

Avances en el Control Químico de *Rottboellia cochinchinensis* en el Cultivo de la Caña de Azúcar en Costa Rica

Roberto Alfaro Portugal
Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar DIECA
e-mail: ralfaro@laica.co.cr

RESUMEN

Se establecieron diversos trabajos de investigación en campo e invernadero con el objetivo de identificar las capacidades de los principales herbicidas Pre emergente y post emergentes solos y en mezcla, con y sin adyuvantes para el control de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*, seleccionada para estos estudios por su importancia económica y facilidad de manejo de su semilla. En pre emergencia se valoraron 9 herbicidas de los cuales Pendimetalina 2.5 L/ ha, Isoxaflutole 0.10 k / ha, Hexazinona 0.8 kg / ha, Clomazone 1.5 L / ha y Terbutiuron 2.5 L /ha, lograron un control superior al 98 % de la semilla de esta maleza en condiciones de Invernadero. En diferentes ordenes de suelo (Molisol, Inceptisol, Vertisol y Ultisol) estos herbicidas presentaron respuestas diferenciadas en su capacidades de control, así como en su residualidad. El herbicida Pendimetalina 2.5 l / ha presento el mayor control y hexazinona la mayor residualidad 90 días después de la aplicación en todos los ordenes de suelo. En el suelo Ultisol todos los herbicidas lograron el mayor control de la maleza. Al evaluar estos herbicidas ante la posible interferencia del rastrojo de cosecha, Pendimetalina en la dosis de 2.5 lt / ha logró un 100 % del control, los demás herbicidas no alcanzaron valores satisfactorios. Para evaluar el comportamiento de la Pendimetalina e Isoxaflutole en condiciones de sequía (cero Humedad) se realizaron aplicaciones sobre semilla sembrada en un suelo Vertisol totalmente seco, los cuales recibieron humedad paulatinamente cada 10 días y en las evaluaciones Isoxaflutole mantuvo un control superior al 80 % sobre la maleza 20 días después de la aplicación y Pendimetalina presento un control del 100 % durante los 40 días de ejecución de prueba.

Se seleccionaron cuatro herbicidas sistémicos y de acción post emergente: y se aplicaron en diferentes etapas de crecimiento de la maleza desde los 6 cm hasta post floración con el objetivo de evaluar su poder gramínicida, lo que facilitó clasificarlos en su capacidad de control el cual fue de mayor a menor el siguiente orden : Hexazinona, Diuron Terbutrina y Ametrina .Estos resultados permitieron estructurar las mezclas y valorar en condiciones todas las posibles combinaciones y dosis crecientes de uno de los herbicidas resultando evidentes la presencia de Antagonismos y Sinergismos entre productos utilizados en mezclas así como un buen accionar de las dosis mas bajas evaluadas al ser esta aplicadas sobre plantas en estado de prefloración. Simultáneamente y en las mismas condiciones de invernadero se evaluaron 11 coadyuvantes comerciales en cada uno de los herbicidas post emergentes logrando determinar también compatibilidades e incompatibilidades entre ellos manifestados en un mayor o menor control de la maleza en estado de pre floración.

Se seleccionaron aquellos coadyuvantes que brindaron una mayor mortalidad y afección de plantas con los herbicidas de cada mezcla y estas con las dosis mas bajas fueron evaluadas en el campo logrando resultados satisfactorios y controles superiores al 80 % en plantaciones infectadas con esta pernicioso maleza. Quedó demostrado con estos resultados y en el control de *Rottboellia cochinchinensis* la presencia de antagonismos y sinergismos entre los herbicidas post emergentes. También se evidenció afinidad entre algunos adyuvantes y mezclas de herbicidas, por lo que la generalización en su uso no es lo mejor si se quiere obtener un mayor control y un bajo costo.

INTRODUCCIÓN

Costa Rica posee una gran variabilidad de condiciones climáticas a lo largo de todo su territorio nacional. Esta variabilidad permite que la caña de azúcar se cultive desde los 0 hasta los 1500 m.s.n.m con precipitaciones que se registran entre los 1700 y 3900 mm acumulados por año y temperaturas variables que permiten a la vez la presencia de una gran diversidad de especies de malezas que compiten con dicho cultivo.

La agresividad con que crece una maleza está directamente relacionada con el ambiente en que se desenvuelve (condiciones climáticas y edáficas), razón por la cual en las diferentes regiones del país donde se cultiva la caña de azúcar se emplean diferentes mezclas y dosis de herbicidas para el control de dichas malezas.

Una de las malezas más perniciosas e importante para el cultivo de la caña de azúcar es la *Rottboellia cochinchinensis* conocida como “caminadora” o “invasor” la cual cuenta con una alta capacidad competitiva y rápida diseminación, característica que la ha convertido en una de las gramíneas más difíciles de controlar en este y otros cultivos.

Las pérdidas ocasionadas por esta maleza en la caña de azúcar se estima en caña planta entre un 35 y un 60 % y entre un 30 y un 40 % en lotes con caña de retoño, presentando los valores más altos en aquellas áreas de cultivo donde la “caminadora” se encuentra en un mayor grado de infestación (Villegas et al 1994).

Muchos son los factores que han incidido para que el control de esta maleza no haya sido lo más efectivo provocando mayores pérdidas en el cultivo, altas infestaciones y una posible e inevitable resistencia de algunos herbicidas utilizados para su control. Entre los factores más importantes se pueden mencionar los siguientes:

- 1) El uso permanente de mezclas y dosis inadecuadas han provocado un control insuficiente de esta maleza, induciendo con ello a la necesidad de realizar varias aplicaciones, incrementando los costos, perjudicando los rendimientos del cultivo y contaminando el medio ambiente.
- 2) El control tardío de la maleza, por su tamaño ha provocado que las mezclas y sus dosis sean inapropiadas para lograr el control adecuado, permitiendo además la liberación de grandes cantidades de semillas, destinadas a incrementar las poblaciones futuras de esta y otras malezas.
- 3) El uso frecuente de herbicidas post emergentes y de una reducida acción pre emergente ha provocado un pésimo control de la semilla depositada por muchas generaciones en el suelo y con ello se ha dado una continua y mayor presión de la maleza en el campo.
- 4) La caña de azúcar en Costa Rica se cultiva en diferentes ordenes de suelo, todos con diferentes características que inciden positiva o negativamente en el accionar de los herbicidas aplicados al suelo. Aspectos como Textura, Contenido de Materia Orgánica, P h entre otros son determinantes para elegir los mejores herbicidas y sus mezclas.
- 5) La presencia de residuos de cosecha con la política de no quema de los cañales, y su posible interferencia en el uso de herbicidas pre emergentes, son aspectos que se deben investigar, si se quiere lograr un mayor y mejor control de las malezas.
- 6) La utilización de herbicidas en condiciones de baja humedad en el suelo, posterior a la cosecha también son aspectos que deben considerarse para optimizar los resultados en el control de esta maleza.

Actualmente el mercado de agroquímicos ofrece diversas alternativas para el control de esta maleza, por lo que es necesario considerar previamente a una elección los aspectos antes mencionados para lograr en cada condición y en forma mas precisa utilizar las mezclas de herbicidas que brinden un mayor y mejor control sobre esta y todas las demás malezas que invaden las áreas cañeras.

En el control químico de *Rottboellia cochinchinensis*, tradicionalmente se han utilizado diversos tipos de herbicidas en pre emergencia y post emergencia, solos y en mezcla y por lo general utilizados y recomendados con base en estudios realizados en otras latitudes y con condiciones agro-climáticas diferentes a nuestro medio. Nuevos herbicidas utilizados en otros cultivos como Arroz, maíz y Sorgo entre otros han sido recomendados en la caña de azúcar, posiblemente con buenos resultados en el control, pero sin valorar efectos fitotóxicos y de residualidad en los suelos aplicados.

Esta situación ha generado, desconocimiento y con él un uso inadecuado de los herbicidas, lo cual sumado a los factores antes mencionados ha provocado un pésimo control de esta y otras malezas importantes por parte de los productores cañeros durante muchos años. Esta condición ha provocado hoy día que los campos de cultivo se encuentren inundados de esta maleza y con consecuencias más graves como es la presencia de plantas tolerantes a los principales herbicidas.

Ante esta situación y la necesidad de brindar al productor cañero, alternativas de control económicas y efectivas, DIECA ha desarrollado un programa de investigación continuo, en esta particular maleza y sus resultados se exponen en este documento.

I. Herbicidas Pre emergentes

Para lograr un control efectivo de *Rottboellia cochinchinensis* se requiere establecer en cada finca todo un programa de control que permita enfrentar a largo plazo a esta maleza. En dicho programa se deben orientar todas aquellas acciones debidamente planificadas a reducir la cantidad de semilla en los campos y disminuir así su potencial de propagación.

Para ello se requiere además de utilizar las mejores mezclas de herbicidas post emergentes, incorporar a las mismas, herbicidas pre emergentes que ayuden a disminuir la presión de nuevas plántulas en los lotes cultivados.

En el Mercado de los agroquímicos existen un buen número de herbicidas con capacidad según indica el fabricante de controlar la *Rottboellia cochinchinensis* en pre emergencia a la maleza, pero no se indica medida alguna de esa capacidad y residualidad sobre todo cuando los mismos presentan una amplia diversidad de precios.

Ante esta disyuntiva y la respuesta productiva del cultivo se establecieron trabajos de investigación de campo e invernadero dirigidos a aclarar estas dudas y determinar cual o cuales herbicidas ofrecen el mejor control, la mayor residualidad y el menor costo sin perjudicar la productividad del cultivo.

Se procedió a seleccionar aquellos herbicidas capaces de controlar *Rottboellia cochinchinensis* en preemergencia y los mismos con sus respectivas dosis utilizadas así como su precio, se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1
Características de los Herbicidas Evaluados en estos Estudios

Nombre Genérico	Concentración y Formulación	Dosis/ha	Clase Herbicida	Costo \$/Ha
Metribuzin	48 SC	2,0 L	Triazina	33,89
Acetoclor	90 EC	2,5 L	Acetanilida	22,60
Pendimentalina	50 EC	2,5 L	Dinitroanilina	27,00
Isoxaflutole	75 WG	0,11 Kg	Isoxazoles	19,91
Hexazinona	75 WG	0,8 Kg	Triazina	46,21
Terbutrina	50 SC	4 L	Triazina	37,68
Clomazone	48 EC	1,5 L	Isoxazoles	45,05
Orizalina	48 SC	1 L	Dinitroanilina	26,14
Terbuthiuron	50 SC	2,5 L	Urea	73,98
Atrazina	90 WG	3 Kg	Triazina	19,91
Imazapir	24 SC	1 L	Imidazol	31,37
Oxifluorfen	12 EC	2.5 L	Difenil Eter	40,80

US \$ = ₡ 510

METODOLOGÍA

El ensayo se estableció en un Invernadero ubicado en las instalaciones de DIECA en Santa Gertrudis Sur del cantón de Grecia, Alajuela, a una altitud de 1000 msnm y una temperatura media de 23 C°, condiciones apropiadas para el desarrollo de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*. Cada unidad experimental estuvo constituida por una caja plástica de 70 cm de largo, 36 cm ancho y 25 cm de alto para un área de 0,2552 m².

