 6).

Cuadro 5. Evaluación de fitotoxicidad cuando la caminadora tenía 1-2, 2-3 ó 4-5 hojas totalmente expandidas a los 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.

Mezclas de herbicidas	Dosis (kg i.a./ha)	Tamaño de caminadora (# hojas)					
		1-2		2-3		4-5	
		Altura (cm)	# Hojas	Altura (cm)	# Hojas	Altura (cm)	# Hojas
Velpar K 60 WG	1.20 + 0.46	8.3	3.4	8.0	5.0	8.9	4.7
Prowl –500 EC + Gesapax 80 WG	1.42 + 1.54	9.8	3.4	7.9	4.8	9.1	4.8
Prowl –500 EC + Igran 50 SC	1.42 + 2.13	8.3	3.6	7.1	4.4	9.2	4.9
Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG	0.48 + 1.54	9.2	3.3	7.9	4.6	9.0	5.1
Velpar 75 WG + Karmex 80 WG	0.48 + 1.54	8.1	3.5	8.0	5.0	9.6	5.1
Sencor 70 WP + Karmex80 WG	0.99 + 1.70	8.2	3.2	9.2	4.9	10.4	5.2
Harness 90 EC + Gesapax 80 WG	2.55 + 1.54	9.3	3.4	8.6	4.9	9.1	4.9
Harness 90 EC + Igran 50 SC	2.55 + 2.13	8.1	3.3	8.0	4.6	9.4	5.2
Command 48 EC + Gesapax 80 WG	0.68 + 1.54	8.9	3.4	8.5	4.6	8.8	4.9
Krismat †				8.6	4.7	9.7	5.1
Testigo Limpio		8.9	3.4	8.0	4.8	9.1	5.1
SNK P≤0.05		NS‡	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.		12	9	14	7	8	6

† Aditivo LI 700 a 0.25% (volumen:volumen)

‡ NS: No Significativo

Cuadro 6. Control de caminadora con 1-2 hojas, los porcentajes son el promedio de las evaluaciones a los 15 y 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.

Nombre comercial	Nombre común	Dosis (kg i.a./ha)	Boquillas	
			Teejet 15004	TF Turboflood jet 2.5
			%	
Prowl –500 EC + Terbutrex 50 SC	Pendimetalina + Terbutrina	1.42 + 1.42	89 ab [‡]	97
Harness 90 EC + Terbutrex 50 SC	Acetochlor + Terbutrina	2.55 + 1.42	85 b	94
Command 48 EC + Gesapax 80 WG	Clomazone + Ametrina	0.68 + 1.54	91 a	95
SNK P≤0.05			NS [†]	
C.V.			5	6

[†] NS: No Significativo

[‡] Los promedios en una misma columna seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes según prueba P≤0.05.

Con la boquilla TF Turboflood jet 2.5 el control de caminadora fue superior a 94% para las tres mezclas y no se encontraron diferencias estadísticas entre herbicidas (Cuadro 6). El buen control de las tres mezclas de herbicidas con las dos boquillas se pudo deber al momento de aplicación cuando la caminadora tenía 1-2 hojas totalmente expandidas. Según Owen (1997), la consideración más importante que afecta la eficacia de los herbicidas es que las malezas más pequeñas y jóvenes son más fáciles de controlar porque hay mejor cobertura, más absorción y son más sensibles al herbicida.

Los resultados obtenidos con la boquilla Teejet 15004 mostraron diferencias entre mezclas de herbicidas. Sin embargo, la variación entre tratamientos fue baja (5%). La prueba SNK mostró que no hay diferencias entre usar Prowl y Harness, inhibidores del crecimiento de las raíces, + Terbutrex inhibidor de la fotosíntesis. Tampoco hay diferencias entre Prowl + Terbutrex con Command, inhibidor de la síntesis de los pigmentos, + Gesapax inhibidor de la fotosíntesis. Además la prueba SNK mostró también diferencias en el control de caminadora entre la boquilla la Teejet 15004 (88%) y la TF Turboflood jet 2.5 (95%).

La diferencia estadística en control de caminadora de la boquilla Teejet 15004 y la TF Turboflood jet se pudo deber a la cobertura o la cantidad de herbicida absorbido por la caminadora ya que ésta pudo disminuir debido a un efecto de deriva. Las boquillas de abanico plano producen gotas de tamaño mediano mientras que las boquillas de inundación producen gotas más grandes y por lo tanto son menos propensas a la deriva (Muñoz y Pitty, 1997). Además en experimentos realizados con diferentes tipos de boquillas para minimizar la deriva, se demostró que las boquillas Turboflood jet y Air Induction teejet reducían la deriva en comparación a la estándar XR teejet a 40 psi (Johnson, 2002).

