



Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar

Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar DIECA

Avances en la Investigación en el Control Químico de Malezas en el Cultivo de la Caña de Azúcar en Costa Rica



*Ing Agr Roberto Alfaro Portuguez
Ing Agr Randall Ocampo Chinchilla*

Mayo 2017

Contenido

Contenido.....	2
PRESENTACIÓN	4
INTRODUCCIÓN	5
I. HERBICIDAS PEEMERGENTES	8
1.1 EVALUACION DE DIFERENTES HERBICIDAS PREEMERGENTES EN EL CONTROL DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i> EN CONDICIONES DE INVERNADERO.....	8
1.2 EVALUACION DEL EFECTO DE DOSIS CRECIENTES DEL HERBICIDA PENDIMETALINA EN EL CONTROL PRE EMERGENTE DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	13
1.3 TOLERANCIA VARIETAL DE LA CAÑA DE AZUCAR A LOS HERBICIDAS PRE EMERGENTES	14
1.3.1 EVALUACION DEL EFECTO DE DIFERENTES HERBICIDAS PRE EMERGENTES EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE DOS VARIEDADES DE CAÑA DE AZUCAR.	15
1.3.2 ESTUDIO DEL EFECTO SOBRE EL DESARROLLO INICIAL DE 15 VARIEDADES COMERCIALES Y PROMISORIAS TRATADAS EN PRE EMERGENCIA CON EL HERBICIDA ISOXAFLUTOLE	19
1.3.3 EFECTO DE LOS HERBICIDAS PRE EMERGENTES SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CAÑA DE AZUCAR EN LA REGION SUR.....	21
1.4 EFECTO DE LOS RESIDUOS DE COSECHA SOBRE LA EFECTIVIDAD DE CUATRO HERBICIDAS PRE EMERGENTES.....	23
1.5 COMPORTAMIENTO DE CUATRO HERBICIDAS PREEMERGENTES APLICADOS EN CUATRO ORDENES DE SUELO.....	27
1.6 EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE CONTROL DE TRES HERBICIDAS PRE EMERGENTES A DISTINTAS PROFUNDIDADES DE SIEMBRA DE LA SEMILLA DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	33
1.7. RESPUESTA EN EL CONTROL PRE EMERGENTE DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i> POR LA APLICACIÓN E INCORPORACION DEL HERBICIDA PENDIMETALINA 50 EC EN CONDICIONES DE INVERNADERO.....	35
1.8 EVALUACION DE DIFERENTES HERBICIDAS PRE EMERGENTES GENERICOS DE PENDIMETALINA EN EL CONTROL DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	37
1.9. EVALUACION DE DOS HERBICIDAS PRE EMERGENTES APLICADOS EN CONDICIONES DE SECANO.....	39
1.9.1 CONDICIONES DE INVERNADERO	39
1.9.2 EXPERIENCIAS DE CAMPO	41
1.10 EVALUACION DE DOS FORMULACIONES DEL HERBICIDA PRE EMERGENTE PENDIMETALINA APLICADO EN CONDICIONES DE SUELO SECO Y HUMEDO.	43
1.11 RESPUESTA EN LA RESIDUALIDAD DE TRES HERBICIDAS EN EL CONTROL PREEMERGENTE DE ARVENSES DICOTILEDONEAS EN CONDICIONES DE SUELO SECO.	45
1.12 ESTUDIO DE LA RESPUESTA EN EL CONTROL DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i> EN DOS ORDENES DE SUELO POR DOS FORMULACIONES DEL HERBICIDA HEXAZINONA.	47
1.13 EVALUACION DEL CONTROL PRE EMERGENTE DE ARVENSES POR LAS MEZCLAS DE PENDIMETALINA CON TRES HERBICIDAS Y TRES DOSIS EN LA REGION SUR.....	49
II. Herbicidas Post emergentes	53
2.1 CONTROL DE CINCO HERBICIDAS POST EMERGENTES APLICADOS EN DIFERENTES ETAPAS DE CRECIMIENTO DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	54
2.2 CONFORMACION Y EVALUACION DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL POST EMERGENTE DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	56
III. Herbicidas Post emergentes y Adyuvantes	59
3.1 EVALUACION DE LA INTERACCION DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES PARA EL CONTROL DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i> EN DIFERENTES CONDICIONES DE CAMPO.	59
3.1.1 EVALUACION DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES EN ATIRRO, TURRIALBA.	61

3.1.2 EVALUACION DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES EN MIRAMAR, PUNTARENAS.	63
3.1.3 EVALUACION DE 21 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES EN ATIRRO, TURRIALBA.	66
3.1.4 EVALUACION DE 25 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES PARA EL CONTROL POST EMERGENTE DE <i>Murdania nudiflora</i> EN LA REGION NORTE.	69
3.1.5 EVALUACION DEL HERBICIDA 2,4-D CON DIFERENTES ADYUVANTES PARA EL CONTROL DE LA ARVENSE <i>Alocasia macrorryza</i> (Pato).	71
3.1.6 EVALUACION DE 30 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y COADYUVANTES EN TURRIALBA.	73
3.1.7 EVALUACION DE 17 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES PARA EL CONTROL DE <i>Digitaria sp</i> EN LA REGION SUR.	76
3.1.8 RESPUESTA DE 5 MEZCLAS DE HERBICIDAS CON DIFERENTES ADYUVANTES EN EL CONTROL DE <i>Panicum fasciculatum</i> EN LA REGION DEL PACIFICO CENTRAL.	79
3.1.9 EFECTO DE LA INTERACCIÓN DE LA ACIFICACION DEL AGUA CON CINCO COADYUVANTES EN MEZCLA DE HERBICIDAS PARA CONTROLAR ARVENSES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR EN TURRIALBA, COSTA RICA.	82
3.2 ESTUDIO DE LA INTERACCION DE DIFERENTES HERBICIDAS Y ADYUVANTES PARA EL CONTROL DE <i>Rottboellia cochinchinensis</i> EN CONDICIONES DE INVERNADERO.	86
3.3 CAMBIOS DE pH PROVOCADOS POR DIFERENTES COADYUVANTES EN MEZCLA CON LOS HERBICIDAS UTILIZADOS EN LA CAÑA DE AZUCAR.	97
3.4 EVALUACION PRELIMINAR DE 4 PRODUCTOS RECOMENDADOS COMO ATENUANTES DE LA FITOTOXICIDAD DEL HERBICIDA MSMA EN CONDICIONES DE INVERNADERO.	99
3.5 ESTUDIO DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR A SEIS HERBICIDAS POST EMERGENTES EN LA REGION SUR (TERCERA COSECHA).	102
3.6 EFECTO DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZUCAR A 6 HERBICIDAS POST EMERGENTES EN LA REGION DE GUANACASTE.	105
3.7 RESPUESTA DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR A LA APLICACIÓN DE CINCO MEZCLAS DE HERBICIDAS POST EMERGENTES. CAÑAS GUANACASTE.	107
3.8 EVALUACION DE 9 HERBICIDAS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE ARVENSES DICOTILEDONEAS EN LA CAÑA DE AZUCAR EN LA REGION SUR.	110
3.9 ESTUDIO DEL EFECTO DEL PERIODO LIBRE DE PRECIPITACIONES SOBRE EL CONTROL DE ARVENSES DE LOS PRINCIPALES HERBICIDAS Y SUS MEZCLAS APLICADAS EN LA CAÑA DE AZUCAR.	115
4. DISEÑO, ADAPTACION Y EVALUACION DE UN SPRAY BOOM PARA BOMBA DE ESPALDA CARPI DE MOTOR.	124
5. Revisión de Literatura	127

PRESENTACIÓN

El control químico de arvenses en las plantaciones de caña de azúcar es una práctica de manejo muy importante no solo por ser indispensable en lograr altos rendimientos agrícolas si no por el alto costo que esta actividad consume anualmente en mano de obra y en la compra de grandes cantidades de herbicidas.

En Costa Rica el control químico es el método más utilizado por los productores de caña de azúcar en todas las regiones productoras, sin embargo a pesar de ser una alternativa efectiva por descuido y desconocimiento se cometen graves errores en la implementación de las mezclas, dosificaciones erróneas y un inoportuno control provocando ineficiencia en el control, pérdidas productivas y por lo general un incremento en los costos de producción.

La presencia en el mercado de nuevas moléculas de herbicidas, nuevas formulaciones, y nuevos adyuvantes, obliga a buscar alternativas comerciales convenientes y apropiadas para toda la diversidad de especies de arvenses presentes en las plantaciones de caña de azúcar.

Durante los últimos años, LAICA por medio del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar DIECA, ha procurado a través de la implementación de un programa específico y continuo de investigación ,proporcionar los elementos necesarios para que la práctica concerniente al control de arvenses se realice dentro del concepto de una agricultura de manejo sostenible ,orientada a la racionalización de los productos químicos utilizados; pero a la vez permitiendo alcanzar una mayor eficiencia, un menor costo y minimizando el perjuicio sobre el cultivo y el medio ambiente.

En este documento se transcribe en forma resumida algunos de los trabajos de Investigación desarrollados por el Programa de Agronomía tanto en condiciones de laboratorio, invernadero y campo con el objetivo de brindar al productor toda la información necesaria que garantice tener éxito en esta práctica de manejo tan importante.

Se presentaran primeramente todos los estudios concernientes a herbicidas pre emergentes evaluando productos, dosis y residualidad bajo condiciones diversas de ambientes y suelos. Estudios sobre herbicidas post emergentes, evaluando mezclas, dosis y adyuvantes apropiados para arvenses comunes y algunas de difícil control.

El efecto fitotóxico de los herbicidas sobre las variedades para identificar su grado de susceptibilidad y tolerancia fueron también algunos de los trabajos realizados y apostados en este documento para su información.

Roberto Alfaro Portuguez e-mail: ralfaro@laica.co.cr Randall Ocampo Chinchilla e-mail: rocampo@laica.co.cr

Agradecemos la colaboración obtenida por los técnicos de DIECA y técnicos de Ingenios de las regiones involucradas en la realización y éxito obtenido con estas investigaciones.

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 arvenses que compiten con dicho cultivo.

La agresividad con que crece una arvense está directamente relacionada con el ambiente en que se desarrolla esta (condiciones climáticas y edáficas), razón por la cual en las diferentes regiones del país, se emplean diferentes mezclas y dosis de herbicidas para el control de dichas plantas.

Una de las arvenses 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 arvense 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, 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 esta planta por su tamaño, provoca 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 arvenses.

- 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 *R. cochinchinensis* en el campo.
- 4) La caña de azúcar en Costa Rica se cultiva en diferentes órdenes 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 y pH 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 lograr un control más oportuno y eficiente de las malezas en esta condición.

Actualmente el mercado de agroquímicos ofrece diversas alternativas para el control general de *R. cochinchinensis*, 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 arvenses que invaden las áreas cañeras.

Para el control químico de *R. cochinchinensis* y otras gramíneas, 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 fito tóxicos y de residualidad en los suelos aplicados.

Esta situación por desconocimiento ha provocado, un uso inadecuado de los herbicidas, y con ello un pésimo control de esta y otras arvenses importantes por parte de los productores cañeros durante muchos años. Como resultado de un mal manejo, hoy día los campos de cultivo se encuentran inundados de *R. cochinchinensis* 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, se ha desarrollado un programa de investigación continuo,

utilizando como referencia para el control de gramíneas los resultados obtenidos con *R.cochinchinensis* en esta particular maleza.

Cabe mencionar que muchos de los resultados aquí presentados son el producto de diversas repeticiones y cuentan con su respectivo análisis estadístico, publicado con mucho mayor detalle en publicaciones independientes y memorias de Congresos donde han sido expuestos para su análisis y discusión. Aquellos que por diversas razones no cuenta con su análisis estadístico se han establecido en diferentes épocas y ambientes para asegurar sus resultados.



Figura 1: Plantación de caña de Azúcar invadida por *Rottboellia cochinchinensis* en el Cantón de San Carlos. Alajuela.



Figura 2. Presencia de arvenses comunes en la caña de azúcar.