En la siembra se depositó un total de 100 semillas en cada unidad experimental y luego se depositó sobre las mismas una capa de tierra de 1cm de espesor. Se seleccionaron 9 herbicidas (Cuadro 1) y para su aplicación se utilizó una bomba de espalda prevista de un regulador de presión de 35 lbs y una boquilla 8003 calibrada para una descarga de agua de 659 litros por hectárea.

Se realizaron evaluaciones a los 30-60 y 90 días y las variables obtenidas fueron: porcentaje de plantas de *Rottboellia* germinadas, respecto al testigo y además en cada tratamiento se valoró el peso y tamaño de las plantas que lograron germinar por cuanto algunos herbicidas aunque no impiden la germinación pueden interferir en crecimiento y desarrollo de la maleza.

RESULTADOS

Cuadro 2
Porcentaje de Plantas de *Rottboellia cochinchinensis* Germinadas

Tratamientos	% Plantas Germinadas		
	30 días	60 días	90 días
Orizalina	25,21	1,55	2,38
Hexazinona	2,56	0,93	2,95
Isoxaflutole	1,65	3,07	3,75
Clomazone	0,00	0,93	3,89
Terbuthiuron	1,71	1,85	4,54
Pendimetalina	0,00	0,00	5,12
Acetoclor	32,99	33,19	32,43
Terbutrina	56,74	58,76	59,74
Metribuzin	76,91	85,86	81,56
Testigo	100	100	100

En el Cuadro 2 se presentan los resultados en el porcentaje de germinación en los tres periodos de germinación y como se observa en el mismo, el tratamiento con el herbicida **Orizalina** presentó un alto porcentaje de plantas germinadas (25,21 %) y logró a los 90 días reducir significativamente las mismas a un 2,38 %.

Los tratamientos con **hexazinona**, **Isoxaflutole**, **Clomazone**, **Terbuthiuron** y **Pendimetalina** controlaron eficientemente la maleza desde su aplicación hasta los 90 días. Por otra parte los herbicidas **Acetoclor**, **Terbutrina** y **Metribuzin** no lograron un control tan efectivo culminando con un 32,43 %, 59,74 % y un 81,56 % de germinación respectivamente.

Cuadro 3
Porcentaje de Plantas Germinadas, Peso y Tamaño de *Rottboellia cochinchinensis* 90 Días Posteriores a la Aplicación de los Herbicidas

Tratamientos	% plantas	Peso plantas	Tamaño plantas
	Germinadas	Grs	cm
Orizalina	2,38	12,97	2,33
Hexazinona	2,95	3,17	0,39
Isoxaflutole	3,75	1,89	1,33
Clomazone	3,89	7,10	0,66
Terbuthiuron	4,54	44,3	0,33
Pendimetalina	5,12	0,4	0,33
Acetoclor	32,43	324	7,16
Terbutrina	59,74	331,67	9,14

Algunos herbicidas no lograron evitar la germinación de la maleza pero las plantas que germinaron no crecieron normalmente por el posible efecto fitotóxico del herbicida, así se observa en el Cuadro 3 donde a los 90 días los herbicidas **Pendimetalina**, **Isoxaflutole** , y **Orizalina** presentaron los menores pesos y tamaños de las pocas malezas germinadas.

Se observa además como el tratamiento con **Terbutrina** el cual no es propiamente un Pre emergente si no un post emergente con propiedades pre emergentes, permitió la germinación del 60 % de las semillas sembradas, y las plantas de *Rottboellia* crecieron casi en la misma proporción que en el tratamiento testigo pero su peso fue superior, lo que indica que este

En la Figura 1 se presentan los porcentajes de plantas germinadas en el porcentaje de Control obtenido por los diferentes tratamientos y en orden decreciente.

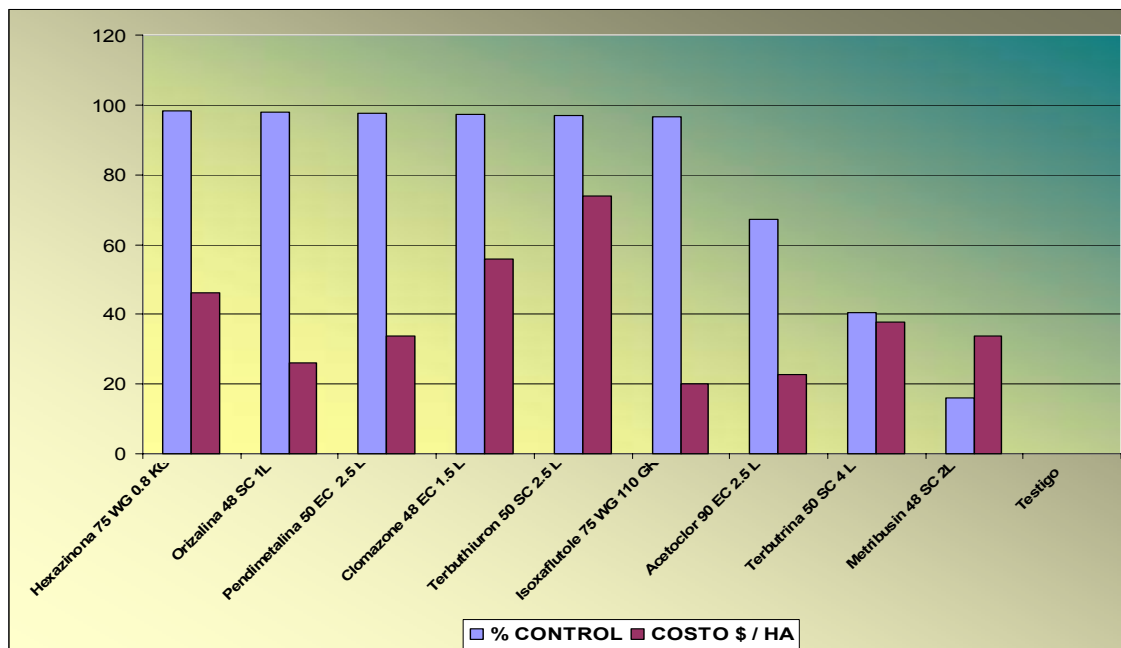


Figura 1: Porcentaje en el Control de *Rottboellia cochinchinensis* y Costo de cada Tratamiento a los 90 días de la Aplicación.

El porcentaje de control como se observa en la anterior figura revela que los herbicidas **Orizalina**, **Hexazinona**, **Isoxaflutole**, **Clomazone**, **Terbuthiuron** y **Pendimetalina** superaron el 90 % de control a los 90 días de aplicación y entre ellos considerando su costo en (\$ Producto/hectárea) **Orizalina** y **Pendimetalina** resultaron ser los más económicos y efectivos.

Efecto de los Herbicidas Pre emergentes sobre los Rendimientos de la Caña de Azúcar

Como se mencionó anteriormente la presencia en el mercado de agroquímicos de diferentes herbicidas registrados para el cultivo de la caña de azúcar y la permanente liberación de nuevas variedades apuntan hacia un comportamiento diferenciado, tanto de las variedades en relación a su sensibilidad a los herbicidas como el efecto de los productos en relación al comportamiento de las variedades.

Las mejores combinaciones Variedad – Herbicida permitirán mayores ganancias en productividad y bajos costos de producción, bajo esta premisa se planteo la necesidad de valorar el grado de selectividad ofrecido por los herbicidas pre emergentes al cultivo de la caña de azúcar.

Para este estudio se seleccionaron un total de 10 herbicidas con acción pre emergente sobre la maleza *Rottboellia cochinchinensis* y se aplicaron sobre una plantación de caña de azúcar con la variedad Q 96, cultivada especialmente para esta investigación.

El ensayo se estableció en la Región Sur específicamente en la finca el Porvenir, Distrito San Pedro, cantón de Pérez Zeledón, provincia de San Jose a una altitud de 600 msnm, con una temperatura media de 25,1 C° y una precipitación media anual de 2934mm.

La aplicación se realizó posterior a la siembra con una bomba de espalda previamente calibrada con un aboquilla 80 03 para una descarga de 550 lts/ha.

Cada unidad experimental estuvo constituida por 4 surcos de 6 mts de largo para un área total de 42 m².

Después de la aplicación de los herbicidas, el manejo del cultivo en cada tratamiento fue igual para todas las parcelas de acuerdo a las recomendaciones emitidas por DIECA en la Región.

Entre las variables evaluadas se considero el porcentaje de control de todas las malezas a los 90 días y los rendimientos agroindustriales obtenidos por la caña a la edad de 10 meses.

Uno de los tratamientos testigo no se le aplicó herbicida y se dejó enmalezar y el otro testigo se mantuvo limpio de malezas en forma manual con el objeto de comparar el efecto de la competencia de la maleza en uno y el efecto fitotóxico de los herbicidas en el otro.

Según el porcentaje de control (Figura 2) ejercido por los diferentes herbicidas, **Terbuthiuron** y **Pendimetalina** presentaron los mejores controles de las malezas con un 90,68 % y 89,43 % respectivamente, valores levemente inferiores al testigo desyerbado con un 92,7 %.

Herbicidas como **Acetoclor** 86,30 %, **Imazapir** 85,03 %, **Hexazinona** 80,40 % y **Metribuzin** con un 80,33 % controlaron las malezas satisfactoriamente.

Cuadro 4
Resultados Agroindustriales de la Caña de Azúcar y Porcentaje de Control de las Malezas para cada uno de los Diferentes Tratamientos.

Tratamientos	Rend. Ind	Tm caña / ha	Tm azúcar / ha	% Control
	Kg azúcar / tm			
Metribuzin	141,52	90,74	12,84	80,33
Isoxaflutole	138,87	90,44	12,55	74,40
Pendimetalina	140,87	88,66	12,49	89,43
Hexazinona	139,50	87,76	12,47	80,4
Terbuthiuron	139,19	89,95	12,37	90,68
Atrazina	137,74	85,38	11,89	62,50
Testigo desyerbado	142,72	83,00	11,85	92,70
Oxifluorfen	134,95	84,49	11,4	79,10
Acetoclor	135,20	83,60	11,29	86,30
Clomazone	131,75	81,93	10,47	73,78
Imazapir	132,83	76,46	10,15	85,03
Testigo enmalezado	139,02	63,07	7,76	39,08

En las variables agroindustriales Cuadro 4 el rendimiento industrial (Kg Azúcar/Tm) no presenta diferencias significativas en los diferentes tratamientos, no así en la producción de Caña (Tm/ha) donde algunos tratamientos presentaron valores similares y superiores al testigo desyerbado (83 TM) como fueron **Metribuzin** con 90,74 Tm, **Isoxaflutole** con 90,44 Tm, **Terbuthiuron** 89,95 Tm y **Pendimetalina** con 88,66 Tm entre otros.

En la producción de azúcar (Tm/Ha) estos mismos herbicidas además de **Hexazinona** presentaron valores superiores a un 35 % que el testigo enmalezado y entre ellos se debe resaltar por su control y alto rendimiento los herbicidas **Terbuthiuron** y **Pendimetalina**.