No se observaron síntomas de fitotoxicidad a la caña al usar las tres mezclas de herbicidas. Sin embargo, con la mezcla Command 48 EC + Gesapax 80 WG si se observó albinismo en el cultivo al igual que en el primer experimento donde se usó la misma mezcla con la misma dosis. El causante de este albinismo fue el ingrediente activo del Command, el Clomazone (0.68 kg/ha). En Louisiana, entre 1997 y 1998, se evaluó el clomazone en el sistema de manejo de malezas en arroz de secano. Se utilizó una dosis de 0.34 a 0.67 kg i.a./ha causando albinismo en las plantas de arroz (Williams y Burns, 2002). Además según Esqueda *et al.* (2002), la mezcla formulada de Ametrina + Clomazone ocasiona toxicidad en forma de blanqueamiento del follaje, sin embargo, esto no se refleja negativamente en el rendimiento de campo, ni en el contenido de sacarosa de la variedad de caña CP-72-2086.

La prueba SNK y la de contrastes donde se compararon las variables de altura y número de hojas del testigo limpio con los demás tratamientos, no mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 8). Datos similares fueron encontrados en México donde se evaluó la mezcla Ametrina + Clomazone con dos dosis (0.2 + 0.8 kg/ha y 1.8 + 1.2 kg/ha, respectivamente) y su toxicidad a cuatro variedades de caña. A los dos y ocho meses de emergencia de la caña se midieron las variables de altura y número de hojas y no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con herbicida y el testigo limpio.

Cuadro 7. Evaluación de fitotoxicidad cuando la caminadora tenía 1-2 hojas totalmente expandidas a los 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.

Mezclas de herbicidas	Dosis (kg i.a./ha)	Teejet 15004		TF Turboflood jet 2.5	
		Altura (cm)	# Hojas	Altura (cm)	# Hojas
Prowl –500 EC + Terbutrex 50 SC	1.42 + 1.42	12.8	5.1	13.5	4.7
Harness 90 EC + Terbutrex 50 SC	2.55 + 1.42	12.9	5.2	11.3	4.9
Command 48 EC + Gesapax 80 WG	0.68 + 1.54	15.2	5.2	13.3	5.1
Testigo Limpio		11.5	5.0	15.5	5.1
SNK $P \leq 0.05$		NS [‡]	NS	NS	NS
C.V.		23	4	18	5

[‡] NS: No Significativo

Para la variedad CP 72-2086 los valores de altura fueron entre 0.89-0.90 m y 3.53-3.78 m a los 2 y 8 meses de la emergencia de la caña, respectivamente. El número de hojas fue entre 7.52-7.58 hojas y 17.1-19 hojas a los 2 y 8 meses de la emergencia de la caña, respectivamente (Esqueda *et al.*, 2002).

3.3 Evaluación de cuatro boquillas según el tamaño de la maleza usando la mezcla Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC.

El control de caminadora con 2-3 hojas completamente expandida fue entre 83 y 92% con las cuatro boquillas usadas usando la mezcla Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC (Cuadro 9). Hubieron diferencias estadísticas entre las boquillas en el control de caminadora; el mejor control fue donde se usó la boquilla XR 8004 VB, sin embargo, no hubo diferencia con la boquilla TK-VS Flood Jet 2.5. Además entre la boquilla TK-VS Flood Jet 2.5 y las boquillas TF Turboflood jet 2.5 y Teejet 8003 E no hubo diferencia.

Las siglas TK muestran la designación antigua para las boquillas de inundación o de impacto que actualmente llevan las siglas TF (Muñoz y Pitty, 1997), esto explica porque no hay diferencias entre la boquilla TK-VS Flood Jet 2.5 y la TF Turboflood jet 2.5. En cuanto a la diferencia de control de caminadora entre la boquilla XR 8004 VB y la Teejet 8003 E se pudo deber a la descarga y tamaño de gota que están relacionados con la cantidad de herbicida que puede llegar a la planta y ser absorbido por ésta. La boquilla XR 8004 VB que descarga 0.4 galones por minuto (gpm) pudo haber producido gotas más grandes que la boquilla Teejet 8003 E que descarga 0.3 gpm. Al tener gotas de mayor tamaño se puede reducir la deriva y mayor cantidad de herbicida puede llegar hasta la maleza. Las gotas pequeñas se escurren menos, pero están expuestas a la deriva y se evaporan más rápido a diferencia de las gotas grandes donde no ocurren estos problemas (Muñoz y Pitty, 1997). Además, según Teejet Spraying Systems Company (2002), la abertura de la boquilla o descarga tiene un efecto sobre el tamaño de la gota. La boquilla XR 8004 que descarga 0.4 gpm produce gotas de tamaño mediano a 40 psi mientras que a la misma presión la boquilla XR 8006 que descarga 0.6 gpm produce gotas de tamaño grande.