I. HERBICIDAS PEEMERGENTES

1.1 EVALUACION DE DIFERENTES HERBICIDAS PREEMERGENTES EN EL CONTROL DE *Rottboellia cochinchinensis* EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

Para lograr un control efectivo de *R. 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 identificar y orientar todas aquellas acciones debidamente planificadas a reducir a la mayor brevedad 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 *R. 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, se establecieron trabajos de investigación de campo e invernadero, dirigidos a aclarar estas dudas y determinar cuál o cuáles herbicidas ofrecen el mejor control, la mayor residualidad y el menor costo, sin perjudicar la productividad del cultivo. Se seleccionaron aquellos herbicidas capaces de controlar *R. cochinchinensis* en preemergencia y los mismos con sus respectivas dosis utilizadas así como su precio, se presentan en el Cuadro 1.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

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°, con condiciones apropiadas para el desarrollo de *R. 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 colocó sobre las mismas una capa de tierra de 1 cm de espesor. Se seleccionaron 9 herbicidas del Cuadro 1 y para su aplicación se utilizó una bomba de espalda provista de un regulador de presión de 35 lbs psi y una boquilla 8003 calibrada para una descarga de agua de 659 litros por hectárea.

Cuadro 1.
Características de los herbicidas evaluados en este estudio.

Nombre Genérico	Concentración y Formulación	Dosis/ha	Clase Herbicida	Costo \$/ha
Metribuzin	48 SC	2,0 L	Triazina	41,28
Acetoclor	90 EC	2,5 L	Acetanilida	27,52
Pendimentalina	50 EC	2,5 L	Dinitroanilina	29,43
Isoxaflutole	75 WG	0,11 Kg	Isoxazoles	21,70
Hexazinona	75 WG	0,8 Kg	Triazina	50,37
Terbutrina	50 SC	4 L	Triazina	41,07
Clomazone	48 EC	1,5 L	Isoxazoles	49,10
Orizalina	48 SC	1 L	Dinitroanilina	28,49
Terbuthiuron	50 SC	2,5 L	Urea	80,64
Atrazina	90 WG	3 Kg	Triazina	21,70
Imazapir	24 SC	1 L	Imidazol	34,19
Oxifluorfen	12 EC	2.5 L	Difenil Eter	44,47

1\$ US = ₡560

Se realizaron evaluaciones a los 30-60 y 90 días y las variables obtenidas fueron: porcentaje de plantas de *R. cochinchinensis* germinadas respecto al testigo y además en cada tratamiento se valoró el peso y tamaño de las plantas que lograron germinar; ya que algunos herbicidas aunque no impidieron la germinación, si lograron interferir en el crecimiento y desarrollo de esta planta.

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 las plantas 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.

El herbicida Pendimetalina controló la totalidad de la maleza a los 30 y 60 días, sin embargo algunas plantas aparecieron a los 90 días, esta reducción en la residualidad realmente es poco significativa sobre todo si se considera el periodo post aplicación del herbicida.

Cuadro 2.
Porcentaje de plantas de *Rottboellia cochinchinensis* germinadas post tratamientos.

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	0,93	3,89
Terbutiuron	1,71	1,85	4,54
Pendimetalina	0	0	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



Figura 3. Vista de las unidades experimentales utilizadas en este estudio.

Cuadro 3.
Peso y tamaño de las plantas de *Rottboellia cochinchinensis* germinadas 90 días post aplicación.

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	7,1	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
Metribuzin	81,56	337,33	6,83
Testigo	100	233,67	10,52

Algunos herbicidas no lograron evitar la germinación 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 plantas germinadas.

Es importante indicar que los valores de peso y tamaño de las plantas son el promedio de un gran número de lecturas y debido a la germinación escalonada típica en esta maleza hace que se tengan plantas de un tamaño y peso normal a su etapa de desarrollo, pero otras plantas en etapas iniciales con valores muy reducidos, lo cual distorsiona en alguna medida los valores reales.

Herbicidas como Acetoclor, Terbutrina y Metribuzin presentaron pesos de las malezas superiores que el testigo, lo que indica que estos herbicidas al reducir el número de plantas provocaron un mayor y temprano macollamiento de la maleza, manifestado en un menor tamaño y mayor peso.

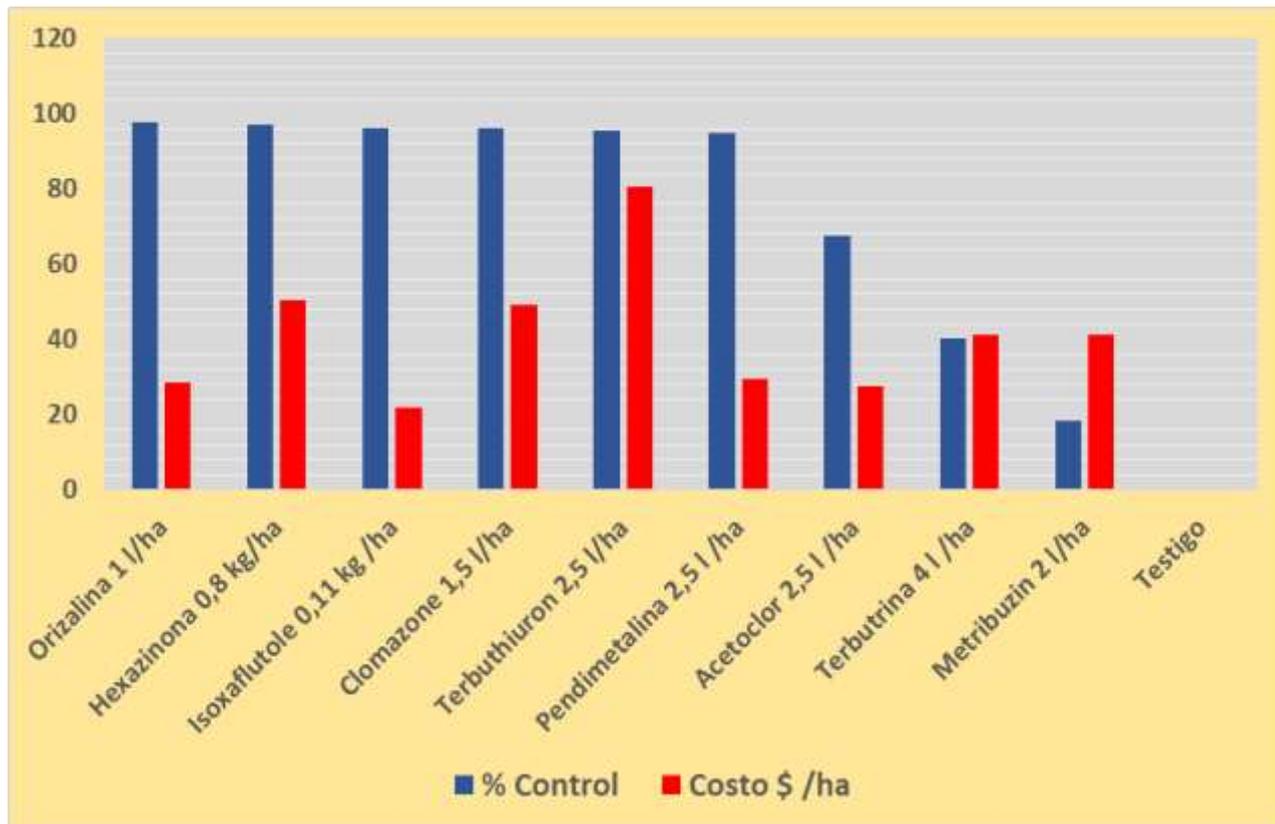


Figura 4. Porcentaje en el control de *Rottboellia cochinchinensis* y costo de cada tratamiento a los 90 días de la aplicación.

El porcentaje de control como se observa en la anterior figura, revela que los herbicidas Orizalina, Hexazinona, Isoxaflutole, Clomazone, Terbutiuron 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.

Según el porcentaje de control (Figura 4) ejercido por los diferentes herbicidas, Terbutiuron 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.

1.2 EVALUACION DEL EFECTO DE DOSIS CRECIENTES DEL HERBICIDA PENDIMETALINA EN EL CONTROL PRE EMERGENTE DE *Rottboellia cochinchinensis*.

La maleza *Rottboellia cochinchinensis* por su distribución, reproducción, crecimiento y presencia en la mayoría de plantaciones de caña de azúcar del país, la convierten en la

gramínea más agresiva e importante. Por tal motivo se han realizado diferentes estudios a nivel de invernadero evaluando herbicidas, dosis y épocas de aplicación para ofrecer al productor cañero suficiente información que ayude a minimizar el impacto de esta maleza sobre el cultivo. El objetivo de este estudio consistió en evaluar dosis crecientes del herbicida Pendimetalina aplicado como pre emergente para determinar el periodo de residualidad que ofrece cada una de estas dosis.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

El estudio se estableció en condiciones de invernadero donde se utilizó , cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto, a las cuales, después de ser llenadas de tierra y compactadas con un suelo Andisol, se les aplico el herbicida Pendimetalina 50 EC en las dosis equivalentes de 0 2,3,4,y 5 l/ha, utilizando una bomba de espalda dotada de una boquilla AI 110 03 y un regulador de presión de 40 Lbs psi para una descarga de 409 l/ha. Posteriormente se sembraron cada 10 días en hileras de 5 semillas de *R. cochinchinensis* hasta completar 3 cajas en total por dosis.

Los resultados de observan en el Cuadro 4 donde claramente se observa que al incrementar las dosis del herbicida se incrementó el efecto residual manifestado en el porcentaje de control de *Rottboellia cochinchinensis*. El tratamiento con 2 l / ha alcanzo el 100 % del control hasta los 50 días post aplicación, el de 3 l/ ha avanza hasta los 70 días post aplicación, curiosamente con el tratamiento con 4 litros el 100 % se alcanzó 10 días antes del tratamiento anterior pero mantuvo un mayor control hasta los 100 días. El tratamiento de 5 litros / ha fue el tratamiento que logro mayor residualidad, logrando un 100 % hasta los 90 días, y un 60 % considerado como muy bueno hasta los 100 días.

Es importante aclarar que cuando los porcentajes son inferiores al 100 % las plántulas germinan, pero su crecimiento no es normal.

Si el costo por litro de Pendimetalina por ejemplo se encontrara en ¢ 8523.20 los días control costarían: ¢473.51 para la dosis de 5 l/ ha, de ¢ 568.21 para la dosis de 4 l / ha, de ¢365 para la dosis de 3 l/ha y de ¢340 en la dosis de 2 l / ha, lo que hace a la dosis de 5 l la dosis mas rentable.

Con la información obtenida en este estudio es posible programar de acuerdo a la presión de maleza en el campo y momento de aplicación seleccionar la dosis más adecuada para lograr nuestro objetivo de controlar eficientemente y económicamente a esta maleza

Cuadro 4.
Porcentaje de control de *Rottboellia cochinchinensis* ejercido por el herbicida Pendimetalina en diferentes dosis y días post aplicación.

Tratamiento	Días post aplicación	Porcentaje Control				
		0 l/ha	2 l/ha	3 l/ha	4 l/ha	5 l/ha
1	10	0	100	100	100	100
2	20	0	100	100	100	100
3	30	0	100	100	100	100
4	40	0	100	100	100	100
5	50	0	100	100	100	100
6	60	0	80	100	100	100
7	70	0	40	100	100	100
8	80	0	0	20	40	100
9	90	0	0	20	40	100
10	100	0	0	20	40	60
11	110	0	0	20	0	0
12	120	0	0	20	0	0
13	130	0	0	20	0	0
14	140	0	0	0	0	0



1.3 TOLERANCIA VARIETAL DE LA CAÑA DE AZUCAR A LOS HERBICIDAS PRE EMERGENTES

Los herbicidas pre emergentes son aplicados directamente al suelo antes de la germinación de las plantas arvenses y posterior a la siembra de la caña de azúcar, y a pesar de que no se

da un contacto directo del herbicida con la variedad de caña, esta al brotar sus raíces absorberán inevitablemente residuos de herbicida que se encuentra disponible en la solución del suelo. Dos factores determinaran indiscutiblemente el posible efecto fitotóxico que pueda presentarse en detrimento de un buen desarrollo de los retoños del cultivo, estos serán la residualidad de la molécula del herbicida y la susceptibilidad de la variedad de caña a cultivar. Por tal motivo y ante el desconocimiento del comportamiento fitotóxico de los herbicidas, se procedió a establecer estudios en etapas iniciales de crecimiento de la caña ante la presencia de los herbicidas pre emergentes más recomendados. A continuación se presentan algunos de los trabajos de investigación.