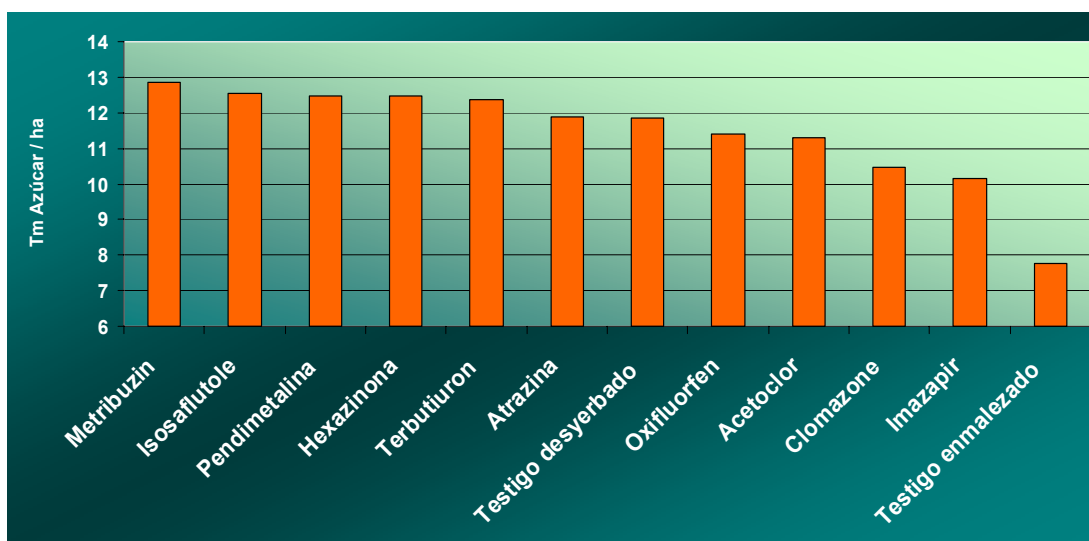


Figura 3: Producción de Azúcar Obtenida en las Parcelas Tratadas con los Diferentes Herbicidas.

Si se correlaciona control eficiente de *Rottboellia cochinchinensis* y otras malezas, buenos rendimientos del cultivo y bajo costo de la aplicación el herbicida **Pendimetalina** cumple con dichas expectativas.

Efecto de los Residuos de Cosecha sobre la Efectividad de Cuatro Herbicidas Pre emergentes

Hoy en día por diversas necesidades ambientales, técnicas y económicas se están introduciendo cambios en el sistema productivo de la caña de azúcar. La eliminación de la quema y la cosecha en verde permite dejar en el suelo una gran cantidad de rastrojos, los cuales se incorporan al sistema como un nuevo elemento que para algunas prácticas son beneficiosas pero para otras causan perjuicios o algunos inconvenientes. Tal es el caso de los herbicidas y en especial los pre emergentes, los cuales encuentran una barrera en el rastrojo para llegar al suelo y actuar normalmente. Además de impedir el contacto con el suelo los herbicidas interceptados por la basura quedan expuestos a la degradación por medio de la foto descomposición y volatilización.

Por tal motivo y debido al impulso que ha tenido la cosecha en verde en el país nace la interrogante de cuanto afecta realmente al herbicida la presencia del rastrojo en el campo y por efecto el desarrollo de este trabajo.

METODOLOGÍA

Esta investigación se realizó en condiciones de invernadero haciendo uso de las instalaciones de DIECA ubicadas en Santa Gertrudis Sur, en el cantón de Grecia, provincia de Alajuela y bajo la misma metodología anteriormente expuesta.

Las unidades experimentales (cajas plásticas) fueron sembradas con 50 semillas de *Rottboellia* cada una y luego cubiertas con 0,7 kg de paja seca cubriendo el suelo en aquellos tratamientos que así lo ameritaba.

La aplicación se realizó una bomba de espalda equipada con un regulador de presión de 35 lbs y una boquilla 8003, calibrada para una descarga de 700 litros de agua por hectárea.

RESULTADOS

Cuadro 5

Porcentaje de Plantas Germinadas y Control de *Rottboellia cochinchinensis* en los Diferentes Tratamientos 45 Días después de la Aplicación.

Herbicidas	Cobertura	Porcentaje Plantas Germinadas	Porcentaje Control
ACETOCLOR 90 EC 3 L / ha	Sin Cobertura	38,49	61,51
	Con Cobertura	32,82	67,18
CLOMAZONE 48 EC 2.5 L / ha	Sin Cobertura	0,00	100
	Con Cobertura	41,08	58,92
HEXAZINONA 75 WG 0.75 kg / ha	Sin Cobertura	6,20	93,80
	Con Cobertura	33,46	66,54
ISOXAFLUTOLE 75 WG 0.11 kg / ha	Sin Cobertura	82,91	17,09
	Con Cobertura	84,59	15,41
PENDIMETALINA 50 EC 2.5 L / ha	Sin Cobertura	0,00	100
	Con Cobertura	0,00	100
TESTIGO	Sin Cobertura	100	0,00
	Con Cobertura	100	0,00

En el Cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos a los 45 días después de la aplicación y en el se observa que en el caso del herbicida **Acetoclor** su respuesta al control de esta maleza

fue aceptable ya que presento valores similares en ausencia y presencia de rastrojo con un 38,49% y 32,82 % de plantas germinadas respectivamente.

Al evaluar el crecimiento de la maleza germinada a los 65 días (Cuadro 6), se encontró que a pesar de permitir la germinación de algunas plantas estas no crecieron normalmente, por lo tanto pareciera indicar que el herbicida limita en alguna medida el desarrollo de esta maleza. Aparentemente los residuos de cosecha interfirieron en forma negativa en el accionar del herbicida pre emergente al impedir que suficientes cantidades del ingrediente activo lleguen al suelo y a las semillas dispersas en el mismo.

El herbicida **Clomazone** en el tratamiento sin cobertura fue excelente 45 días después de la aplicación al controlar un 100 % de las plántulas, como se observa en el Cuadro 5. Sin embargo la presencia del rastrojo afecto parcialmente el accionar de este herbicida al permitir solamente un 41,08 % de plantas germinadas.

El tratamiento aplicado con **Hexazinona** logro controlar la maleza en un 93,8 %, ante la ausencia de cobertura y dicho control se redujo significativamente a un 66,54 % en presencia del rastrojo.

El herbicida **Isoxaflutole** aparentemente es de lento accionar ya que logró hasta los 65 días un 64,3 % de control en el tratamiento sin cobertura y un 56,26 % en el tratamiento con cobertura. Sin embargo este herbicida fue el único de los evaluados que logro sacar ventaja de la cobertura ya que al valorar el crecimiento de la maleza germinada (Cuadro 6), en el tratamiento con cobertura esta no creció reduciendo a la misma en un 82,61 % respecto al testigo. Se podría concluir con estos resultados que la residualidad del producto permanece por más tiempo activa cuando hay cubierta vegetal.

Cuadro 6
Desarrollo de las Plantas de *Rottboellia cochinchinensis* 65 días después Germinadas

Herbicidas	Cobertura	Tamaño promedio 10 plts
		Germinadas(cm)
ACETOCLOR 90 EC 3 L / ha	Sin Cobertura	7,74
	Con Cobertura	26,75
CLOMAZONE 48 EC 2.5 L / ha	Sin Cobertura	0,00
	Con Cobertura	28,42
HEXAZINONA 75 WG 0.75 Kg / ha	Sin Cobertura	6,84
	Con Cobertura	27,75
ISOXAFLUTOLE 75 WG 0.11 Kg / ha	Sin Cobertura	13,18
	Con Cobertura	4,25
PENDIMETALINA 50 EC 2.5 L / ha	Sin Cobertura	0,00
	Con Cobertura	0,00
TESTIGO	Sin Cobertura	15,89
	Con Cobertura	24,45

A los 45 y 65 días después de ser aplicado el herbicida **Pendimetalina** no permitió la germinación de la maleza, tanto en presencia y ausencia del rastrojo de cosecha como se observa en el Cuadro 5.

El comportamiento diferenciado en el accionar de los herbicidas en presencia de rastrojo como barrera entre el herbicida y el suelo podría deberse a la adsorción que sufren algunos de ellos por parte de la materia orgánica composición básica del rastrojo. La materia orgánica es considerada como uno de los factores que mas influye sobre la adsorción de la mayoría de los herbicidas porque provee de un largo número de sitios de adsorción.

La materia orgánica además afirma (**Cavenaghi 2002**) es producto de la degradación de la lignina que contiene los residuos de la caña de azúcar, la cual a la vez esta compuesta de polifenoles con una alta superficie de contacto, un alto PH dependiendo de la posición de la carga negativa la cual es capaz de realizar interacciones organofíticas con herbicidas ligados de carga neutra, positiva y negativas.

En la Figura 4 se observa las cajas plásticas utilizadas en esta investigación y el tratamiento correspondiente a la aplicación con el herbicida Pendimetalina sobre el residuo de cosecha (paja) y al lado el tratamiento testigo donde germino y creció libremente la maleza.



Figura 4: Tratamiento con el Herbicida Pendimetalina y tratamiento Testigo sin Herbicida 65 días después de la Aplicación.

Comportamiento de Cuatro Herbicidas Pre emergentes Aplicados en Cuatro Ordenes de Suelo

La aplicación de herbicidas en el campo es crítica y mas aún para aquellos productos aplicados directamente al suelo ya que su persistencia y movilidad en el mismo dependerá de varios factores como son: la descomposición microbiana y química, la adsorción a las partículas del suelo, el contenido de materia orgánica, la lixiviación la cual a la vez será dependiente de la textura de dicho suelo, la volatilización y la fotodescomposición.

En Costa Rica debido a la variabilidad de materiales parentales en un relieve heterogéneo y sometido a la acción de condiciones climáticas y biológicas particulares, han originado una amplia diversidad de suelos con características específicas y para facilitar su estudio se han

clasificado en diferentes ordenes de suelos o familias de las cuales es posible encontrar 9 de los 11 existentes y de ellos 7 son cultivados con Caña de Azúcar en Costa Rica.

Considerando las características de los diferentes ordenes de suelo y la amplia gama de posibilidades de retención e inactivación de los herbicidas en los mismos, surgen las interrogantes cuando se combinan tanto factores incidentes sobre el desempeño de un herbicida en muy corto tiempo en el suelo. Por tal motivo ante esta y otras interrogantes resulto importante y necesario realizar este estudio y conocer el comportamiento de los diferentes herbicidas pre emergentes utilizados en el cultivo de la caña de azúcar cultivada en los diferentes órdenes de suelo y en las dosis recomendadas.

METODOLOGÍA

Al igual que las investigaciones anteriores fueron establecidas en las instalaciones de DIECA en Santa Gertrudis Sur de Grecia, Alajuela y cuyas características de posición y climáticas fueron ampliamente expuestas con anterioridad.

Los órdenes de suelo seleccionados para el estudio fueron: Molisol, Inceptisol, Ultisol y Vertisol, los cuales fueron trasladados de diferentes partes del país donde estos son abundantes.

Cada unidad experimental estuvo constituida por una caja plástica de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto, donde se deposito una capa de 20 cm de cada orden de suelo.

La semilla en número de 42 se sembraron en la mitad de la caja en una primera siembra, y la otra mitad se sembró 45 días después de la aplicación de los herbicidas con igual numero de semillas para evaluar la residualidad de los mismos en cada orden de suelo.