Según Jasa y Grisso (2002), se realizaron pruebas con boquillas para minimizar la deriva y se usó información de la Spraying Systems Company y un análisis de tamaño de gota proporcionado por la Universidad de Tennessee. La boquilla XR 8004 tenía un tamaño de gota que oscilaban entre 325 micrones a 15 psi hasta 130 micrones a 60 psi. A una presión de 40 psi el tamaño de la gota era de 220 micrones.

El control de caminadora con 3-4 hojas completamente expandida fue entre 58 y 64% con las cuatro boquillas que no mostraron diferencias estadísticas (Cuadro 9). Sin embargo, si hubo diferencia entre los porcentajes del control con respecto al tamaño de la maleza ya que estos fueron más altos cuando la caminadora tenía 2-3 hojas que cuando tenía 3-4 hojas (Cuadro 9). Según Owen (1997), la consideración más importante que afecta la eficacia de los herbicidas es que las malezas más pequeñas y jóvenes son más fácil de controlar porque hay mejor cobertura, más absorción y son más sensitivas al herbicida.

Cuadro 8. Control de caminadora con 2-3 y 3-4 hojas usando diferentes boquillas, los porcentajes de control son el promedio de las evaluaciones a los 15 y 25 días después de aplicación, Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.

Boquillas	Tamaño de caminadora (# hojas)	
	2-3	3-4
XR 8004 VB	92 a [†]	64
TF Turboflood Jet 2.5	83 b	58
TK-VS Flood Jet 2.5	89 ab	63
Teejet 8003 E	84 b	62
SNK P≤0.05		NS [‡]
C.V.	6	14

[†] Los promedios en una misma columna seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes según prueba SNK P≤0.05.

[‡] NS: No Significativo

Mezcla de herbicidas usada con todas las boquillas: Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC (1.4 + 1.4 kg i.a./ha, respectivamente).

4. CONCLUSIONES

4.1 Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de diez mezclas de herbicidas sobre tres tamaños de caminadora.

- En las evaluaciones a los 15 y 25 dda hubo mayor control de todas las mezclas de herbicidas cuando la caminadora tenía de 1-2 hojas que cuando tenía 2-3 ó 4-5 hojas totalmente expandidas.
- Cuando la caminadora tenía 1-2 hojas las mejores mezclas de herbicidas fueron Prowl –500 EC + Gesapax 80 WG, Prowl –500 EC + Igran 50 SC, Harness 90 EC + Gesapax 80 WG, Harness 90 EC + Igran 50 SC y Command 48 EC + Gesapax 80 WG.
- Cuando la caminadora tenía 2-3 hojas las mejores mezclas de herbicidas fueron Prowl –500 EC + Igran 50 SC, Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG y Harness 90 EC + Igran 50 SC.
- Cuando la caminadora tenía 4-5 hojas las mejores mezclas de herbicidas a los 15 dda fueron Prowl –500 EC + Igran 50 SC, Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG, Harness 90 EC + Igran 50 SC, Command 48 EC + Gesapax 80 WG y Krismat. A los 25 dda fueron Prowl –500 EC + Igran 50 SC, Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG, Harness 90 EC + Igran 50 SC y Command 48 EC + Gesapax 80 WG.
- Las mezclas que mostraron los mejores porcentajes de control de caminadora, con los tres tamaños fueron: Prowl –500 EC + Igran 50 SC, Harness 90 EC + Igran 50 SC y Command 48 EC + Gesapax 80 WG.
- No se observó síntoma de fitotoxicidad a la caña en ninguna de las evaluaciones realizadas, con excepción de los tratamientos donde se aplicó Command 48 EC, el cual causó albinismo al cultivo.
- Este albinismo se presentó en postemergencia temprana y tardía de la caña pero no en preemergencia de caña.

4.2 Evaluación de la efectividad y la fitotoxicidad causada a la caña planta de tres mezclas de herbicidas aplicados después de las labores de cultivo y fertilización usando dos tipos de boquillas.

- Las mezclas Prowl –500 EC + Terbutrex 50 SC, Harness 90 EC + Terbutrex 50 SC y Command 48 EC + Gesapax 80 WG tuvieron buen control de la caminadora cuando tenía 1-2 hojas totalmente expandidas.