1.3.1 EVALUACION DEL EFECTO DE DIFERENTES HERBICIDAS PRE EMERGENTES EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE DOS VARIEDADES DE CAÑA DE AZUCAR.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se seleccionaron 2 variedades de origen brasileño RB73 9735 y SP 79 2233 ambas sembradas comercialmente en una de las regiones cañeras del país con buenas características productivas y conocida susceptibilidad a los herbicidas. La variedad RB 73 9735 se cataloga como susceptible a los herbicidas, y con cierta tolerancia a los mismos se identifica la variedad SP 79 2233.

De ambas variedades se seleccionaron tallos homogéneos en grosor y tamaño y de ellos se tomó un esqueje de tres yemas de la parte central del tallo para ser sembrado en pares en cajas plásticas de 0.2552 m² de área, luego se les depositó encima una capa de suelo aproximadamente de 2 cm de espesor.

La aplicación de los herbicidas se realizó utilizando una bomba de espalda equipada con una boquilla 80 03 calibrada para una descarga de 750 l / ha.

Los herbicidas aplicados así como los resultados de este estudio se presentan en el siguiente Cuadro 5. A los 90 días se procedió a extraer los esquejes de cada variedad y se tomaron las mediciones del tamaño y peso de los brotes de cada esqueje y tratamiento.

En la variedad RB 73 9735, algunos tratamientos superaron al testigo sin herbicida en el tamaño de los hijos. En el Cuadro 5 y Figura 5 donde Terbutrina, Metribuzin, Pendimetalina y Orizalina presentaron entre un 10 y un 20 % más de crecimiento que el testigo.

Cuadro 5. Tamaño y peso total de los hijos de las variedades aplicadas con los herbicidas.

Herbicidas	Variedad	Tamaño cm	DPRT	Peso gr	DPRT
		Total Hijos		Total Hijos	
Metribuzin	RB 73 9735	117,5	110	174,96	107
	SP 79 2233	131,33	115	244,73	118
Acetoclor	RB 73 9735	93,5	88	103,9	63
	SP 79 2233	117,16	103	151,3	73
Pendimetalina	RB 73 9735	117	110	173,43	106
	SP 79 2233	157,33	138	220,43	107
Isoxaflutole	RB 73 9735	87,33	82	100,5	61
	SP 79 2233	107,93	94	176,43	85
Hexazinona	RB 73 9735	100,16	94	162,1	101
	SP 79 2233	121,16	106	163,9	79
Terbutrina	RB 73 9735	122,83	119	173,63	107
	SP 79 2233	140,83	123	228,63	110
Clomazone	RB 73 9735	105,16	99	160	99
	SP 79 2233	131	115	203,56	98
Orizalina	RB 73 9735	125,66	118	181,6	111
	SP 79 2233	129,16	113	206,1	100
Terbuthiuron	RB 73 9735	106	100	143,86	87
	SP 79 2233	127	111	175,43	85
Imazapir	RB 73 9735	107,83	101	180,5	110
	SP 79 2233	132,66	116	182,26	88
Testigo	RB 73 9735	106,5	100	161,13	100
	SP 79 2233	114	100	206,1	100

DPRT Diferencia Porcentual Respecto al Testigo

Los tratamientos en los que se aplicaron los herbicidas Hexazinona, Acetoclor e Isoxaflutole los brotes o hijos de esta variedad no crecieron lo suficiente para igualar al tratamiento testigo como si lo hicieron los herbicidas Clomazone, Terbuthiuron e Imazapir.

De los herbicidas mencionados Imazapir no cumplió con el requisito de presentar selectividad al cultivo, por lo cual en presencia de una variedad susceptible es de esperar que este afecte el crecimiento de los brotes como ocurrió con otros herbicidas aparentemente selectivos. Al respecto estudios hechos en Brasil con variedades RB en suelos arcillosos, indican que no se presentaron efectos fitotóxicos al ser aplicadas en pre emergencia con este herbicida.

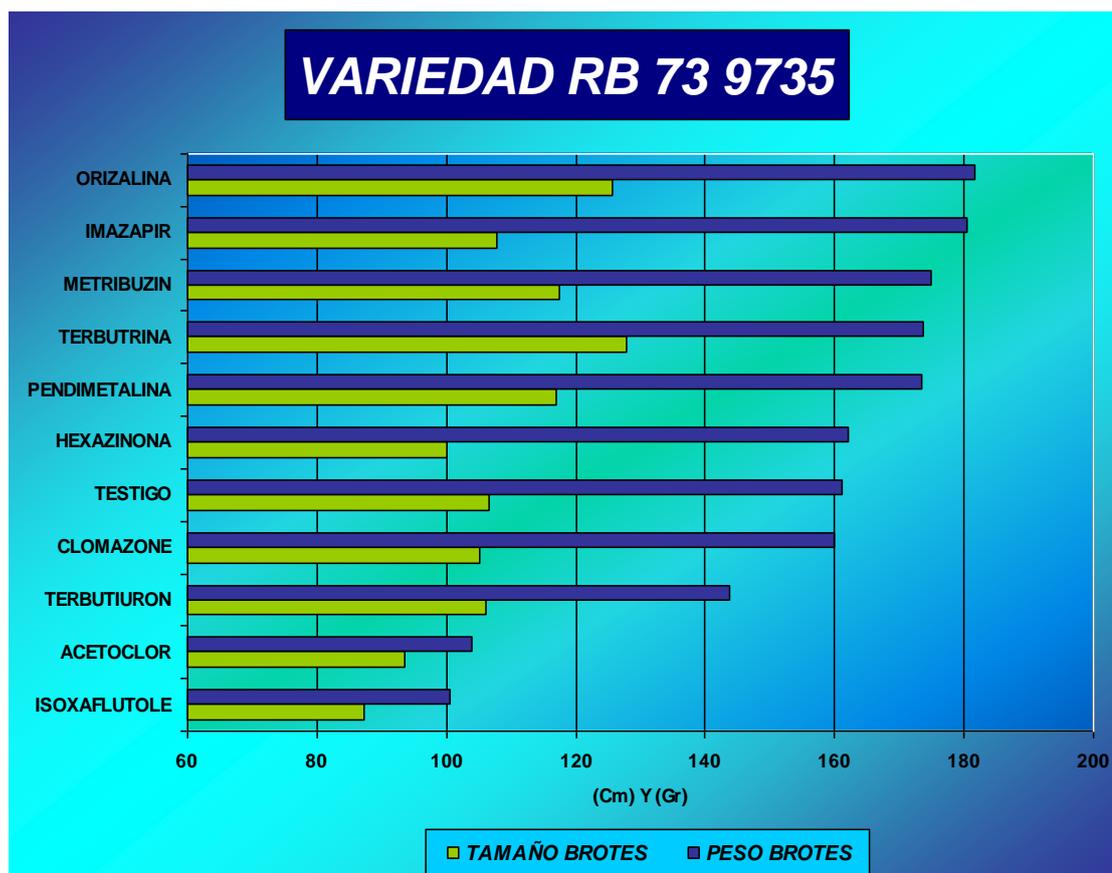


Figura 5 .Efecto de los diferentes herbicidas sobre el desarrollo de los hijos de la Variedad RB 73 9735

La variedad SP 79 2233 aparentemente se vio menos afectada por los herbicidas en virtud de su supuesta tolerancia a los mismos.

En el Cuadro 5 y Figura 6 se aprecia como los herbicidas Pendimetalina, Terbutrina , Imazapir y Metribuzin presentaron valores superiores en el tamaño de los hijos al tratamiento Testigo entre un 15 y hasta un 38 % como ocurrió con Pendimetalina.

A esta variedad los herbicidas Hexazinona y Acetoclor no afectaron el crecimiento de los hijos como ocurrió con la variedad RB 739735, únicamente el herbicida Isoxaflutole disminuyó levemente el crecimiento respecto al testigo.

Al tomar el peso de todos los hijos o brotes en la variedad RB 73 9735 se evidenció una mayor afección ya que los herbicidas Imazapir , Orizalina ,Terbutrina ,Metribuzin y Pendimetalina superaron al testigo entre un 5 y un 11% (Cuadro 5 Figura 5).

Los herbicidas Terbutiuron, Acetoclor e Izoxaflutole afectaron el peso de los hijos entre un 20 y un 40 %. Por su parte los herbicidas Hexazinona y Clomazone presentaron valores en los hijos de esta variedad similares al tratamiento testigo.

El peso de los hijos de la variedad SP 79 2233 (Cuadro 5 Figura 6) también se vio afectado por los herbicidas Imazapir, Ixoxaflutole, Terbutiuron, Hexazinona y Acetoclor entre un 12 y un 23 % respecto al tratamiento Testigo.

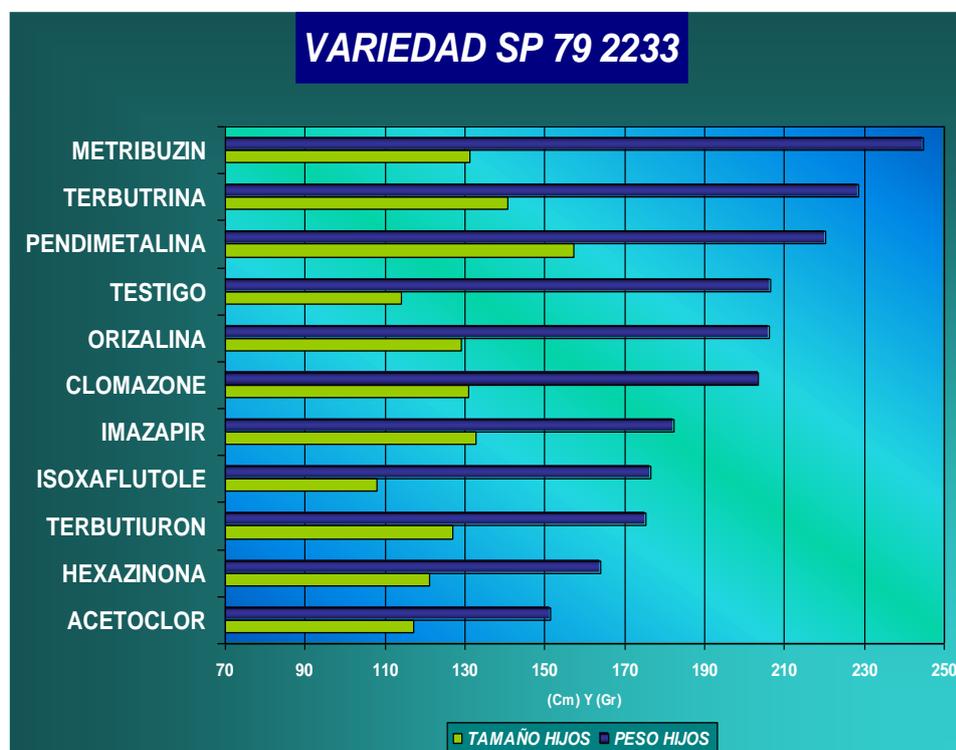


Figura 6 .Efecto de los diferentes herbicidas sobre el desarrollo de los hijos de la Variedad SP 79 2233

Los herbicidas Metribuzin, Terbutrina y Pendimetalina evidencian nuevamente un efecto más bien positivo en el peso de los hijos al presentar entre un 6 y un 7 % superior al testigo sin aplicación.

En resumen los herbicidas Metribuzin, Terbutrina y Pendimetalina presentaron un mejor desarrollo de los hijos que el tratamiento testigo en ambas variedades, donde Metribuzin resulto ser el mejor tratamiento al presentar un mayor tamaño y peso de los hijos o brotes.