Los herbicidas seleccionados para este estudio se presentan en el Cuadro 8 y su aplicación se realizo con una bomba de espalda dotada de un regulador de presión de 35 lbs y una boquilla 8003 calibrada para una descarga de 700 litros por hectárea.

Cuadro 7
Características de los Herbicidas Aplicados en los Diferentes Órdenes de Suelo

Nombre Genérico	Tipo	Nombre Comercial	Formulaciones	Dosis/ha
Hexazinona	Triazina	Velpar	75 WG	0,75 Kg
Pendimentalina	Dinitroanilida	Prowl	50 EC	2,5 L
Isoxaflutole	Isoxazoles	Merlin	75 WG	0,11 Kg
Acetoclor	Acetanilida	Harness	90 EC	2,5 L

RESULTADOS

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de la evaluación realizada 75 días después de la aplicación de los herbicidas y el control ejercido por los diferentes tratamientos con base en su residualidad 90 días después de la aplicación y sobre una nueva lluvia de semillas 45 días después de la aplicación.

En dicho Cuadro y Figura 5 se observa que el herbicida **Acetoclor** presentó el mayor control de la maleza en el suelo Ultisol con un 94,97 % a los 75 días de aplicado, seguido por un 80,69 % en el suelo Vertisol, valores que contrastan respecto a las características de los suelos mencionados. En los suelos Inceptisol y en el Molisol presentó valores similares con un 76,57 % y 73,49 % respectivamente.

En la segunda siembra (Cuadro 8 y Figura 5) este herbicida presentó un menor control en los suelos Ultisol y Vertisol con un 7,51 % y 7,29 % respectivamente, al parecer el buen control inicial obtenido en estos suelos limita su poder residual a largo plazo, contrariamente con los suelos Inceptisol y Molisol se logró una mayor residualidad con 13,54 % y 12,29 % respectivamente.

El herbicida **Pendimetalina** presentó un relevante control en todos los ordenes de suelo de las semillas plantadas en la primera siembra y evaluadas a los 75 días después de la aplicación al presentar entre un 97 y 100 % de control (Figura 5) En la segunda siembra este herbicida redujo su control a un 10,99 % en el suelo Inceptisol, un 20,15 % en el suelo Vertisol, un 22,3 % en el Molisol y a un 35,81% en el suelo Ultisol. Además este herbicida presentó su mayor residualidad en todos los órdenes de suelo superado únicamente por Hexazinona.

Cuadro 8
Resultados de la Evaluación del Porcentaje de Control de *Rottboellia cochinchinensis* ejercido por cada uno de los Herbicidas en dos Períodos de Siembra.

Orden Suelo	Herbicidas	% Control	
		Primera Siembra	Segunda Siembra
Inceptisol	Acetoclor	76,57	13,54
	Pendimetalina	100	10,99
	Isoxaflutole	51,13	24,5
	Hexazinona	100	38,26
	Testigo	0	0
Vertisol	Acetoclor	80,69	7,29
	Pendimetalina	97,92	20,15
	Isoxaflutole	45,41	1,04
	Hexazinona	75	31,4
	Testigo	0	0
Molisol	Acetoclor	73,49	12,29
	Pendimetalina	100	22,3
	Isoxaflutole	34,03	0
	Hexazinona	68,32	31,98
	Testigo	0	0
Ultisol	Acetoclor	94,97	7,51
	Pendimetalina	99,29	35,81

Ultisol	Isoxaflutole	68,83	3,13
	Hexazinona	98,86	64,42
	Testigo	0	0

El herbicida **Isoxaflutole** presento valores medios en todos los órdenes de suelo mejorando el mismo en el suelo Ultisol con un 68,83 % y el menor control en el suelo Molisol con un 34,03%.

En la segunda siembra este herbicida ejerció el mayor control en el suelo Inceptisol con un 24,5 %, reduciendo su residualidad significativamente en los otros ordenes de suelo.

La **hexazinona** al ser comparada con los demás herbicidas presento una respuesta satisfactoria al, reducir su control en el suelo Molisol en un 68,32 %, contrario al control logrado en los otros ordenes de suelo donde el control fue de 95 a un 100%.

En la segunda siembra, este herbicida presentó también un control bastante aceptable respecto a los demás herbicidas, el cual fue de un 31% a un 38 % en los suelos Inceptisol, Vertisol y Molisol y en el suelo Ultisol duplicó su control a un 64,42 % como se observa en el cuadro8 y Figura 5.

Con los resultados obtenidos en este estudio resulta difícil señalar y generalizar, si el pH del suelo, la carga iónica del herbicida, el contenido de arcilla o de materia orgánica y el tipo de arcilla como las causas probables de un buen o mal accionar de los herbicidas en los diferentes ordenes de suelo .

Mas que buscar las posibles causas, lo importante es conocer el accionar del herbicida y dependiendo del orden de suelo en el que se cultive la caña recomendar el mejor herbicida que ofrezca el mejor control de esta perniciosa maleza.

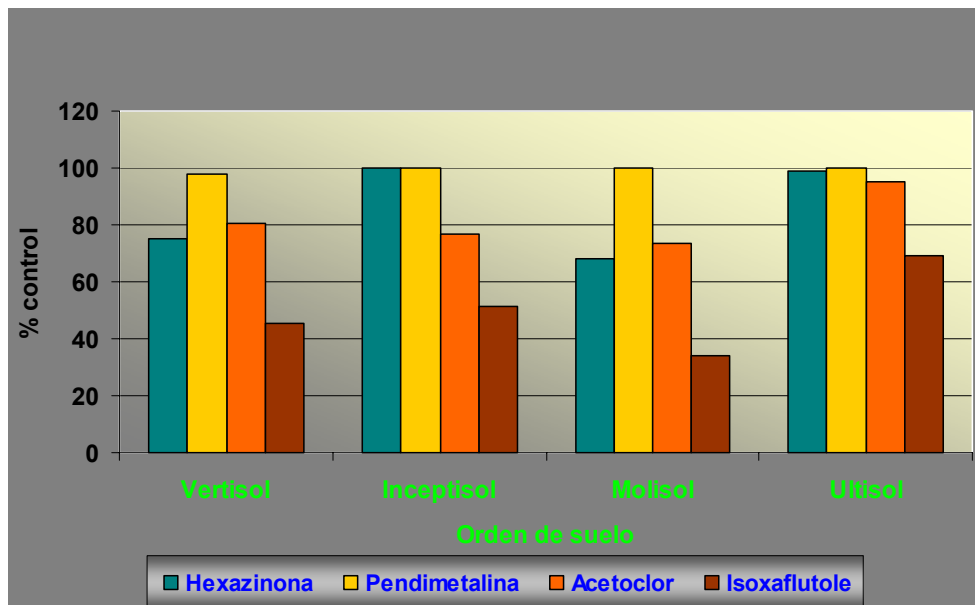


Figura 5: Porcentaje de control de *Rottboellia cochinchinensis* ejercido por los Herbicidas Pre emergentes aplicados en Cuatro Órdenes de Suelo.

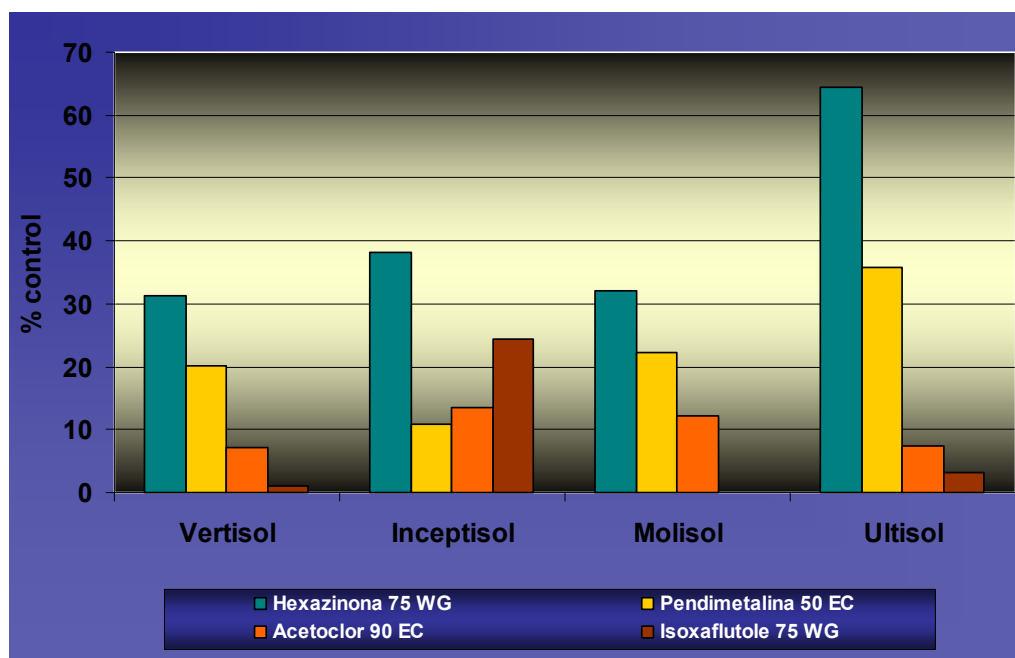


Figura 6: Porcentaje de Control de *Rottboellia cochinchinensis* Sembrada 45 días después de la aplicación de los Herbicidas Pre emergentes en cuatro ordenes de suelo.

Herbicidas Pre emergentes Aplicados en Condiciones de Secano

La maleza *Rottboellia cochinchinensis* presenta la particularidad de germinar y crecer en condiciones adversas de clima sobre todo ante la escasez de humedad en el suelo. Es común observarla creciendo conjuntamente con los retoños de la caña de azúcar posterior a la corta en condiciones secas, por lo que rápidamente inunda los campos en espera de las primeras lluvias, las cuales al llegar en forma aislada favorecen en primera instancia a la maleza que por su velocidad de crecimiento supera fácilmente y en corto tiempo al cultivo.

Cuando los productores se percatan de su presencia, aplican herbicidas post emergentes en grandes cantidades perjudicando los rendimientos de la caña debido a la susceptibilidad de algunas variedades comerciales a estos herbicidas.

Una alternativa posible de contrarrestar la germinación y con ello el rápido crecimiento de esta maleza en los campos de retoño se daría con la aplicación de herbicidas pre emergentes posterior a la corta de la caña, con la finalidad de mantenerse en condición de “latencia” presto a activarse en cuanto llueva sobre los campos de retoño. Para lograr este objetivo los herbicidas deben aplicarse sobre el suelo seco y quedar expuesto a las inclemencias del clima y el tiempo, condiciones que favorecerían eventualmente su posible inactivación. Por tal motivo y ante el desconocimiento de la efectividad y persistencia de los diferentes herbicidas aplicados bajo esta modalidad se estableció un estudio en condiciones de invernadero y cuya metodología y resultados se expondrán a continuación.