- No hubo síntoma de fitotoxicidad a la caña con excepción de los tratamientos donde se aplicó Command 48 EC el cual causó albinismo al cultivo.
- El porcentaje promedio de control de caminadora de las tres mezclas de herbicidas fue mayor con la boquilla TF Turboflood jet 2.5 que con la boquilla Teejet 15004.

4.3 Evaluación de cuatro boquillas según el tamaño de la maleza usando la mezcla Prowl – 500 EC + Terbutrex 50 SC.

- Cuando la caminadora tenía 2-3 hojas totalmente expandidas, el mayor porcentaje de control fue con la boquilla XR 8004 VB. Sin embargo, no hubo diferencia con la boquilla TK-VS Flood Jet 2.5 que tiene las mismas características que la TF Turboflood jet 2.5.
- Hubo mayor control de caminadora con la boquilla XR 8004 VB que con la boquilla Teejet 8003 E.
- Cuando la caminadora tenía 3-4 hojas totalmente expandidas, no se presentaron diferencias en control de caminadora con ninguna de las boquillas.
- Hubo mayor control de caminadora con 2-3 hojas que con 3-4 hojas totalmente expandidas.

5. RECOMENDACIONES

- 1.** Realizar el control químico de caminadora en sus primeras etapas de desarrollo cuando tiene 1-2 hojas totalmente expandidas.
- 2.** Aplicar Prowl –500 EC + Igran 50 SC, Harness 90 EC + Igran 50 SC y Command 48 EC + Gesapax 80 WG en preemergencia de caña de azúcar planta para lograr mayor efectividad de control de la caminadora en el tiempo.
- 3.** Aplicar Terbutrex 50 SC genérico de Igran 50 SC a una dosis de 2.83 L/ha.
- 4.** Usar la boquilla TF Turboflood jet 2.5 con bomba de mochila para el control de caminadora.
- 5.** Usar varias boquillas XR 8004 VB de preferencia, debido a su ángulo de salida, en aguilón para el control de caminadora.
- 6.** Continuar estudios sobre la fitotoxicidad del Command 48 EC en diferentes variedades de caña para determinar si a largo plazo se dan pérdidas en rendimiento de tonelaje de caña.
- 7.** Continuar con los estudios sobre el uso de diferentes boquillas para determinar con mayor exactitud su eficiencia en cuanto a control de malezas. Se pueden hacer pruebas con papel sensible al agua y aceite (fabricado por Spraying Systems Company) para evaluar la distribución del rociado, densidad de gotas o la penetración del rociado.

6. BIBLIOGRAFÍA

Arévalo, R.A.; Bertoncini, E. 1994. Biología e manejo de *Rottboellia exaltata* L.f. na cultura da cana-de-açúcar *Saccharum* spp. Análise do Problema. Publicação Especial Centro de Cana Piracicaba nº2, 24 p.

Arévalo, R.A.; Bertoncini, E. 2001. Seeds germination of five *Rottboellia exaltata* ecotypes. Proceedings of the Third International Weed Science Congress; 2000 June 6-11; Foz do Iguazú, Brazil, Manuscript number 21, 6 p., CD-ROM. Available from: International Weed Society, Oxford, MS, USA.

Creach, I.; Díaz, J.C.; Fuentes, J.B.; Cutiño, L.; González, W.; González, A. 2002. Sencor PH 70 (Metribuzin) y sus mezclas: una opción eficaz para el control de malezas en las áreas cañeras de cuba (en línea). Consultado el 4 de sep. de 2002. Disponible en: <http://www.santiago.cu/epica/SENCOR-STGO.html>

Esqueda, V.; Altamirano, L.; Hernández, Y.; López, A.; Ramírez, J.R.; Ramiro, R. 2002. Evaluación de la toxicidad de la mezcla formulada de Ametrina + Clomazone en cuatro variedades de caña de azúcar. Décima cuarta reunión científica - tecnológica forestal y agropecuaria (en línea). Veracruz 2001. Consultado el 28 de sep. de 2002. Disponible en: <http://orbita.starmedia.com/~rcveracruz/Agricola/AgEx/AgEx02C.PDF>

Frans, R.; Talbert, R. 1977. Design of field experiments and the measurements, and analysis of plant responses. In Truelove, B. ed. Research methods in weed science. 2 ed. Alabama. p 18-19.