El herbicida Imazapir supero al testigo en ambas variedades y los valores fueron muy similares entre ellos, por otra parte Acetoclor fue el herbicida que más afectó el desarrollo de los hijos en ambas variedades.

Es notoria la diferencia existente entre estas variedades donde la variedad SP 79 2233 supero al menos en el desarrollo inicial de los tallos a la variedad RB 73 9735.

Curiosamente y contrario a lo esperado muchos herbicidas mejoraron el desarrollo de ambas variedades y en especial a la variedad SP 79 2233.



Figura 7. Efecto del herbicida Hexazinona (Velpar 75 WG 0,8 kg/ha) en el desarrollo de la variedad SP 79 2233.



Figura 8. Efecto del herbicida Hexazinona (Velpar 75 WG 0,8 kg/ha) en el desarrollo de las variedades SP 79 2233 y RB 73 973

1.3.2 ESTUDIO DEL EFECTO SOBRE EL DESARROLLO INICIAL DE 15 VARIETADES COMERCIALES Y PROMISORIAS TRATADAS EN PRE EMERGENCIA CON EL HERBICIDA ISOXAFLUTOLE

Como el herbicida Isoxaflutole fue uno de los que más afectó a la “variedad susceptible” RB 73 9735 y a la “variedad tolerante” SP 79 2233, se estableció un nuevo estudio en condiciones de invernadero con el objetivo de medir si el efecto negativo mostrado en el anterior experimento.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se seleccionaron un total de 15 nuevas variedades sembradas comercialmente en diferentes regiones del país con buenas características productivas y desconocida susceptibilidad o tolerancia a los herbicidas. En las diferentes variedades se seleccionaron tallos homogéneos en grosor y tamaño, de ellos se tomó un esqueje de tres yemas de la parte central del tallo para ser sembrado en pares en cajas plásticas de 0.2552 m² de área, luego se les depositó encima una capa de suelo aproximadamente de 2 cm de espesor.

La aplicación de los herbicidas se realizó utilizando una bomba de espalda equipada con una boquilla 80 03 calibrada para una descarga de 750 l / ha. Los herbicidas aplicados así como los resultados de este estudio se presentan en el siguiente Cuadro 6. A los 90 días se procedió a extraer los esquejes de cada variedad y se tomaron las mediciones del tamaño y peso de los brotes o hijos de cada esqueje y tratamiento. El herbicida Isoxaflutole se aplicó en la dosis de 0,11 kg / ha.

En el cuadro 6 se presenta el resultado de la medición de las variables biométricas en las 15 variedades evaluadas en este estudio, se observa que algunas variedades como: SP 70 12 84, SP 82 1176, PR 87 2080, B 80 689, CP 72 2086 y Q 96, no manifestaron una reducción en el peso de sus hijos por causa del herbicida y por el contrario presentaron un mayor desarrollo de los mismos cuando fueron tratadas por el herbicida. Sorprende este resultado de la variedad Q 96 debido a que esta variedad se conoce por su alta susceptibilidad a varios herbicidas y en este caso por el contrario se vio beneficiada.

Un grupo de variedades como SP 81-2068, B76-259, Q132 , CP 72-2086 y NA 56-42 las diferencias entre ambos tratamientos fue muy reducida o igual por lo que se puede deducir que no fueron afectadas ni positiva ni negativamente por este herbicida. Otras variedades como Mex 79-431, LAICA 00-301 y Q 135 presentaron significativas diferencias respecto al testigo sin herbicida. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el campo citados en este documento donde se valoraron diez herbicidas en la Región Sur y entre ellos Isoxaflutole el cual no afectó los rendimientos de la variedad Q 96.

Cuadro 6.
Tamaño y peso de la totalidad de los hijos de 15 variedades de caña de azúcar tratadas con el herbicida Isoxaflutole en condiciones de invernadero.

VARIEDAD	TRATAMIENTO	TAMAÑO HIJOS	PESO HIJOS
		Cm	Gr
MEX 79 431	ISOXAFLUTOLE	108	209,2
	TESTIGO	141	263
Q 132	ISOXAFLUTOLE	93	144,9
	TESTIGO	86,5	149,2
B 76259	ISOXAFLUTOLE	67	162
	TESTIGO	72	165,9
LAICA 00301	ISOXAFLUTOLE	118	99,4
	TESTIGO	75,5	145
CP 721210	ISOXAFLUTOLE	62	128,2
	TESTIGO	65	135,9
NA 5642	ISOXAFLUTOLE	76,5	39,7
	TESTIGO	78	39
SP 70 1284	ISOXAFLUTOLE	57,5	115,5
	TESTIGO	62	86,1
SP 81 2068	ISOXAFLUTOLE	139,5	249,2
	TESTIGO	115,5	249,9
SP 82 1176	ISOXAFLUTOLE	134,5	290,91
	TESTIGO	106,5	244,3
B 80 689	ISOXAFLUTOLE	71	208,2
	TESTIGO	88	159,7
CP 722086	ISOXAFLUTOLE	121	143,7
	TESTIGO	36,5	82
Q135	ISOXAFLUTOLE	89,5	96,5
	TESTIGO	85	148,8
PR 87 2080	ISOXAFLUTOLE	102,5	226,8
	TESTIGO	88,5	153,1
Q 96	ISOXAFLUTOLE	117	183,7
	TESTIGO	107,5	68,5
SP 81 3250	ISOXAFLUTOLE	124,5	196,2
	TESTIGO	90,3	215,5

1.3.3 EFECTO DE LOS HERBICIDAS PRE EMERGENTES SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CAÑA DE AZUCAR EN LA REGION SUR.

Como se mencionó anteriormente la presencia en el mercado de diferentes moléculas de herbicidas registrados para el cultivo de la caña de azúcar y la permanente liberación de nuevas variedades por el programa de hibridación de DIECA, apuntan hacia un

comportamiento diferenciado, de las variedades en relación a su sensibilidad a los herbicidas.

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

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Para este estudio se seleccionaron un total de 10 herbicidas con acción pre emergente sobre la maleza *R. 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 José a una altitud de 600 msnm, con una temperatura media de 25,1 C° y una precipitación media anual de 2.934mm.

La aplicación se realizó posterior a la siembra con una bomba de espalda previamente calibrada con una boquilla 8003 para una descarga de 550 l/ha .Cada unidad experimental estuvo constituida por 4 surcos de 6 m 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 consideró 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.

En las variables agroindustriales (Cuadro 7), el rendimiento industrial (Kg Azúcar/t) no presento diferencias significativas en los diferentes tratamientos, no así en la producción de caña (t/ha), donde algunos tratamientos presentaron valores similares y superiores al testigo desyerbado (83 t) como fueron Metribuzin con 90,74 t, Isoxaflutole con 90,44 t, Terbutiuron 89,95 t y Pendimetalina con 88,66 t entre otros.

En la producción de azúcar (t/ha) estos mismos herbicidas además de Hexazinona presentaron valores superiores en un 35 % respecto al testigo enmalezado y entre ellos se debe resaltar por su control y alto rendimiento los herbicidas Terbutiuron y Pendimetalina.

Cuadro 7. Resultados agroindustriales de la caña de azúcar y porcentaje de control de las arvenses para cada uno de los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Rend. Ind	t caña / ha	t azúcar / ha	% Control
	Kg azúcar / t			
Metribuzin	141,52	90,74	12,84	80,33
Isoxaflutole	138,87	90,44	12,55	74,4
Pendimetalina	140,87	88,66	12,49	89,43
Hexazinona	139,5	87,76	12,47	80,4
Terbutiuron	139,19	89,95	12,37	90,68
Atrazina	137,74	85,38	11,89	62,5
Testigo desyerbado	142,72	83	11,85	92,7
Oxifluorfen	134,95	84,49	11,4	79,1
Acetoclor	135,2	83,6	11,29	86,3
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

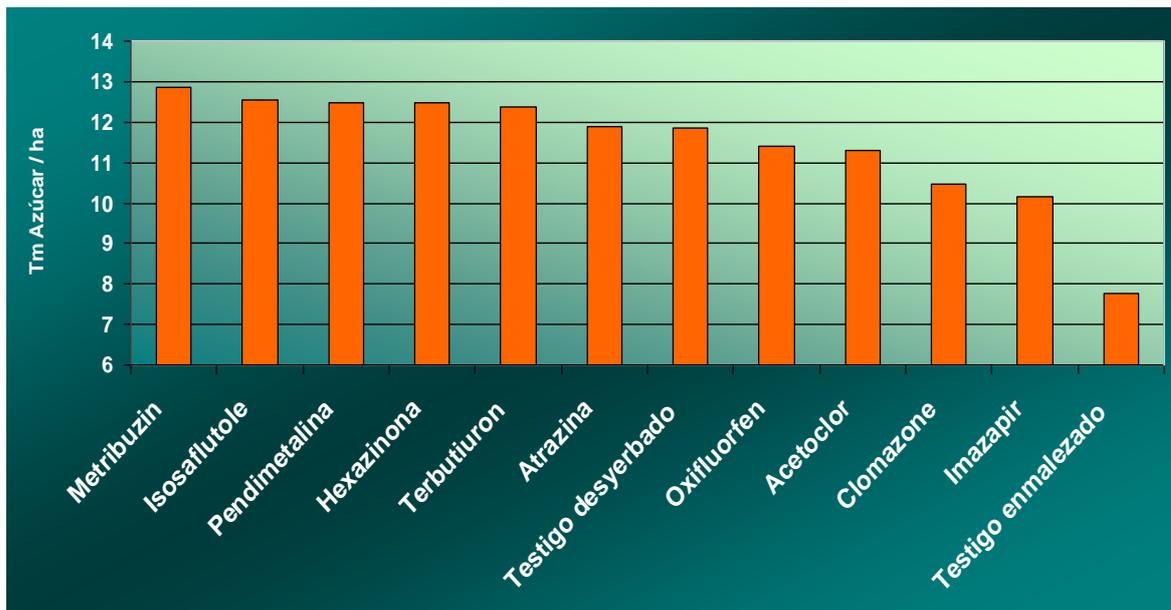


Figura 9: Producción de azúcar obtenida en las parcelas tratadas con los diferentes herbicidas.

1.4 EFECTO DE LOS RESIDUOS DE COSECHA SOBRE LA EFECTIVIDAD DE CUATRO HERBICIDAS PRE EMERGENTES.

En la actualidad, 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. El objetivo del presente estudio fue cuantificar la capacidad de los herbicidas de actuar en el control de las arvenses presentes en un suelo cubierto de rastrojos de cosecha de caña de azúcar.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

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 *R. cochinchinensis* cada una y luego cubiertas con 0,7 kg de paja seca cubriendo el suelo en aquellos tratamientos que así lo ameritaban. La aplicación se realizó con una bomba de espalda equipada con un regulador de presión de 35 lbs psi y una boquilla 8003, calibrada para una descarga de 700 litros de agua por hectárea.

En el Cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos a los 45 días después de la aplicación de los pre emergentes, observándose que con el herbicida **Acetoclor** la respuesta al control de *R. cochinchinensis* fue aceptable, ya que presentó valores similares en ausencia y presencia de rastrojo con un 38,49 % y 32,82 % de plantas germinadas respectivamente. Al evaluar el crecimiento de las plantas germinadas a los 65 días (Cuadro 9), se encontró que este herbicida a pesar de permitir la germinación de algunas plantas, estas no crecieron normalmente, por lo tanto pareciera indicar que el mismo limitó en alguna medida el desarrollo de esta arvense. 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.

Cuadro 8.

Porcentaje de plantas germinadas y control de *Rottboellia cochinchinensis* en los diferentes tratamientos 45 días después de la aplicación.

Herbicidas	Cobertura	Porcentaje Plantas	Porcentaje
		Germinadas	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	100
	Con Cobertura	41,08	58,92
HEXAZINONA 75 WG 0,75 kg / ha	Sin Cobertura	6,2	93,8
	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	100
	Con Cobertura	0	100
TESTIGO	Sin Cobertura	100	0
	Con Cobertura	100	0

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 8. 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 las plantas 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 las arvenses germinada (Cuadro 9), 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 9.
Desarrollo de las plantas de *Rottboellia cochinchinensis* 65 días después germinadas.