METODOLOGÍA

Se depositó un suelo Vertisol totalmente seco en cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto y se sembraron con 25 semillas de *Rottboellia cochinchinensis* cada caja. Inmediatamente después de la siembra se les aplicaron los herbicidas **Pendimetalina 50 EC** a 2,5 lt /ha e **Isoxaflutole 75 WG** a razón de 125 gr/ha utilizando una bomba de espalda dotada de una boquilla 8003 y un regulador de presión de 40 Lbs para una descarga de 896 L / ha. Las cajas tratadas y sembradas además de un tratamiento testigo (sembrado y sin aplicación) se mantuvieron en condiciones secas y cada 10 días se fueron introduciendo a un invernadero para que recibieran la humedad necesaria para estimular la germinación de la maleza y activar el herbicida.

RESULTADOS

En el Cuadro 9 se presentan los resultados obtenidos en una evaluación realizada 63 días después de la siembra en promedio de dos repeticiones.

El herbicida **Isoxaflutole** a pesar de indicar el fabricante su capacidad de controlar la maleza en estas condiciones, presentó un control aceptable (80,77 %) hasta los 20 días después de su aplicación, sin embargo 10 días después fue incapaz de ejercer el mismo control.

El herbicida **Pendimetalina** presentó un 100 % de control hasta el final del periodo de evaluación a pesar de ser un herbicida no recomendado para esta modalidad de aplicación y sobre todo por ser un herbicida que se degrada con la luz o sea es fácilmente fotodegradable según lo indica su fabricante.

También quedó demostrado que hay una pérdida paulatina de germinación de la semilla de la maleza al caer esta de un 76 % a un 32 % en un periodo de más de 60 días como se observa en dicho cuadro.

Estos resultados preliminares motivan a continuar evaluando en condiciones controladas y sobre todo de campo, épocas, dosis y nuevos herbicidas, con el objetivo de verificar la información obtenida antes de recomendar su aplicación comercial.

Cuadro 9
Porcentajes de Germinación y Control de la Maleza *Rottboellia cochinchinensis* por dos Herbicidas Aplicados en Pre emergencia en Condiciones de Secano en un Suelo Vertisol de Guanacaste.

HERBICIDA	Días post aplicación	Plantas Germinadas	% Germinación	% Control
Isoxafluctole	0	2	10,53	89,47
	10	2,5	22,73	77,27
	20	2,5	19,23	80,77
	30	11	100	0
	40	10,5	131,25	0
Pendimetalina	0	0	0	100
	10	0	0	100
	20	0	0	100
	30	0	0	100
	40	0	0	100
Testigo	0	19	76	Na
	10	11	44	Na
	20	13	52	Na
	30	11	44	Na
	40	8	32	Na

Na : No Aplica

CONCLUSIONES

1. En el control en preemergencia de *Rottboellia cochinchinensis* en condiciones de invernadero los herbicidas Orizalina, Hexazinona, Isoxaflutole, Clomazone, Terbutiuron y Pendimetalina superaron el 90 % de control, por lo que se dispone de varias alternativas para el control de esta maleza.
2. El herbicida Pendimetalina controló en un 100 % la maleza en los tratamientos con y sin cobertura indicando con ello que la presencia del rastrojo de cosecha en el campo no impide su accionar como herbicida pre emergente.
3. Los herbicidas Acetoclor, Hexazinona, Clomazone, e Isoxaflutole controlaron entre un 40 y un 60 % la maleza en presencia del rastrojo.
4. El comportamiento de los herbicidas en los diferentes órdenes de suelo fue variado como era de esperar, por ejemplo el herbicida Pendimetalina controló eficientemente la maleza en todos los ordenes de suelo, sin embargo la hexazinona fue el herbicida de mayor residualidad en todos los ordenes de suelo 90 días después de la aplicación.
5. Entre los diferentes órdenes de suelo evaluados el suelo Ultisol fue el suelo donde mejor control ejercieron todos los herbicidas situación muy ligada al bajo contenido de materia orgánica que presentan estos suelos.

6. En la aplicación de los herbicidas pre emergentes en condiciones de secano el herbicida Pendimetalina presento un control altamente efectivo de la maleza 40 días después de permanecer en el suelo sin humedad.

II. HERBICIDAS POST EMERGENTES

En el mercado de agroquímicos hay una gran cantidad de herbicidas selectivos y no selectivos que se utilizan en el cultivo de la caña de azúcar en las diferentes regiones, aplicados por lo general en mezclas y con dosis muy variadas. La combinación de herbicidas algunos con sentido técnico y otras sin fundamento han sido utilizadas por los productores de todo el país indiscriminadamente ante todas las malezas presentes, esta situación ha provocado gastos excesivos en productos, y muchas veces un control ineficiente de las malezas. Para lograr corregir esta situación se debe conocer la capacidad de cada uno de los herbicidas que componen la mezcla y aun más conocer si esas capacidades permanecen o se ven aumentadas o disminuidas cuando se encuentran en combinación con otros herbicidas.

Por este motivo se procedió a investigar cada uno de los herbicidas individualmente y en mezcla para conocer en detalle sus capacidades de controlar en este caso una gramínea importante como la *Rottboellia* y posteriormente proyectar estos resultados al control de otras malezas problemáticas e importantes del cultivo.

Control de Cinco Herbicidas Post emergentes Aplicados en diferentes etapas de crecimiento de la *Rottboellia cochinchinensis*

La maleza *Rottboellia cochinchinensis* no solo se encuentra ampliamente distribuida si no que también se encuentra en diferentes estados fenológicos provocado por una diferenciación en el estado de madurez fisiológica de su semilla.

Esta condición induce a un control tardío de esta maleza porque si el fabricantes de herbicidas recomiendan realizar dichas aplicaciones en condiciones de post emergencia temprana (altura inferior a 20 cm) el productor no lo hace en espera de lograr tener la mayor población de plantas en el campo para hacer sus respectivas aplicaciones de herbicida.

Por tal motivo los herbicidas tendrán que controlar plantas de diverso tamaño desde estados iniciales de germinación hasta plantas en estado de post floración. Ahora bien aquí surge la regla de que a mayor tamaño de la maleza la dosis debe incrementarse proporcionalmente si se quiere mantener un buen control, pero cuando se utilizan mezclas las dosis recomendadas son bajas y constantes y aquí debemos apostar a la capacidad de cada producto para hacer las mezclas adecuadas que ayuden a controlar esta maleza en una forma económica.

METODOLOGÍA

Se sembraron en cajas plásticas con las dimensiones descritas con anterioridad 25 semillas de *Rottboellia* y luego se introdujeron a un invernadero en las instalaciones de DIECA en Santa Gertrudis Sur de Grecia provincia de Alajuela.

Una vez alcanzado el tamaño adecuado de las plántulas medido de la base a la primera lígula visible se aplicaron los herbicidas y sus dosis correspondientes de mezcla, según se observan

en el cuadro 11 .La aplicación se realizo con una bomba de espalda prevista de un regulador de presión de 40 lbs PSI y una boquilla 80 03 calibrada para una descarga de 367 lts / ha.

RESULTADOS

En el Cuadro 10 se presentan los herbicidas evaluados con sus respectivas dosis por hectárea, las alturas de las plantas y los porcentajes de control obtenidos en cada uno de ellas.

Cuadro 10
Resultados del porcentaje de control de cinco herbicidas post emergentes aplicados en diferentes etapas de crecimiento de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*.

Tratamiento	6 cm	12 cm	20 cm	30 cm	Pre Floración	Post Floración
Hexazinona 75 WP 0.50 Kg / ha	96	83	100	95	100	86
Hexazinona 75 WP 0.25 Kg / ha	50	83	100	91	80	87
Diuron 80 WG 2 kg / ha	96	100	96	90	8	5
Terbutrina 80 WG 2 kg / ha	100	90	100	0	0	0
Ametrina 50 SC 3 l / ha	100	95	8	0	0	0
Krismat 75 WG 2 kg / ha *	38	50	0	0	0	0

* Krismat es marca registrada y su composición es Ametrina 73,15 % + Trifloxysulfurón 1,85 %

Según los resultados expuestos en el cuadro anterior el herbicida **Hexazinona** logró controlar tanto en la dosis de 250 gr y 500 gr la maleza en todos los estados de crecimiento. Se evidenció como en estados iniciales de la maleza (6 cm) este herbicida probablemente presenta problemas de absorción, ya que en esta etapa con la dosis mas baja su control fue inferior respecto a los demás herbicidas. En General esta respuesta positiva de la Hexazinona viene a reforzar resultados preliminares anteriores, donde aparentemente un incremento en la dosis de este herbicida no es necesario para controlar a esta maleza como quedo evidenciado en este estudio.

Por su parte el herbicida **Diurón** a razón de 1,6 kg i.a/ha logró controlar la maleza satisfactoriamente hasta los 30 cm ocupando con ello el segundo lugar como graminicida respecto a los demás herbicidas evaluados.

Los herbicidas **Terbutrina** y **Ametrina** presentaron en buen control inicial de las plántulas de *Rottboellia cochinchinensis*, sin embargo la Terbutrina logro alcanzar un peldaño más en las etapas de crecimiento al controlarla hasta los 20 cm con un 100 % de las plantas mientras que la Ametrina en este estado alcanzo controlar únicamente un 8%.

Finalmente el herbicida **Krismat** por su forma de actuar en la planta resulto difícil enmarcar la etapa de mayor mortalidad de la maleza, y aunque posterior a los 12 cm no se logró la muerte total de la maleza, pero la misma paralizó por completo el crecimiento.

Ante estos resultados se concluye a que hay diferencias marcadas en el control de la maleza en sus diferentes etapas de crecimiento, información que será de gran utilidad para confeccionar las mezclas adecuadas que contribuyan eficiente y económicamente a controlar esta y otras malezas de los campos cultivados de caña de azúcar.

EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HERBICIDAS

La utilización de las mezclas de herbicidas utilizadas en el cultivo de la caña de azúcar, se han sustentado en estudios hechos en diferentes condiciones, valorando ambientes y malezas presentes, y donde las mejores mezclas después de ser validadas han sido recomendadas a los productores y utilizadas comercialmente por los mismos. Sin embargo cuando se han estructurado estas mezclas no ha tenido un respaldo técnico que asegure que las dosis utilizadas en mezcla con un herbicida específico son las más efectivas y económicas. Por tal motivo en este estudio para estructurar las mezclas se seleccionó cada uno de los herbicidas con base a su capacidad gramínicida y en sus dosis más bajas para luego adjuntar los demás herbicidas variando sus dosis. Así se realizaron todas las combinaciones posibles. Las aplicaciones se realizaron sobre 25 plantas sembradas previamente en cajas plásticas de dimensiones ya descritas con anterioridad y en estado de prefloración. Las aplicaciones al igual que en los otros estudios se realizó con una bomba de espalda prevista de un regulador de presión de 40 lbs PSI y una boquilla 80 03 calibrada para una descarga de 400 lts / ha.

RESULTADOS

En el Cuadro 12 se presenta la conformación de las mezclas así como los respectivos porcentajes de control de la maleza por cada uno de los tratamientos evaluados.

Como se observa en dicho cuadro en la mezcla **Diuron +Terbutrina** las dosis crecientes de Terbutrina no mejoraron el porcentaje en el control de la maleza la cual se mantuvo entre un 94 y 96 %. Esta misma situación se presentó con la mezcla **Diuron + Ametrina** en dosis crecientes de la Ametrina de 1 hasta 5 litros donde el control promedio fue de un 98,4 %.