Jasa, P.; Grisso, R. 2002. Select and use nozzles to minimize drift (en línea). University of Nebraska Institute of Agriculture and Natural Resources Cooperative Extension. Consultado el 3 de oct. de 2002. Disponible en: <http://cropwatch.unl.edu/archives/1998/crop98-12.htm>

Johnson, A. 2002. Selecting nozzles to minimize drift (en línea). University of Nebraska Institute of Agriculture and Natural Resources Cooperative Extension Consultado el 28 de sep. de 2002. Disponible en: <http://cropwatch.unl.edu/archives/2002/crop02-6.htm>

Millhollon, R. 1993. Preemergence control of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) and Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in sugar cane (*Saccharum* spp hybrids) with Pendimethalin and Prodiamine. Weed Science 41 (4): 621-626.

- Mitchell, H.R. 2002. Utilization of clomazone and sulfentrazone in sugarcane. FMC Corporation (en línea). Proceedings 2000, Southern Weed Science Society 53. Louisville, MS. Consultado el 2 de sep. de 2002. Disponible en: http://www.weedscience.msstate.edu/swss/Proceedings/2000/SectionIX_Pages158-171.pdf
- Muñoz, R.; Pitty, A. 1997. Equipos y técnicas para la aplicación de herbicidas. *In* Pitty, A. ed. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. p 161-186.
- Pitty, A. 1997. Herbicidas aplicados al suelo. *In* Pitty, A. ed. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. p 187-201.
- Nisensohn, T.; Tuesca, D. 2002. Especies de maleza asociadas al nuevo modelo productivo de la región: *Commelina erecta*. Agromensajes N° 5 (en línea). Consultado el 19 de sep. de 2002. Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/extension/agrom5/malezas10.htm>
- Owen, M. 1997. Herbicidas: aplicaciones, formulaciones y deriva. *In* Pitty, A. ed. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. p 133-159.
- Shenk, M.; Fisher, H. 1988. La distribución, biología y ecología de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton, y su manejo. Seminario – taller. “*Rottboellia cochinchinensis* Lour” y “*Cyperus rotundus* L.” Distribución, problemas e impacto económico en Centroamérica y Panamá. Proyecto MIP-CATIE / HONDURAS. 24 p.
- Subiros, F. 1995. Combate de malezas. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica. 441 p.
- Teejet Spraying Systems Co. 2002. Technical information. Droplet size information (en línea). Consultado el 2 de oct. de 2002. Disponible en: http://www.teejet.com/techcent/catalog_metric/techinfo_metric.pdf
- Williams, B.; Burns, A. 2002. Command based systems for annual weed control in rice (en línea). Proceedings 1999, Southern Weed Science Society 52. Northeast Research Station, St. Joseph, LA, Louisiana State University Agricultural Center, Baton Rouge. Consultado el 27 de sep. de 2002. Disponible en: <http://www.weedscience.msstate.edu/swss/Proceedings/1999/SectionXII.pdf>

7. ANEXOS

Anexo 1. Costo de herbicidas¹ utilizados para el control de *Rottboellia cochinchinensis* en el Ingenio San Antonio, Nicaragua, 2002.

Mezcla de Herbicidas	Dosis/ha	Costo Unitario (US\$)	Costo Mezcla US\$/ha	C\$/ha*
Velpar K 60 WG	2.83 kg	17.50	49.53	693.4
Prowl -500 EC + Gesapax 80 WG	2.83 L + 1.93 kg	11.53 + 8.36	48.76	682.6
Prowl -500 EC + Igran 50 SC	2.83 L + 4.25 L	11.53 + 6.34	59.58	834.1
Prowl -500 EC + Terbutrex 50 SC	2.83 L + 2.83 L	11.53 + 5.72	48.82	683.5
Velpar 75 WG + Gesapax 80 WG	0.64 kg + 1.93 kg	45.61 + 8.36	45.32	634.5
Velpar 75 WG + Karmex 80 WG	0.64 kg + 1.93 kg	45.61 + 9.30	47.14	660.0
Sencor 70 WP + Karmex80 WG	1.42 kg + 2.13 kg	19.5 + 9.30	47.50	665.0
Harness 90 EC + Gesapax 80 WG	2.83 L + 1.93 kg	7.24 + 8.36	36.62	512.7
Harness 90 EC + Igran 50 SC	2.83 L + 4.25 L	7.24 + 6.34	47.44	664.2
Harness 90 EC + Terbutrex 50 SC	2.83 L + 2.83 L	7.24 + 5.72	36.68	513.5
Command 48 EC + Gesapax 80 WG	1.42 L + 1.93 kg	28 + 8.36	55.89	782.5

*Tasa de cambio abril 2002: 1 Dólar = 14 Córdobas

¹ Datos proporcionados por Subproceso de Control de Malezas y Fertilización, 11 de abril de 2002.