Herbicida	Cobertura	Tamaño (cm) Promedio10 plantas Germinadas
ACETOCLOR 90 EC 3 L / ha	Sin Cobertura	7,74
	Con Cobertura	26,75
CLOMAZONE 48 EC 2,5 L / ha	Sin Cobertura	0
	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
	Con Cobertura	0
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 8.

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 más influye sobre la adsorción de la mayoría de los herbicidas en los suelos al presentar estos, un largo número de sitios de adsorción.

Respecto a la materia orgánica, 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 está compuesta de polifenoles con una alta superficie de contacto, un alto PH y dependiendo de la posición de la

carga negativa es capaz de realizar interacciones organofíticas con herbicidas ligados de carga neutra, positiva y negativas.

En la Figura 10 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 germinó y creció libremente la *R cochinchinensis*. Como también se observa en la Figura 10 el tratamiento testigo sin residuos ni herbicida la germinación de todo tipo de arvenses fue total lo que nos indica que la paja de la caña limita la nacencia de las arvenses presentes por lo general en un cañal, pero no impide la nacencia de *R cochinchinensis*.



Figura 10. Tratamiento con el herbicida Pendimetalina y tratamiento testigo sin herbicida 65 días después de la aplicación.

1.5 COMPORTAMIENTO DE CUATRO HERBICIDAS PREEMERGENTES APLICADOS EN CUATRO ORDENES DE SUELO.

La aplicación de herbicidas en el campo es crítica y más 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 volatilización, la foto descomposición y la lixiviación la cual, a la vez será dependiente de la textura de dicho suelo

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

Considerando las características de los diferentes órdenes de suelo y su amplia gama de posibilidades de retención e inactivación de los herbicidas, surgen muchas interrogantes al combinar factores incidentes del suelo sobre el desempeño de un herbicida en muy corto tiempo. 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.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Al igual que las investigaciones anteriores fueron establecidas en las instalaciones de DIECA en Santa Gertrudis Sur de Grecia, provincia de Alajuela.

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 depositó una capa de 10 – 15 cm de cada orden de suelo.

La semilla en número de 42 se sembraron en la mitad de la caja en una primera siembra (Figura 11), y la otra mitad se sembró 45 días después de la aplicación de los herbicidas con igual número de semillas. El objetivo de esta segunda siembra fue para evaluar la residualidad que presentan los pre emergentes en cada orden de suelo. Los herbicidas seleccionados para este estudio se presentan en el Cuadro 10 y su aplicación se realizó con una bomba de espalda dotada de un regulador de presión de 35 lbs psi y una boquilla 8003 calibrada para una descarga de 700 litros por hectárea.

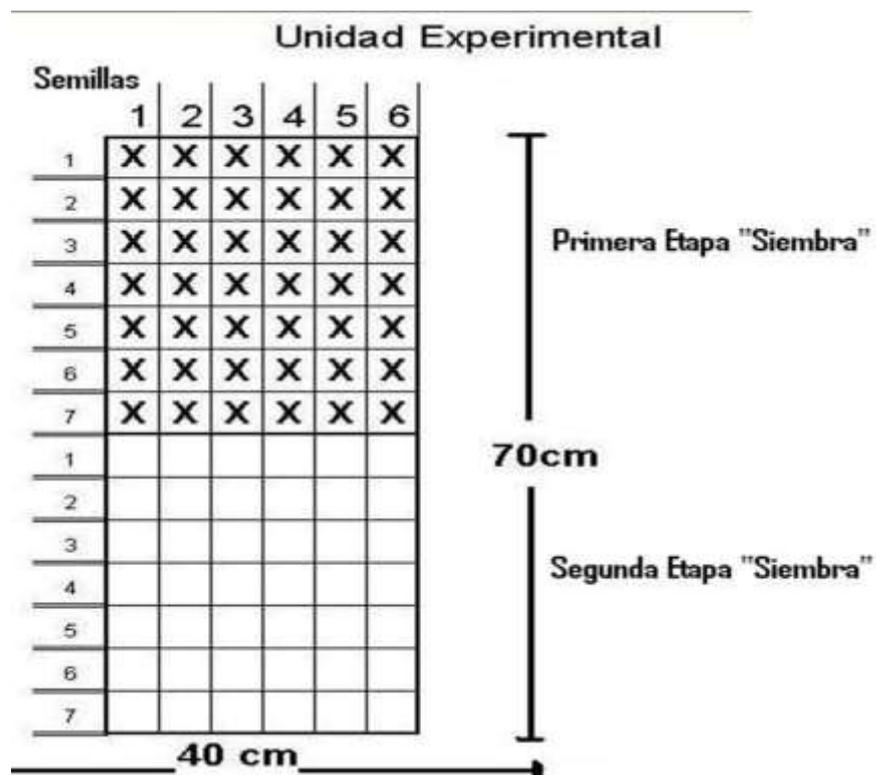


Figura 11. Esquema de siembra de las unidades experimentales.

Cuadro 10.
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

En el Cuadro 11 se presentan los resultados de la evaluación realizada 75 días después de la aplicación de los herbicidas, el control ejercido por los diferentes tratamientos con base en su residualidad 90 días después de la aplicación.

En la Figura 12, 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 10 y Figura 13) 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 en todos los órdenes de suelo un relevante control de las semillas plantadas en la primera siembra y evaluadas a los 75 días después de la aplicación, presentando entre un 97 y 100 % de control (Figura 12). 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 (Figura 13). Además este herbicida presento su mayor residualidad en todos los órdenes de suelo superado únicamente por **Hexazinona**.

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 órdenes 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 Cuadro 10 y Figura 12. 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 órdenes de suelo.



Cuadro 10.
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
	Acetoclor	76,57	13,54
	Pendimetalina	100	10,99
Inceptisol	Isoxaflutole	51,13	24,5
	Hexazinona	100	38,26
	Testigo	0	0
	Acetoclor	80,69	7,29
	Pendimetalina	97,92	20,15
Vertisol	Isoxaflutole	45,41	1,04
	Hexazinona	75	31,4
	Testigo	0	0
	Acetoclor	73,49	12,29
	Pendimetalina	100	22,3
Molisol	Isoxaflutole	34,03	0
	Hexazinona	68,32	31,98
	Testigo	0	0
	Acetoclor	94,97	7,51
	Pendimetalina	99,29	35,81
Ultisol	Isoxaflutole	68,83	3,13
	Hexazinona	98,86	64,42
	Testigo	0	0

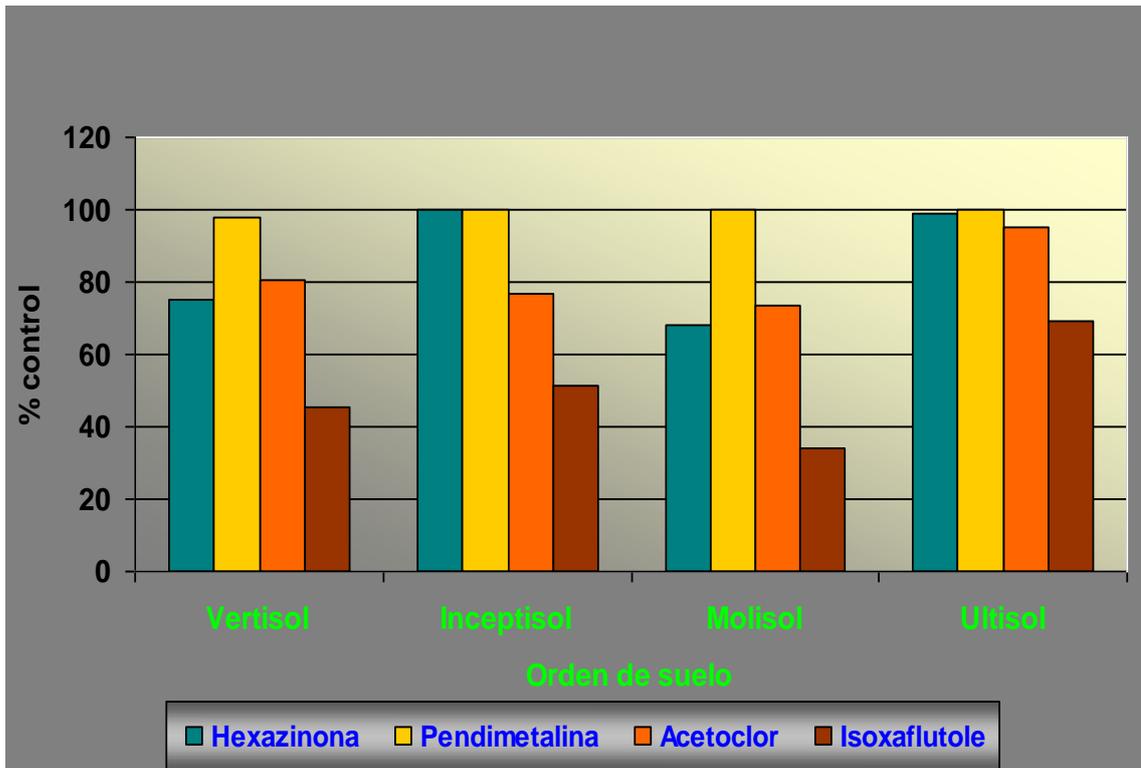


Figura 12. Porcentaje de control de *Rottboellia cochinchinensis* ejercido por los Herbicidas pre emergentes aplicados en cuatro órdenes de suelo.

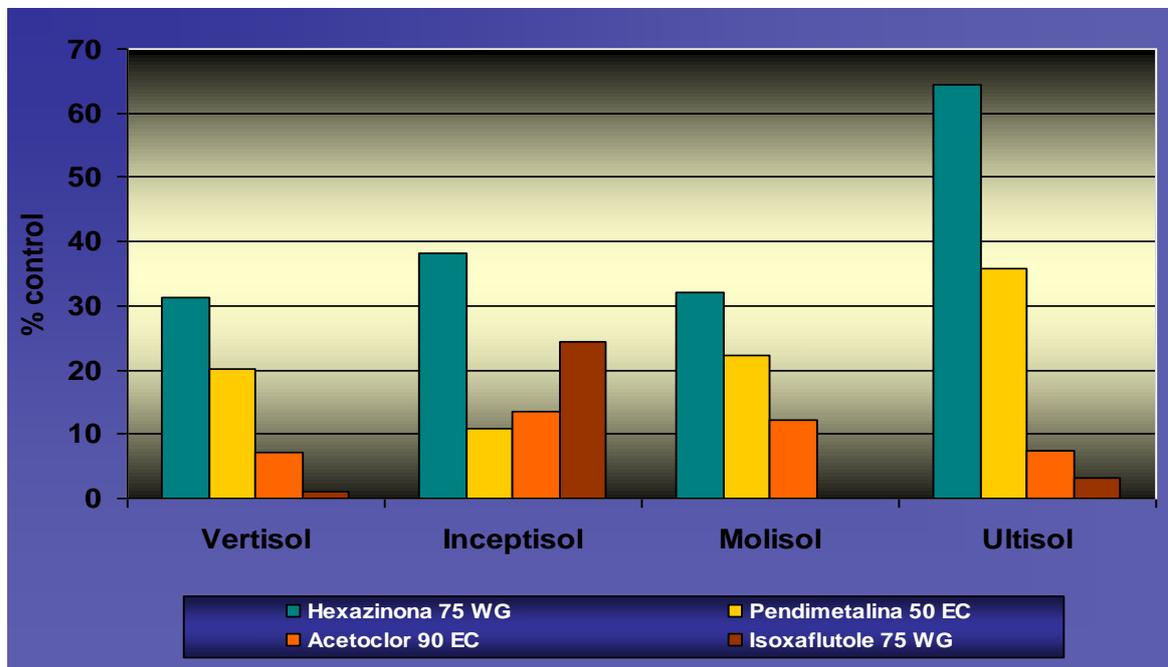


Figura 13. Porcentaje de control de *Rottboellia cochinchinensis* sembrada 45 días después de la aplicación de los herbicidas pre emergentes en cuatro órdenes de suelo.