Al mezclar **Hexazinona + Diuron** y **Hexazinona + Terbutrina**, también fueron bastante efectivas estas combinaciones ya que alcanzaron un 100 % del control de la maleza con las dosis más bajas de Diuron y Terbutrina.

Estos resultados son bastantes alentadores en el sentido de que la dosis más baja en el segundo herbicida presentó en todas las mezclas un control igual al obtenido cuando se utilizaron dosis mayores. El uso del herbicida Metanoarsonato monosódico conocido con las siglas M.S.M.A a pesar de no ser un herbicida selectivo para el cultivo, se ha utilizado frecuentemente por algunos productores que han visto muy buenos resultados con el uso de este herbicida. Se ha valorado en pruebas anteriores que utilizado en bajas dosis y por ser un herbicida de contacto, los efectos fitotóxicos son insignificantes y por su bajo costo resulta ser una valiosa alternativa para el control de las malezas en general. Sin embargo en la búsqueda de posibles combinaciones de este herbicida se evaluó con Diuron con el cual manifiesta un importante sinergismo en la dosis de 2 kg / ha como se observa en el Cuadro 11. Contrariamente se observa como al mezclarse este herbicida con Terbutrina y Ametrina se presenta un posible antagonismo entre estos productos. Por su parte la mezcla tradicional **Terbutrina +Ametrina** y en dosis altas no ofrecieron un control aceptable de la maleza aplicada.

Cuadro 11
Resultados de la Evaluación de Diferentes Combinaciones de Herbicidas en el Control de
***Rottboellia cochinchinensis* en Condiciones de Invernadero**

Herbicida 1	dosis / ha	herbicida 2	dosis / ha	% Control
Diuron 80 WG	2 kg	Terbutrina 80 WG	1 kg	94
Diuron 80 WG	2 kg	Terbutrina 80 WG	2 kg	90
Diuron 80 WG	2 kg	Terbutrina 80 WG	3 kg	91
Diuron 80 WG	2 kg	Terbutrina 80 WG	4 kg	96
Diuron 80 WG	2 kg	Ametrina 50 SC	1 Lt	96
Diuron 80 WG	2 kg	Ametrina 50 SC	2 Lt	100
Diuron 80 WG	2 kg	Ametrina 50 SC	3 Lt	100
Diuron 80 WG	2 kg	Ametrina 50 SC	4 Lt	96
Diuron 80 WG	2 kg	Ametrina 50 SC	5 Lt	100
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Diuron 80 WG	1 kg	100
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Diuron 80 WG	2 kg	100
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Diuron 80 WG	3 kg	100
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Terbutrina 80 WG	1 kg	100
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Terbutrina 80 WG	2 kg	100
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Terbutrina 80 WG	3 kg	100
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Terbutrina 80 WG	4 kg	100
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Ametrina 50 SC	1 kg	50
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Ametrina 50 SC	2 kg	23
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Ametrina 50 SC	3 kg	84
Hexazinona 75 WG	0.25 kg	Ametrina 50 SC	4 kg	95
M.S.M.A 72 SL	1 Lt	Diuron 80 Wg	1 kg	8
M.S.M.A 72 SL	1 Lt	Diuron 80 Wg	2 kg	95
M.S.M.A 72 SL	1 Lt	Terbutrina 80 WG	1 kg	0
M.S.M.A 72 SL	1 Lt	Terbutrina 80 WG	2 kg	0
M.S.M.A 72 SL	1 Lt	Terbutrina 80 WG	3 kg	0
M.S.M.A 72 SL	1 Lt	Ametrina 50 SC	2 kg	0
M.S.M.A 72 SL	1 Lt	Ametrina 50 SC	3 kg	0
Terbutrina 50 SC	5 Lt	Ametrina 50 SC	2 kg	19
Terbutrina 50 SC	5 Lt	Ametrina 50 SC	3 kg	48
Terbutrina 50 SC	5 Lt	Ametrina 50 SC	4 kg	47
Terbutrina 50 SC	5 Lt	Ametrina 50 SC	5 kg	52

CONCLUSIONES

1. Se logro determinar el poder gramínicida de los principales herbicidas post emergentes utilizados para el control de *Rottboellia cochinchinensis*, y donde la Hexazinona ocupó el primer lugar seguido por Diurón y Terbutrina, finalmente la Ametrina fue el herbicida que presento un menor control de esta maleza.
2. Se estructuraron las mezclas de herbicidas y se logro determinar las mejores dosis, donde las mismas ejercieron el mejor control de esta maleza en estado de prefloración.
3. Se determinó la existencia de sinergismos y antagonismos entre las mezclas usadas en el control, situación que favoreció la selección de las mejores combinaciones de herbicidas para lograr un control eficiente y económico de esta maleza
4. Dosis bajas del segundo herbicida de la mezcla es suficiente para ocasionar un daño importante en la maleza *Rottboellia cochinchinensis*.
5. El Herbicida Diuron presente en la mayoría de mezclas induce a una acción sinérgica con los demás herbicidas evaluados.

III HERBICIDAS Y ADYUVANTES

Los adyuvantes son sustancias químicas que se adicionan a un herbicida o mezcla de estos para aumentar su efectividad, especialmente en condiciones climáticas adversas. Existen en el mercado una amplia variedad de productos comerciales de distinta composición química y diversos mecanismos de acción, capaces de realizar múltiples funciones, al punto que algunos pueden alterar el comportamiento típico y esperado de cualquier herbicida. Ante esta situación el beneficio de un determinado adyuvante no esta completamente asegurado como lo afirman algunos autores “*No obstante, la adición de un adyuvante a la mezcla (agua –Herbicida) de aspersión ,puede aumentar ,disminuir o no tener ningún resultado en la efectividad del producto. De esta forma un surfactante puede incrementar la actividad de un herbicida sobre determinada maleza y no en otras, o puede incrementar la actividad de un determinado herbicida sobre algunas malezas y no la de otros herbicidas.*” (Kogan y Pérez 2001).

Ante la necesidad de lograr un mayor aprovechamiento del efecto de los herbicidas, en procura de un menor costo y ante la incertidumbre de lograr los beneficios esperados por los diversos adyuvantes existentes en el mercado se establecieron por parte de DIECA , investigaciones interactuando dichos adyuvantes con los herbicidas utilizados y valorados en el control de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* .Los resultados obtenidos son satisfactorios y aunque reafirman lo expuesto por Kogan y Pérez , sirven de sustento para proyectar a futuro nuevas investigaciones en otras malezas de importancia económica para el cultivo de la Caña de Azúcar.

METODOLOGÍA

Se seleccionaron un total de 11 adyuvantes comerciales y se agregaron en mezcla a cuatro herbicidas de acción post emergente a la maleza la cual se sembró en microparcels de 0,27 m² en condiciones de invernadero. La cantidad de plantas asperjadas fueron 25 en estado de prefloración y el gasto de agua fue equivalente a 529 litros por hectárea.

Los herbicidas aplicados fueron Diuron 80 WG (1 kg /ha), Terbutrina 80 WG (1.5 kg / ha), Hexazinona 75 WG (0.125 kg / ha) y Ametrina 50 SC (3.5 kg /ha). Las dosis utilizadas se

redujeron con excepción de la Ametrina para permitir una clara y evidente manifestación de los adyuvantes.

Las dosis general de los adyuvantes fue de 1ml / litro de agua (0.1 %) y las evaluaciones se realizaron 21 días después de la aplicación contabilizando plantas muertas (% mortalidad) y plantas afectadas (% afectadas) las cuales presentaban lesiones importantes pero no suficientes para producir la muerte.

En el Cuadro 13 se presentan las características de los adyuvantes seleccionados en este estudio preliminar y como se observan en su composición química es bastante variada en apariencia aunque existen compuestos diferentes que ofrecen un mismo efecto. Resulta ante esto difícil poder referirse a los productos si no es por su nombre comercial por lo que por facilidad se procederá de esta forma.

Cuadro 12
Características Funcionales y Químicas de los Adyuvantes Comerciales evaluados.

Nombre comercial	Clasificación	Composición
NP7	Emulsificante, Humectante, Adherente Humectante y penetrante,	Monifenol poliglicol eter
KAITAR ACT SL	Emulsificante, humectante, y Antiespumante	Acido dodecibencesulfonico Octifenoxietoxilado Isopropanol, silicona fosfatos sodio y potasio Hidroxido sodio
LIMONOIL 15 % SL	Surfactante, Penetrante, Solvente	Petroleun oil
INEX 27.65 % L	Penetrante	Eter de Polietilenglicol Glicol con oxido de etileno Dimetil Polisilosano
AGREX F 32.2 SL	Penetrante, adherente, dispersante humectante y antiespumante	Monil fenol Polioxitileno Dioctil sulfo Succinato
AGREX ABC	acidificante, dispersante, humectante, penetrante	Dioctil sulfo succinato Acidificante orgánico
COSMO IN D 27 SL	Penetrante, surfactante, Antiespumante, reductor de tensión e Indicador PH	Alcohol Etoxilado Polyoxiethylene Alquil Ether
WK 85 SL	Penetrante, Humectante	Monoxinol
SURLAQ 25 %	Humectante, Dispersante, penetrante	Alquil Aril Polietoxilatos Alquil sulfosuccinato Oxido polalquil hetome trisilosano
Silwet L77	Organo siliconado	Polialquilenoxido Heptamethyltrisilosano
TRANSPORE 30.4 SL	Penetrante, Humectante, Dispersante	Nonil Fenol Polietoxilado, Glicoles

RESULTADOS

Las evaluaciones correspondientes al porcentaje de plantas muertas y afectadas por cada tratamiento se realizaron a los 21 días después de la aplicación y sus resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 13
Resultados del Porcentaje de Control de *Rottboellia cochinchinensis* por Cuatro
Herbicidas en Mezcla con 11 Adyuvantes Aplicados en Post Emergencia

TRATAMIENTO	DIURON 80 WG 1 KG / HA		TERBUTRINA 80 WG 1.5 KG		HEXAZINONA 75 WG 0.125 KG		AMETRINA 50 SC 3.5 L / HA	
	% MORTALIDAD	% AFECCION	% MORTALIDAD	% AFECCION	% MORTALIDAD	% AFECCION	% MORTALIDAD	% AFECCION
W K	86	14	46	0	0	24	60	16
INEX	25	25	25	0	0	0	9	8
AGREX ABC	64	36	0	100	0	0		
COSMO IN	85	15	0	10	0	19	8	0
SURLAQ	40	60	0	0	0	100	15	4
L77	71	29	100	0	0	46	16	0
KAITAR	7	0	52	0	100	0	17	9
LIMONOIL	71	29	91	9	0	0	11	11
NP7	100	0	12	0	0	15	3	3
AGREX F32.2	75	25	28	0	0	0	19	4
TRANSPORE	4,1	94	22	88	100	0	31	69
TESTIGO	25	33	4	0	33	66	39	61

Entre los tratamientos se incluyó un tratamiento testigo el cual consistió en la aplicación del herbicida sin adyuvante.

% Afección = variable en la que se consideraron aquellas plantas con hojas quemadas o algún grado de daño en su follaje pero insuficiente para causar la muerte de la planta.