1.6 EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE CONTROL DE TRES HERBICIDAS PRE EMERGENTES A DISTINTAS PROFUNDIDADES DE SIEMBRA DE LA SEMILLA DE *Rottboellia cochinchinensis*.

La semilla de *R. cochinchinensis* además de ser abundante presenta latencia, por lo que tiende en un buen número a permanecer en el campo por un periodo de tiempo prolongado sin germinar, esta condición favorece el hecho de que con las labores del cultivo algunas semillas se distribuyen en el suelo tanto en forma horizontal como vertical.

La semilla que queda a una mayor profundidad cuando se aplican los herbicidas si estos no disponen de suficiente poder de penetración y dispersión en la solución del suelo no van a lograr controlar dicha semilla, sobre todo porque estos se absorben por la incipiente radícula de las plántulas emergentes.

Por este motivo y para conocer la capacidad de control (dispersión y penetración) de los herbicidas estudiados con anterioridad, se procedió a establecer este experimento en condiciones de invernadero y los resultados se exponen a continuación.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se sembraron en cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 10 – 15 cm alto 5 semillas en hileras de siembra por cada profundidad y herbicida a valorar, con tres repeticiones cada tratamiento.

Los herbicidas se aplicaron con una bomba de espalda provista de una boquilla 80 03 con un regulador de presión y calibrada para una descarga de 450 L / ha. Los conteos de plantas germinadas se realizaron a los 20 días post aplicación y los resultados del porcentaje de control se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11.
Resultados del porcentaje de control de la semilla de *Rottboellia cochinchinensis* sembrada a diferentes profundidades.

Tratamientos	Profundidad semilla cm								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Pendimetalina 50 EC 3 l / ha	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Hexazinona 75 WG 0,8 kg / ha	100	100	100	100	100	15,7	6.8	0	0
Isoxaflutole 75 WG / 0,150 kg / ha	100	100	100	100	100	0	0	0	0
TESTIGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Como se observa en el Cuadro11 el herbicida **Pendimetalina 50 EC** en la dosis de 3 l / ha, presento el mayor poder de penetración y dispersión en la solución del suelo, situación que le permitió entrar en contacto con las semillas en todas las profundidades de siembra evaluadas. Este hecho coincide con los resultados positivos obtenidos con este herbicida cuando es aplicado sobre rastrojos de cosecha permitiendo en esta condición un control eficiente de *R cochinchinensis* en pre emergencia. Posiblemente los adyuvantes agregados en la fabricación de este herbicida le permiten a este herbicida ejercer una mayor penetración y capacidad de dispersión y por tanto un control de la gramínea más eficiente que los otros herbicidas aplicados.

Como se observa en el Cuadro 11, hasta los 4 cm de profundidad todos los herbicidas controlaron en un 100 % la germinación de las plántulas, sin embargo después de los 5 cm el herbicida **Hexazinona** logro un control de solo un 15 % en la profundidad de 6 cm y un 7 % a los 8 cm. Por su parte **Isoxaflutole** a partir de los 4 cm no ejerció ningún control de la maleza. Este resultado permite seleccionar mejor los herbicidas a aplicar en diferentes condiciones de clima y suelo, y así no solo obtener un mayor control, también disminuir perdidas por lixiviación o percolación en suelos arenosos, expuestos a altas precipitaciones disminuyendo con ello el riesgo de contaminar aguas subterráneas en los mantos acuíferos cercanos a las áreas de cultivo.



Figura 14. Plántulas de *R cochinchinensis* germinando días después de la aplicación de un pre emergente

1.7. RESPUESTA EN EL CONTROL PRE EMERGENTE DE *Rottboellia cochinchinensis* POR LA APLICACIÓN E INCORPORACION DEL HERBICIDA PENDIMETALINA 50 EC EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

Entre las labores mecánicas del cultivo sobre todo en fincas grandes, la fertilización se realiza mediante el uso de abonadoras unidas al tractor y la cual remueve el suelo abriendo un surco para incorporar el fertilizante, acción que promueve el rompimiento de la película del herbicida sobre el suelo e imposibilitando su accionar.

Sin embargo este posible efecto negativo común entre los herbicidas pre emergentes no sucede con la Pendimetalina ya que su fabricante recomienda su incorporación después de su aplicación para mejorar su accionar. Por este motivo se estableció este estudio y su objetivo fue verificar si la remoción del suelo e incorporación del herbicida provoca efectos negativos sobre la residualidad de la Pendimetalina.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

El estudio se estableció en condiciones de invernadero donde se utilizaron, cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto, las cuáles, después de ser llenadas de tierra y compactadas con un suelo del orden Andisol, se les aplicó el herbicida **Pendimetalina 50 EC** en la dosis de 4 l PC/ ha, utilizando una bomba de espalda dotada de una boquilla AI 11003 y un regulador de presión de 40 Lbs psi para una descarga de 409 l/ha.

Posteriormente se removió el suelo con un tridente en varias ocasiones y luego se sembraron cada 10 días en hileras de 5 semillas de *R. cochinchinensis* hasta completar 2 cajas en total por cada tratamiento.

Los resultados se observan en el cuadro 12, donde en el tratamiento no incorporado el herbicida hasta los 60 días alcanzó el 100 % en el control de la germinación y el tratamiento incorporado este mismo control se prolongó por 10 días, pero a la vez aunque los porcentajes de germinación se redujeron estos fueron más altos que el tratamiento no incorporado.

Con estos resultados se pretende verificar en el campo si la remoción del suelo o rompimiento de este afectan o no el buen desempeño de este Herbicida.

Cuadro12.

Respuesta en el control de *Rottboellia cochinchinensis* por el herbicida Pendimetalina al ser incorporado días después de su aplicación.

Días después de aplicación	% Control	
	Incorporada	No Incorporada
0	100	100
30	100	100
40	100	100
50	100	100
60	100	100
70	100	62
80	65	29
90	66	16
100	62	9



Figura 15. Abonadora aplicando fertilizante en una plantación de caña de azúcar.

1.8 EVALUACION DE DIFERENTES HERBICIDAS PRE EMERGENTES GENERICOS DE PENDIMETALINA EN EL CONTROL DE *Rottboellia cochinchinensis*.

Existen en el mercado de los herbicidas diversas alternativas de productos para el control pre emergente de *Rottboellia cochinchinensis* y otras gramíneas, sin embargo el herbicida Pendimetalina ha ofrecido a lo largo de varios estudios ser un herbicida eficiente y económico en el control de esta importante maleza. Hace algunos años atrás, existía en el mercado una única Pendimetalina llamada con el nombre comercial como PROWL 50 EC, pero recientemente han aparecido otras opciones comerciales con igual composición química y concentración.

Los herbicidas genéricos de Pendimetalina que aparecieron en el mercado, posiblemente contienen diferentes adyuvantes (Tensioactivos) agregados en su formulación y que pueden promover entre sí diferencias en su capacidad de control y residualidad. Por este motivo es imperativo valorarlos y para ello se estableció este estudio cuyo objetivo fue: Determinar si hay diferencia en residualidad entre los herbicidas pre emergentes genéricos de Pendimetalina en condiciones de suelo seco para reducir la germinación de semillas de la maleza *R. cochinchinensis*.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

El estudio se estableció en condiciones de invernadero donde se utilizaron , 18 cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto, las cuáles, después de ser llenadas de tierra y compactadas con un suelo del orden Andisol, se les aplicó los diferentes herbicidas genéricos los cuales fueron : Pendimetalina Duwest 50 EC , Gramilaq 50 EC , Toro 50 EC , Prowl 50 EC y un tratamiento testigo sin aplicación.

Se aplicó un total de 3 cajas por tratamiento y una vez transcurrido el periodo en seco (40 ,60 y 80 días) se sembraron 25 semillas por caja y se humedecieron para que se activara el herbicida. Los porcentajes de germinación se compararon con el tratamiento testigo.

En la figura 16 se presenta el resultado de la evaluación día a día de la germinación de las plántulas de *R cochinchinensis*, esto con el objetivo de valorar la rapidez con que cada herbicida se activaría en el suelo, por lo que el tratamiento con el herbicida Toro 50 EC fue el que mantuvo índices de germinación más bajos, seguido por Prowl 50 EC.

Después de los 15 días todos los herbicidas genéricos lograron eliminar las plantas emergidas por lo que en este aspecto no se presentaron diferencias.

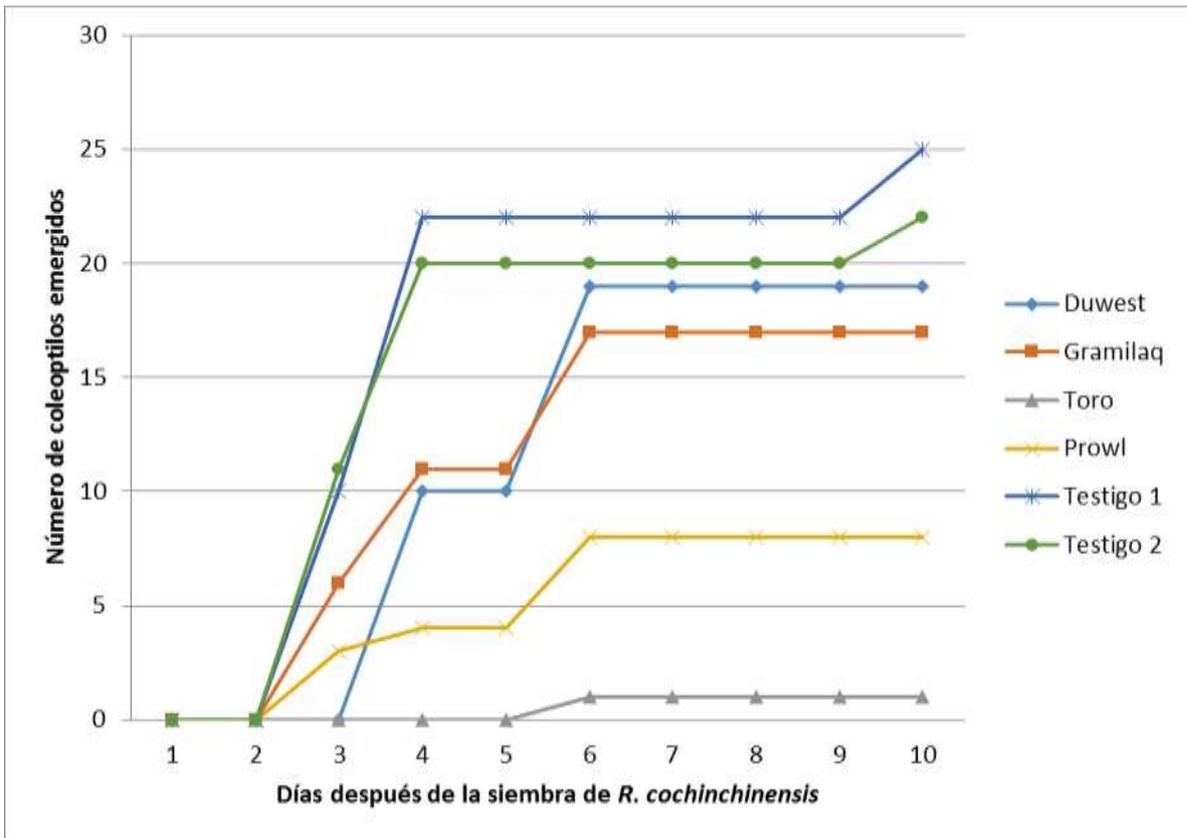


Figura 16 .Resultados de la evaluación de diferentes herbicidas genéricos de Pendimetalina aplicadas en condiciones secas para el control de *R cochinchinensis*.