Herbicida DIURÓN

Como se observa en el cuadro anterior y Figura 7 el herbicida Diuron presentó un mayor control de la maleza con todos los adyuvantes superando en forma significativa al tratamiento testigo el cual logró un 25 % de plantas muertas. Los adyuvantes NP7 con 100 % de mortalidad, WK y COSMO IN con un 86 % y 85 % fueron un buen ejemplo del uso de los adyuvantes adecuados para este herbicida. Algunos tratamientos con los adyuvantes KAITAR y TRANSPORE con un 7 y 4 % respectivamente, presentaron un pésimo control de la maleza, inferior que al testigo, este es también un ejemplo claro de que algunos adyuvantes en vez de mejorar el accionar del herbicida Diuron por el contrario pueden interferir negativamente con este.

La mayor efectividad obtenida con este herbicida como se mencionó se obtuvo cuando se le adicionó el adyuvante NP7, posiblemente esto se deba a que su fabricante BAYER, también es fabricante tradicional del herbicida Diuron, de ser así es un ejemplo de que si es factible desde su fabricación obtener moléculas de productos altamente sinérgicos.

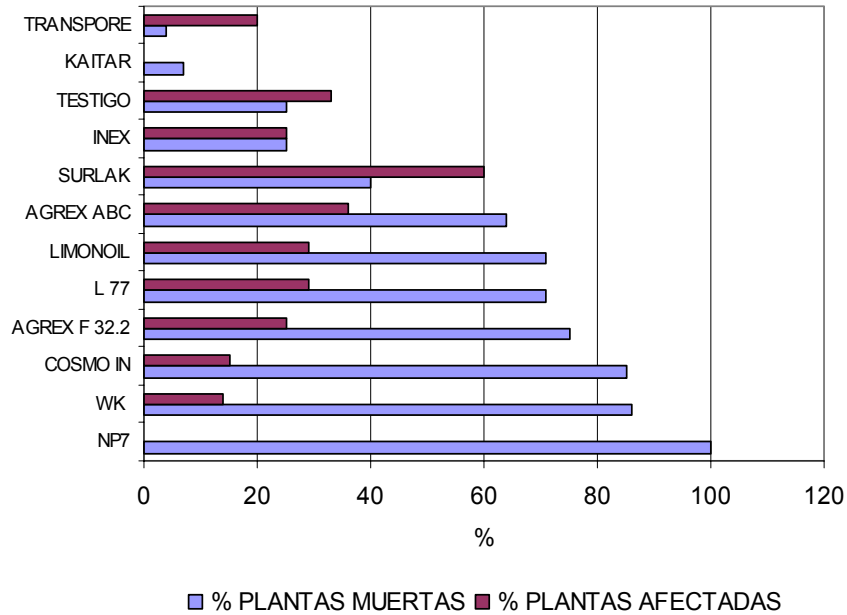


Figura 7: Porcentaje de control de la maleza *Rottboellia* por el herbicida Diurón y 11 Adyuvantes.

Herbicida Terbutrina

El herbicida Terbutrina también afecto mayoritariamente a la maleza *Rottboellia cochinchinensis* (Figura 8) cuando se le adicionaron algunos adyuvantes, entre los que destacan con un 100 % de plantas muertas el adyuvante órgano siliconado SILWETT L 77, seguido en segundo lugar por LIMONOIL con un 91 %, contrastando ambos con el testigo sin adyuvante, el cual logro eliminar únicamente un 4 % de las plantas y sin causar afección en el resto de la población. Algunos adyuvantes como AGREX ABC, COSMO IN, y SURLAK no aportaron nada a este herbicida en el control de esta maleza, solamente AGREX ABC fue muy eficaz en provocar daños en todas las plantas sin ocasionarles la muerte.

Es posible observar como adyuvantes que en mezcla con el herbicida Diuron fueron altamente efectivos como NP7, en el caso del herbicida Terbutrina no logro afectar a la maleza en forma satisfactoria, esta condición pone en evidencia el posible error de generalizar el uso de estos productos.

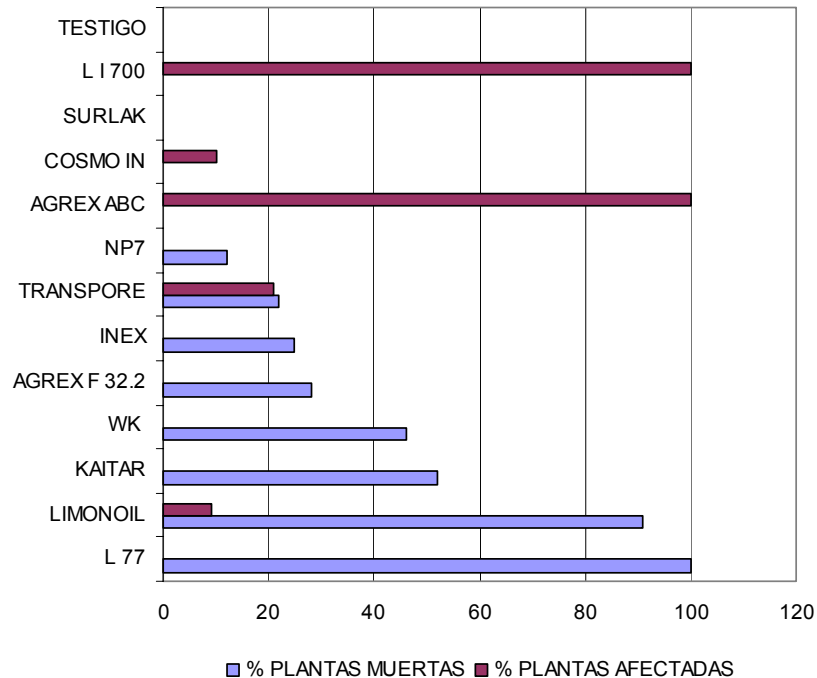


Figura 8: Porcentaje de Control de la Maleza Rottboellia por el Herbicida Terbutrina y 12 Adyuvantes Comerciales.

Herbicida Hexazinona

Como se observa en el Cuadro 13 y Figura 9, en el caso del herbicida hexazinona pocos adyuvantes mejoraron sustancialmente su accionar como ocurrió con el adyuvante KAITAR y TRANSPORE con un 100 % del control de la maleza.

Este herbicida a pesar de dosificarse con la mitad de la dosis mínima recomendada el tratamiento testigo (sin adyuvante) presentó un 33 % de plantas muertas superando a los demás herbicidas que se dosificaron igual y con poca diferencia con Ametrina cuya dosis fue completa, así se evidencia el poder graminicida de este herbicida.

Algunos adyuvantes como SURLAQ provocó una afección importante en la mayoría de las plantas, pero también de alguna forma impidió que este herbicida eliminara al menos las plantas que por sí solo lo habría hecho. El adyuvante SILWETT L77 a pesar de haber sido muy efectivo con el herbicida Terbutrina, en este caso solo logró afectar parcialmente un 46 % de las plantas de Rottboellia presentes.

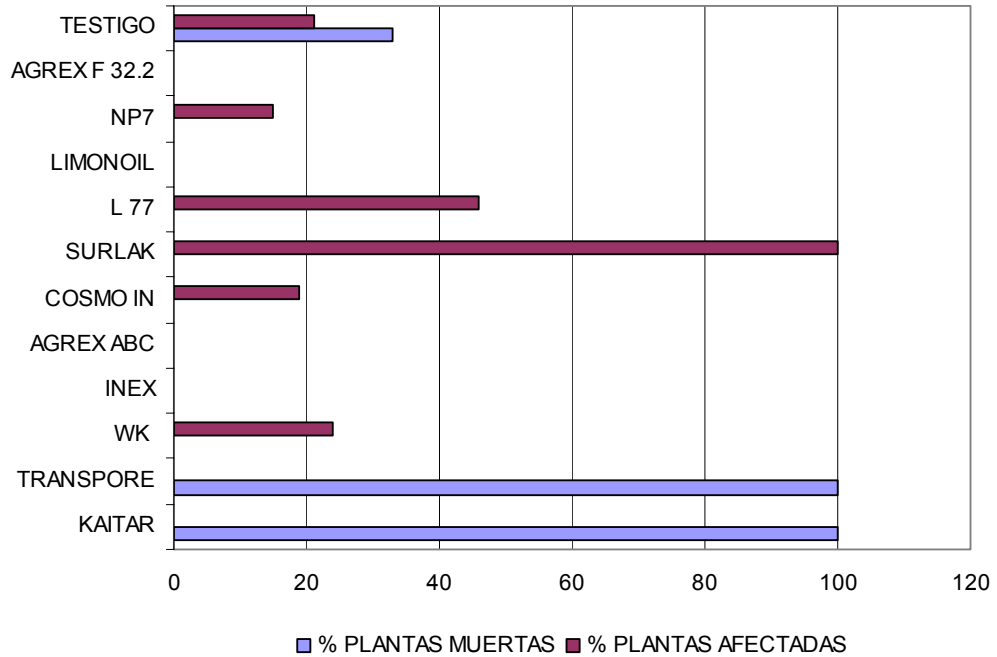


Figura 9. Porcentaje de control de la maleza Rottboellia por el herbicida Hexazinona y 11 Adyuvantes Comerciales.

Herbicida Ametrina

Este herbicida sin adyuvante logro controlar en un 44 % las plantas de Rottboellia aplicadas y afecto a un 36 % de estas, sin embargo como se indicó en principio, se utilizo una dosis de normal a alta (3.5 litros) respecto a los demás herbicidas evaluados, esto con la finalidad de que se manifestaran los adyuvantes.

Como se observa en el Cuadro 13 y Figura 10 la mayoría de los tratamientos lograron controlar en alguna medida a la maleza, y entre los adyuvantes mas efectivos se encontraron: TRANSPORE con un 76 % de plantas muertas y WK con un 60 %.

Los demás adyuvantes no lograron superar al tratamiento testigo ni en el número de plantas muertas ni en el número de plantas afectadas.

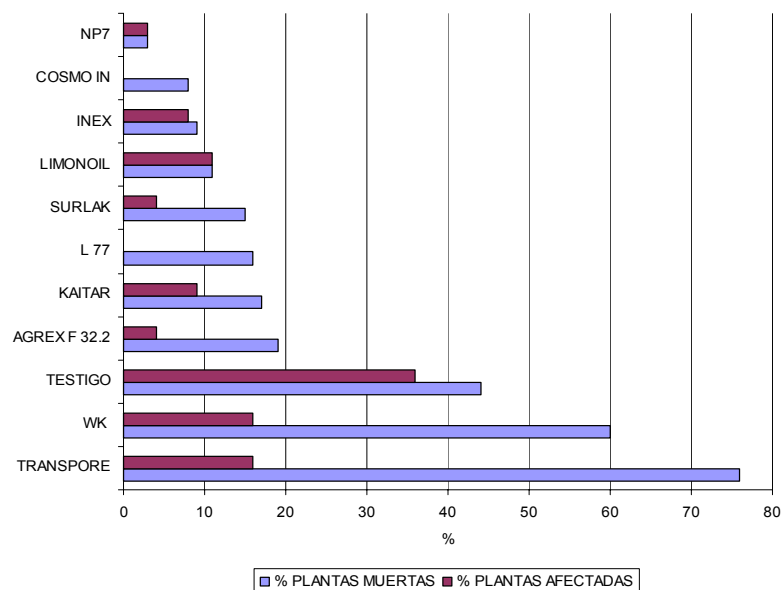


Figura 10: Porcentaje de Control de la Maleza Rottboellia por el Herbicida Ametrina y 10 Adyuvantes Comerciales.

MEZCLAS – ADYUVANTES

Como el control químico de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar no se realiza utilizando un solo herbicida, si no mezclas de estos, sería muy lógico si se pretende obtener la máxima respuesta, utilizar los adyuvantes que mejoraron el accionar de cada herbicida que compondría una determinada mezcla a utilizar.

Para seleccionar dichos adyuvantes en una forma objetiva se consideraron los valores obtenidos en el porcentaje de mortalidad y afección de plantas de Rottboellia por cada herbicida y adyuvante (Cuadro 13). Luego se seleccionaron aquellas mezclas que ofrecieron un buen control con las dosis más bajas de sus herbicidas (Cuadro 12) y se les adjudicó a cada una de ellas los mejores adyuvantes. Con esta información se logró establecer una serie de pruebas de verificación en el campo y en diferentes localidades, las cuales fueron consecutivas y no simultáneas con la finalidad de que permitieran seleccionar y descartar tratamientos y dosis en cada una de ellas culminando con el establecimiento en una finca del Ingenio Atirro en el Cantón de Turrialba, provincia de Cartago con una prueba de valoración de 30 mezclas de herbicidas los cuales se detallan en el Cuadro 14.

METODOLOGÍA

Se seleccionó un lote cultivado con caña de azúcar con la variedad Pindar altamente infectado por la maleza Rottboellia cochinchinensis en estado de prefloración y se marcaron dos entresurcos de 15 metros de largo por tratamiento. La aplicación se realizó utilizando una bomba de espalda equipada de una boquilla 80 03 con tope de presión de 30 lbs si calibrada para una descarga 526 lt / ha. Las evaluaciones se realizaron a los 21 días posteriores a la evaluación y los resultados obtenidos, así como los diferentes tratamientos se presentan en el Cuadro 14.

RESULTADOS

Cuadro 14
Resultados de la Evaluación de 30 Mezclas de Herbicidas para el Control de *Rottboellia cochinchinensis* en Turrialba, Cartago. Agosto 2008.

TRATAMIENTOS	Promedio	COSTO ¢/ Ha	Costo \$
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + WK 1 cc/l	100,00	¢21.453	37,64
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + NP-7 1 cc/l	100,00	¢22.491	39,46
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + AGREX F 32 1 cc/l	88,33	¢22.557	39,57
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + LIMONOIL 1 cc/l	86,67	¢21.681	38,04
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha	66,67	¢20.557	36,06
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + L 77 1 cc/l	100,00	¢26.000	45,61
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + INEX 1 cc/l	93,33	¢19.302	33,86
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + AGREX F 32 1 cc/l	91,67	¢19.617	34,42
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + LIMONOIL 1 cc/l	90,00	¢18.741	32,88
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + WK 1 cc/l	86,67	¢18.513	32,48
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + NP-7 1 cc/l	85,00	¢19.551	34,30
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + SURLAQ 1 cc/l	83,33	¢19.270	33,81
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha	75,00	¢17.617	30,91
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 72 SL 0.5 l/ha + KAITAR 1 cc/l	100,00	¢15.887	27,87
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 72 SL 0.75 l/ha + KAITAR 1 cc/l	100,00	¢16.830	29,53
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 72 SL 1 l/ha	100,00	¢16.932	29,71
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 2 kg/ha + KAITAR 1 cc/l	91,67	¢23.302	40,88
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + COSMO IN 1 cc/l	90,00	¢16.578	29,08
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + WK 1 cc/l	85,00	¢15.777	27,68
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + NP-7 1 cc/l	85,00	¢16.815	29,50
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha TESTIGO	83,33	¢14.881	26,11
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + L 77 1 cc/l	80,00	¢23.326	40,92
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + KAITAR 1 cc/l	78,63	¢15.721	27,58
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + SURLAQ 1 cc/l	71,67	¢16.534	29,01
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 0.5 l/ha + KAITAR 1 cc/l	85,00	¢11.025	19,34
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 0.75 l/ha + KAITAR 1 cc/l	85,00	¢11.968	21,00
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 1 l/ha	85,00	¢12.070	21,18
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + L 77 1 cc/l	91,67	¢24.140	42,35
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha TESTIGO	70,00	¢15.695	27,54
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + KAITAR 1 cc/l	65,00	¢16.535	29,01

La mezcla **Diuron + Terbutrina** presento un excelente control de la maleza al combinarse esta con los adyuvantes WK y NP7, superando al testigo sin coadyuvante en más de un 30 % en el control de la maleza con un incremento leve en su costo (menos de \$ 2.) En esta mezcla los adyuvantes AGREX F32.2 y LIMONOIL aportaron un beneficio adicional e importante al control de la maleza.

La mezcla **Diuron + Ametrina** como se observa en el Cuadro 14 es mas económica que la anterior y además cuenta con mayores y mejores alternativas de control, su combinación con adyuvantes como: L77, INEX, AGREX F32.2 y LIMONOIL entre otros proporcionaron un control superior al 90 % y una diferencia significativa al testigo sin coadyuvante.

La mezcla **Hexazinona + Diuron** presentó un menor costo y un buen control con el adyuvante COSMO IN con un 90 % de control. En esta mezcla algunos adyuvantes no lograron superar al tratamiento testigo tal es el caso de L77, KAITAR y SURLAQ.

Con la mezcla **Hexazinona +Terbutrina** solamente el adyuvante L77 supero al Testigo en mas de un 20 % pero con un costo mucho mayor debido al costo principalmente del adyuvante.

El herbicida MSMA se mezclo con Diuron y con Hexazinona y es evidente el sinergismo entre el Diuron y este herbicida lo cual permite disminuir la dosis del MSMA prácticamente a la mitad disminuyendo el costo de la mezcla en forma significativa. En la combinación con hexazinona también es posible reducir la cantidad de MSMA a la mitad (0.5 lt/ha) proporcionando valores muy aceptables en el control de esta importante maleza y un efecto menos adverso para el cultivo.

Los resultados obtenidos en esta prueba fueron muy satisfactorios, pero no definitivos por cuanto faltaron de valorar algunos tratamientos y verificar los resultados obtenidos en otras regiones cañeras del país , sin embargo de estos resultados se rescatan algunas conclusiones importantes que ayudaran a continuar con esta investigación con el fin de brindar el sustento técnico a los mismos.

CONCLUSIONES

- 1- Un alto porcentaje de los adyuvantes seleccionados fueron bien direccionados hacia las mezclas con base en los resultados de la evaluación individual en cada herbicida.
- 2- Mayores porcentajes de afeción y de mortalidad de las plantas influyo en el comportamiento del adyuvante en cada una de las mezclas valoradas.
- 3- Se presentaron diferencias en el control de las malezas en una misma mezcla de herbicidas provocadas por el adyuvante utilizado
- 4- Algunos adyuvantes en algunas mezclas no superaron al tratamiento testigo sin adyuvante, revelando con ello la posibilidad de un efecto adverso al esperado.
- 5- El herbicida Diuron resulto ser el herbicida mas compatible con la mayoría de los adyuvantes, situación que se manifestó en aquellas mezclas en que este herbicida estuvo presente.

- 6- Se presentaron diferencias en el control de las malezas en una misma mezcla de herbicidas provocadas por el adyuvante utilizado.
- 7- Es importante señalar que el conocimiento preciso del mecanismo de acción de los surfactantes es bastante oscuro y que desafortunadamente no se puede esperar siempre que la disminución en la tensión superficial inducida por estos productos provoquen un aumento en la retención, absorción foliar y actividad o eficacia del tratamiento herbicida., por lo tanto es imprescindible continuar valorando nuevos productos y sobre todo su accionar en otras malezas de importancia económica para el cultivo de la Caña de Azúcar.
- 8- Ante los resultados de este estudio, quedo claramente demostrado que no todos los adyuvantes a pesar de sus cualidades físico- químicas ofrecen por igual resultados satisfactorios en su función como activadores o potencializadores de los herbicidas en general. De esta forma se debe evitar en alguna forma la generalización de las recomendaciones.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Alfaro. P,R. .2006. Evaluación de la Efectividad de Cuatro Herbicidas Pre emergentes Aplicados sobre los Residuos de Cosecha de la Caña de Azúcar. In XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centro América ATALAC y XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica ATACORI. Memoria .Vol. II. San José. Costa Rica p: 719 -724.
2. Alfaro. P,R; Bolaños P, J;Barrantes. M,JC. 2006.Control Químico Pre emergente de *Rottboellia cochinchinensis* en Condiciones de Campo e Invernadero. In XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centro América ATALAC y XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica ATACORI. Memoria .Vol. II. San José. Costa Rica p: 725 -731.
3. Alfaro.P,R;Bolaños.P,J;Blanco.R,M. 2006. Efecto de Cuatro Herbicidas Pre emergentes sobre el Control de *Rottboellia cochinchinensis* en Cuatro Ordenes de Suelo dedicados al Cultivo de la Caña de Azúcar en Costa Rica . In XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centro América ATALAC y XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica ATACORI. Memoria .Vol. II. San José. Costa Rica p: 725 -731.
4. Cavenaghi,La .et al 2002.Dinámica de herbicidas en Palhada de Caña de Azúcar. Memorias IIX Congreso Nacional de STAB. Pernambuco. Brasil. p 170 - 174
5. García T, L; C Fernández 1991. Fundamentos sobre Malas Hierbas y Herbicidas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España.
6. García, E; Bortolussi, O; Blatner,L. 2003 Formulaciones y Adyuvantes. El Sitio de la Producción Animal, INTA ,Boletín de Divulgación Técnica Mayo 2003. 28 Pag.
7. Hess, F.D.1985. Herbicide Absorción and Translocations and their Relationship to Plant Tolerances and Susceptibility, In weeds Physiology Volume II Herbicide

Physiology Pag. 192 – 214) Ediciones SO Duke CRC Press INC Boca Raton , FL,USA.

8. Kogan, M; Pérez, A 2001. Herbicidas: Fundamentos Fisiológicos y Bioquímicos del Modo de Acción Colección en Agricultura Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. 333 Pag.
9. Lallana ,M ; Billard; Elizalde, J; Lallana,V.2006. Breve Revisión sobre Características de la Cutícula Vegetal y Penetración de Herbicidas. Revista Ciencia, Docencia y Tecnología n 33 Año XVII, noviembre 2006 Pag. 229 -241.
10. Prado, B; Solar del; Soto A, 2001. Adyuvantes, sus Propiedades y Efectos en las Aplicaciones de Agroquímicos SIDALC Sistemas de Información y Documentación Agropecuaria de las Américas .Consultado 16 abril 2009 .Disponible en [http www.orton.catie.ac.cr](http://www.orton.catie.ac.cr).
11. Villegas.TF; Torres.S,J.1994. Evaluación de Herbicidas para el control de caminadora. Rev.Sugar Journal.Vol 96. N° 1143 pag 113