1.9. EVALUACION DE DOS HERBICIDAS PRE EMERGENTES APLICADOS EN CONDICIONES DE SECANO.

La maleza *R. cochinchinensis* presenta la particularidad de germinar y crecer en condiciones adversas de clima y sobre todo cuando hay escasez de humedad en el suelo. Es común observarla creciendo conjuntamente con los retoños de la caña de azúcar posterior a la cosecha de esta en condiciones de sequía, 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 expuestos 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.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Para cumplir con los objetivos de este estudio se establecieron trabajos simultáneos en el campo y bajo condiciones controladas en invernadero. Durante dos años consecutivos y a continuación se detallan la metodología y resultados obtenidos en los mismos.

1.9.1 CONDICIONES DE INVERNADERO

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 *R. cochinchinensis* en cada caja. Inmediatamente después de la siembra, se aplicaron los herbicidas **Pendimetalina 50 EC** a 2,5 l /ha e **Isoxaflutole 75 WG** a razón de 0,125 kg/ha, utilizando una bomba de espalda dotada de una boquilla 8003 y un regulador de presión de 40 Lbs psi 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 las plantas y activar el herbicida.

En el Cuadro 13 y figura 17 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, presento un control aceptable (80,77 %) hasta los 20 días después de su aplicación ,sin embargo 10 días después fue aparentemente incapaz de ejercer el mismo control.

Cuadro 13.
Porcentajes de germinación y control de *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 75 WG	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	31,25	0
Pendimetalina 50 EC	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

El herbicida **Pendimetalina** presento 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 sufre degradación por 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 gramínea al caer esta de un 76 % a un 32 % en un periodo de 40 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.

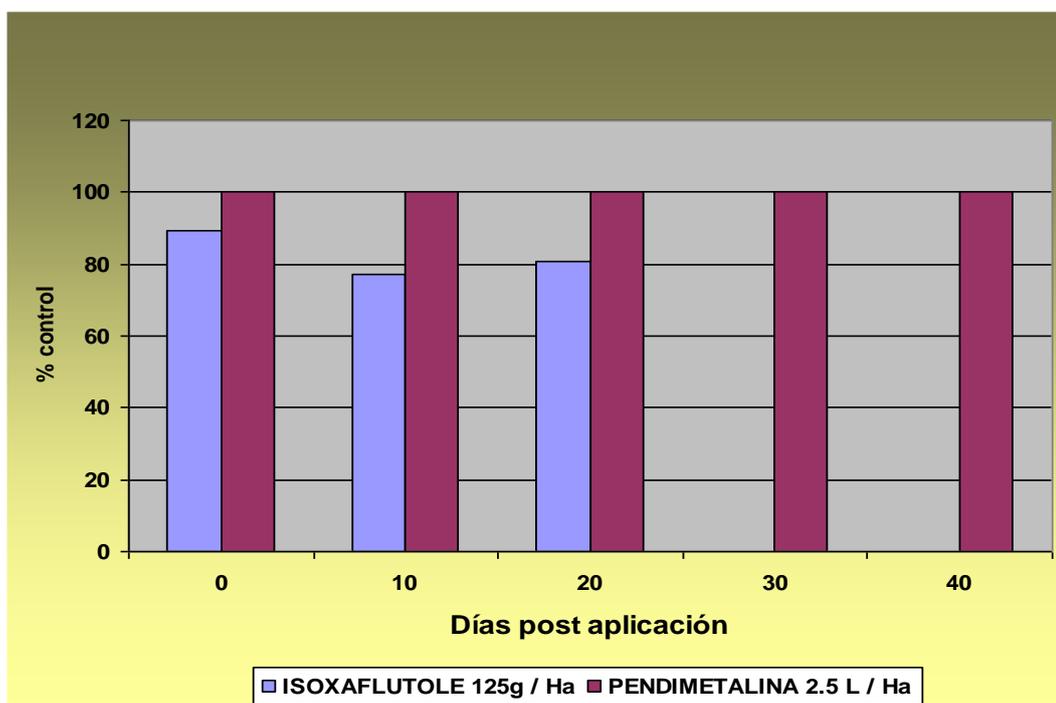


Figura 17. Resultado del control de *Rottboellia cochinchinensis* por dos herbicidas Pre emergentes aplicados en condiciones de secano en un suelo Vertisol

1.9.2 EXPERIENCIAS DE CAMPO

Simultáneamente y bajo la misma modalidad se estableció un estudio en la Localidad de *La Palma* de Abangares, Provincia de Guanacaste con los herbicidas pre emergentes **Pendimetalina** e **Isoxaflutole**, los cuales se aplicaron cada 15 días en condiciones de secano en un suelo Inceptisol, utilizando una bomba de espalda y una boquilla TQ 150 04 con una descarga de 400 L / ha

Los resultados del tratamiento con mayor tiempo en el campo fue de 60 días, periodo en el cual ya se habían presentado algunos aguaceros aislados en la zona, suficientes para que brotaran algunas plantas arvenses comunes de la zona y donde sobresalió *R cochinchinensis*.

A continuación se presentan algunas fotografías tomadas el día de la evaluación 60 días post aplicación.

Como se observa en las fotografías, ambos herbicidas ejercieron un buen control a pesar de permanecer en el suelo bajo las inclemencias del clima y donde la probabilidad de inactivarse por la foto descomposición fue un riesgo sobre todo para la Pendimetalina.

Estos resultados aunque preliminares, abren una nueva alternativa de control de las arvenses en un momento anticipado, lo que permitiría realizar un mayor control en las plantaciones de caña de azúcar.



Figura 18. Tratamiento testigo 60 días después de la aplicación.



Figura 19, Tratamiento con Isoxaflutole 75 WG (150 gr / ha) 60 días post aplicación.

1.10 EVALUACION DE DOS FORMULACIONES DEL HERBICIDA PRE EMERGENTE PENDIMETALINA APLICADO EN CONDICIONES DE SUELO SECO Y HUMEDO.

En el mercado de los agroquímicos la competencia es vital por mejores precios y mayor efectividad, por lo que permanentemente los fabricantes ofrecen a los consumidores nuevas moléculas con menos concentración y mayor control. En el caso de los herbicidas la modificación en las formulaciones es un aspecto que ha sufrido cambios importantes buscando una mayor solubilidad, dispersión, penetración y homogeneidad garantizando con ello un mayor control de las malezas aplicadas.

El herbicida pre emergente Pendimetalina 50 EC presenta en el mercado varios productos genéricos la mayoría concentrados emulsionables, los cuales al disolverse en el agua produce una coloración amarillenta que mancha los equipos de aplicación y la ropa de los aplicadores, causando con ello algún grado de resistencia hacia su uso. El fabricante de la marca PROWL 50 EC, formuló una nueva versión de este herbicida llamado PROWL® H2O CS el cual lo define como un herbicida con Pendimetalina micro encapsulada y disuelto en agua el cual genera un bajo impacto sobre el ambiente, y evita las molestias antes expuestas.

Con la finalidad de evaluar esta nueva formulación de Pendimetalina se estableció una prueba en condiciones de invernadero comparando su efectividad en el control pre emergente de *Rottboellia cochinchinensis* aplicado en suelo seco.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

El estudio se estableció en condiciones de invernadero donde se utilizaron, cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto, las cuáles, después de ser llenadas de tierra y compactadas con un suelo del orden Andisol, se les aplicó el herbicida Pendimetalina 50 EC y Pendimetalina 50 CS en las dosis de 3 y 5 l PC/ ha, utilizando un aplicador mecánico dotado de una boquilla 80 02 Antideriva y con una presión de 40 Lbs psi para una descarga de 480 l/ha. Las cajas con el suelo totalmente seco fueron aplicadas simultáneamente con ambos herbicidas y en las dosis sugeridas.

Posteriormente cuando esta cumplieron el periodo de evaluación de 30,40,50,60 y 70 días, se procedió una vez cumplido el periodo seco correspondiente a humedecer el suelo en periodos de 0 a 70 días cada 10 días y los resultados en el porcentaje de control se presentan en el Cuadro 13. En dicho cuadro se observa que en la dosis de 3 l /ha, la Pendimetalina “corriente” después de los 20 días, independientemente del periodo seco el porcentaje de control disminuyó en la dosis de 5 l / ha.

La Pendimetalina al agua presento una mayor residualidad en ambas dosis como se observa en el cuadro 13, presentando el mayor control a los 50 días en suelo seco y 40 días de humedad en el suelo.

Cuadro 13.
Porcentaje de control de *Rottboellia cochinchinensis* por dos formulaciones del herbicida Pendimetalina en condiciones de suelo seco y húmedo.

		Pendimetalina 50 EC		Pendimetalina H ₂ O CS	
Dias Secos	Dias Humedos	3 l / ha	5 l / ha	3 l / ha	5 l / ha
30	0	100	100	100	100
	10	100	100	100	100
	20	80	80	100	100
	30	0	20	100	100
	40	0	0	0	100
	50	0	0	0	80
	60	0	0	0	20
	70	0	0	0	0
40	0	100	100	100	100
	10	100	100	100	100
	20	100	100	100	100
	30	0	0	100	80
	40	0	0	60	20
	50	0	0	20	20
	60	0	0	0	20
50	0	100	100	100	100
	10	100	100	100	100
	20	100	80	100	100
	30	30	20	40	100
	40	0	0	20	100
	50	0	0	0	0
60	0	100	100	100	100
	10	100	100	100	100
	20	100	100	100	100
	30	30	20	100	100
	40	0	0	80	60
	50	0	0	0	0
70	0	100	100	100	100
	10	100	100	100	100
	20	100	100	100	100
	30	30	80	20	80
	40	0	20	0	0
	50	0	20	0	0

1.11 RESPUESTA EN LA RESIDUALIDAD DE TRES HERBICIDAS EN EL CONTROL PREEMERGENTE DE ARVENSES DICOTILEDONEAS EN CONDICIONES DE SUELO SECO.

La aplicación de herbicidas pre emergentes como Pendimetalina, brindan un buen control de gramíneas por un buen periodo de tiempo, sin embargo cuando disminuye su residualidad en los suelos por descomposición de su molécula, proliferan en el suelo arvenses de hoja ancha. Por este motivo, se estableció este estudio con la finalidad de valorar si algunos herbicidas aplicados en condiciones secas mantenían su capacidad de controlar malezas de hoja ancha en preemergencia y así en mezcla reforzar el accionar de un herbicida como la Pendimetalina.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

El estudio se estableció en condiciones de invernadero, donde se utilizaron cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto, las cuáles, después de ser llenadas de tierra y compactadas con un suelo del orden Andisol, se sembraron la totalidad de la cajas con semillas de plantas dicotiledóneas de diversas especies y dividiendo las cajas en tres periodos secos 40, 50 y 60 días.

Después se aplicaron los herbicidas Diuron 80 WG (2 kg / ha), Atrazina 50 SC (2l /ha) Terbutilazina 50 SC (2 l / ha), utilizando una bomba de espalda dotada de una boquilla DG 80 03 y un regulador de presión de 40 Lbs psi para una descarga de 733 l/ha. Posteriormente Los resultados se aprecian en el cuadro 15, donde el herbicida Diuron 80 WG superó a los demás herbicidas evaluados en los tres periodos de siembra posteriores a la aplicación.

Con estos resultados es posible aplicar dirigido al suelo, el herbicida Diurón complementariamente con Pendimetalina en condiciones de baja humedad y así obtener un mayor espectro de acción y una mayor residualidad.

Cuadro 14.
Resultados de la evaluación de diferentes herbicidas en el control pre emergente de malezas de hoja ancha en condiciones secas.

HERBICIDAS	DOSIS /ha	% Covertura		
		DIAS EN SECO		
		40	50	60
DIURON 80 WG	2 kg	5	10	15
ATRAZINA 50 SC	2 l	60	100	100
TERBUTILAZINA 50 SC	2 l	60	70	100
TESTIGO		100	100	100

El herbicida Diuron presento un 95 % de control a los 40 días post aplicación, 10 días después el control disminuyo a un 90 % del control, y finalmente a los 60 días logró obtener un 85 % del control. El herbicida Atrazina presentó serias deficiencias en su accionar en condiciones secas, ya que a los 40 días controló a las arvenses en un 40 % y 10 días después la naciencia de plantas fue total.

El herbicida Terbutilazina también presento deficiencias en suelo seco, al controlar entre un 30 y un 40 % de las plantas presentes en cada unidad experimental.

En la siguiente Figura 20 se observa la naciencia de arvenses en la caja testigo respecto a la naciencia de plantas en la caja tratada con Diuron.



Figura 20. Presencia de malezas en el tratamiento con Diuron 80 WG aplicado en seco , comparado con el tratamiento testigo 50 dias post aplicación.

1.12 ESTUDIO DE LA RESPUESTA EN EL CONTROL DE *Rottboellia cochinchinensis* EN DOS ORDENES DE SUELO POR DOS FORMULACIONES DEL HERBICIDA HEXAZINONA.

La calidad de los herbicidas genéricos, depende en gran medida de su formulación y de los adyuvantes agregados en este proceso a las diferentes marcas comerciales de productos químicamente iguales.

Actualmente existen en el mercado de agroquímicos dos marcas comerciales para la hexazinona, el tradicional Velpar 75 WG y la marca más reciente Hexacto 75 WP la cual su mercado ha crecido en algunas regiones cañeras de Costa Rica. Estos herbicidas se recomiendan como pre emergente en la caña de azúcar en dosis de 0,8 kg/ha, por lo que deben ser aplicados directamente al suelo, donde para cumplir eficientemente su cometido deben después de caer sobre el suelo distribuirse ampliamente y evitar adherirse a las micelas de arcilla y componentes orgánicos propios de cada suelo aplicado.

La caña de azúcar se cultiva en Costa Rica en diferentes órdenes de suelo con características diferentes que eventualmente podrían interferir con el accionar y residualidad de estos herbicidas. Por este motivo se procedió a establecer una prueba con el objetivo de evaluar la calidad de estas Hexazinonas en el control de la gramínea *Rottboellia cochinchinensis* y otras arvenses en dos órdenes de suelo.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Para cumplir con dicho objetivo se trataron con cada Herbicida un suelo del orden Molisol y otro Andisol contenido en cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 10–15 cm de alto con tres repeticiones, y las mismas fueron sembradas con 25 semillas de *Rottboellia* cada 20 días posteriores a la aplicación.

Dicha aplicación se realizó utilizando una bomba manual Carpi prevista de una boquilla 8003 calibrada para un volumen de agua de 700 l/ha. Como referencia se estableció un tratamiento testigo (sin herbicida) el cual se empleó como referencia para diferenciar el efecto del herbicida y la germinación natural de la semilla de *Rottboellia*. Los herbicidas comerciales fueron Velpar 75 WG y Hexacto WP, ambos se aplicaron en preemergencia y a una dosis reducida de 0,7 kg/ha, con el fin de valorar mejor el poder de residualidad de los diferentes tratamientos.

Los Resultados se presentan en los siguientes Cuadros 15 y 16, donde se observa que en el caso de los tratamientos aplicados sobre el suelo Molisol, el herbicida Velpar 75 WG controló la germinación de las plantas arvenses hasta los 80 días posteriores a la aplicación, entre un

50 y 60 %, por el contrario el herbicida Hexacto75 WP controló la germinación hasta los 40 días posteriores a la aplicación en un control entre 60 y 70 %.

Cuadro 15.
Control pre emergente de *Rottboellia cochinchinensis* por los herbicidas en el Suelo Molisol.

DIAS Post Aplicación	Velpar 75 WG	Hexacto 75 WP
	% Control	% Control
20	63,3	70
40	57,16	68,56
60	55,25	0
80	57,94	0
Promedio	58,41	34,64

Cuadro 16.
Control pre emergente de *Rottboellia cochinchinensis* por los herbicidas en el Suelo Andisol.

DIAS Post Aplicación	Velpar 75 WG	Hexacto 75 WP
	% Control	% Control
20	89	89
40	71	67
60	50	60
80	60	67
Promedio	67,50	70,75

En el Cuadro 16 se presentan los resultados de la evaluación de estos herbicidas en un suelo Andisol del Valle Central y en él se observa que en este suelo el control de las plantas fue eficiente por ambos herbicidas hasta los 80 días posteriores a la aplicación. Cabe destacar que el mayor control obtenido en este suelo se obtuvo con el uso de la dosis utilizada para esta modalidad de 0,7 kg/ha.

En esta prueba se verificó la influencia que tienen los diferentes suelos sobre el desempeño de los herbicidas pre emergentes, en estudios anteriores se comprobó que en el suelo Molisol específicamente la hexazinona presentó un menor control respecto a otros ordenes de suelo estudiados posiblemente debido a una mayor adsorción de su molécula. Por este

motivo se concluyó que la calidad de un herbicida es determinante en la solubilidad y rápida distribución en el suelo antes de ser adsorbido, ya que cuando el herbicida se encuentra en condiciones adversas, la calidad de los adyuvantes agregados en su fabricación son determinantes para ejercer un control eficiente en la germinación y desarrollo de las arvenses.

1.13 EVALUACION DEL CONTROL PRE EMERGENTE DE ARVENSES POR LAS MEZCLAS DE PENDIMETALINA CON TRES HERBICIDAS Y TRES DOSIS EN LA REGION SUR.

En la Región Sur, se han evaluado en diferentes ocasiones herbicidas pre-emergentes principalmente dirigidos al combate de gramíneas ampliamente diseminadas en la zona en el cultivo de la Caña de Azúcar como *Digitaria spp* y *Rottboellia cochinchinensis* obteniendo muy buenos resultados con varios de ellos, destacando la Pendimetalina por su alta eficiencia en el control, buen período de residualidad, gran cantidad de genéricos de buena calidad y bajo costo además de no causar problemas de fitotoxicidad al cultivo. Esto ha convertido a la Pendimetalina en una excelente alternativa a recomendar para el control pre emergente de estas gramíneas de difícil control.

Sin embargo en muchas áreas de cultivo se tienen problemas con malezas de hoja ancha y con el tiempo se ha evidenciado que Pendimetalina es poco efectivo en el control de este tipo de malezas en virtud de ser un herbicida preferentemente graminicida.

Una alternativa para resolver este inconveniente es el de mezclar este herbicida con otros herbicidas algunos de bajo costo y con un limitado poder graminicida pero con mayor capacidad en el control de arvenses de hoja ancha y de esta forma lograr un control eficiente de ambos tipos de plantas en preemergencia.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Para evaluar diferentes alternativas de mezclas de herbicidas pre emergentes se estableció una prueba preliminar en Finca "La Presa", perteneciente a CoopeAgri R.L, distrito Peñas Blancas, Cantón Pérez Zeledón, provincia de San José, con el objetivo de encontrar al menos una mezcla de acción pre emergente que logre controlar en más de un 80 % las plantas gramíneas y hoja ancha por un periodo de 2,5 meses. Para ello se establecieron parcelas con dos entresurcos (2,40m ancho) por 20 metros de largo en un lote cultivado de caña de azúcar con la variedad B 89-1351; a estas parcelas se les aplicó las mezclas de herbicidas en pre emergencia total a la maleza, con bomba de espalda manual equipada con una boquilla 150 04 y utilizando un volumen de agua de 300 l/ha, previa calibración.

Los tratamientos (Cuadro 17) se constituyeron con dos dosis de Pendimetalina 2 y 2,5 l/ha e interactuando con tres dosis de los herbicidas Terbutilazina 50 SC, Diuron 80 WG y Atrazina 90 WG.



Figura 21. Tratamiento de Pendimetalina 2,5 l / ha + Atrazina 1 kg/ha.

En la Figura 21 se presenta uno de los tratamientos evaluados en este experimento a ambos lados de la fotografía se aprecia la presencia de la maleza (hoja ancha) donde no se aplicó herbicida.

La variable evaluada en este estudio fue el porcentaje de cobertura de la maleza en cada tratamiento 60 días después de la aplicación y fue realizada por técnicos de campo tanto de COOPEAGRI y DIECA, con valoraciones individuales y objetivas, que después fueron por consenso unificadas en promedio y expuestas en el siguiente Cuadro 17, donde el porcentaje de cobertura se tradujo en porcentaje de control para un mayor entendimiento en los resultados.

Se observa en dicho cuadro, que en la mayoría de las mezclas el herbicida complementario fue mejor cuando se utilizó la dosis más baja (1 kg o 1 l/ha) y en igual circunstancia cuando se empleó la dosis de Pendimetalina de 2 l/ha. Este resultado es importante no solo porque permite obtener un buen control a un bajo costo si no porque reafirma que la creencia generalizada de una mayor dosis es sinónimo de un mayor control no es correcta.

Individualmente los resultados indican que considerando costos y efectividad la mejor combinación fue al mezclar Pendimetalina 50 EC 2 l/ha + Terbutilazina 50 SC 1 l/ ha la cual tiene un costo de \$25/ ha. Los tratamientos con Terbutilazina resultaron ser los de menor costo y los que emplearon Diuron los más costosos, sin embargo en fincas con problemas de gramíneas y entre ellas de *Rottboellia cochinchinensis* esta es la mezcla más indicada.

Cuadro 17.
Resultado de la evaluación de diferentes mezclas de herbicidas pre emergentes finca La Presa. CoopeAgri R.L. Pérez Zeledón.

Tratamientos Dosis / ha		Total	CV %	Costo \$ / ha
	Diuron 80 WG 2 kg	85	0,5	39,2
Pendimetalina 2,5 L	Diuron 80 WG 1,5 kg	87	0,5	36,3
	Diuron 80 WG 1 kg	96	0,38	30,4
	PROMEDIO	89,33	0,46	35,3
	Diuron 80 WG 2 kg	90	0,38	35,3
Pendimetalina 2 L	Diuron 80 WG 1,5 kg	91	0,43	30,4
	Diuron 80 WG 1 kg	93	0,27	26,5
	PROMEDIO	91,33	0,36	30,7
	Atrazina 90 WG 2 kg	93	0,4	41,2
Pendimetalina 2,5 L	Atrazina 90 WG 1,5 kg	90	0,42	36,3
	Atrazina 90 WG 1 kg	94	0,43	31,4
	PROMEDIO	92,33	0,42	36,3
	Atrazina 90 WG 2 kg	95	0,39	36,3
Pendimetalina 2 L	Atrazina 90 WG 1,5 kg	92	0,49	32,3
	Atrazina 90 WG 1 kg	92	0,46	27,4
	PROMEDIO	93,00	0,45	32,0
	Terbutilazina 50 SC 2 lt	92	0,46	35,3
Pendimetalina 2,5	Terbutilazina 50 SC 1,5 lt	92	0,36	32,3
	Terbutilazina 50 SC 1 lt	98	0,4	28,4
	PROMEDIO	94,00	0,41	32,0
	Terbutilazina 50 SC 2 lt	96	0,53	31,4
Pendimetalina 2 L	Terbutilazina 50 SC 1,5 lt	95	0,44	27,4
	Terbutilazina 50 SC 1 lt	97	0,4	24,5
	PROMEDIO	96,00	0,46	27,8

US \$1 = ¢560

Con los resultados obtenidos en estas investigaciones con herbicidas pre emergentes se puede concluir lo siguiente:

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 gramínea.
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. El grado de fitotoxicidad que puede presentar un determinado herbicida al cultivo de la caña de azúcar es de orden genético y dependerá del ingrediente activo del herbicida y su dosis.
4. Los herbicidas **Acetoclor**, **Hexazinona**, **Clomazone**, e **Isoxaflutole** controlaron entre un 40 y un 60 % la maleza en presencia del rastrojo.
5. 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 arvense en todos los órdenes de suelo, sin embargo la **Hexazinona** fue el herbicida de mayor residualidad en todos los órdenes de suelo 90 días después de la aplicación.
6. Entre los diferentes órdenes de suelo evaluados, el suelo Ultisol fue el suelo donde mejor control ejercieron todos los herbicidas situación muy ligada posiblemente al bajo contenido de materia orgánica que presentan estos suelos.
7. En la aplicación de los herbicidas pre emergentes en condiciones de secano el herbicida **Pendimetalina** presentó un control altamente efectivo de las arvenses hasta 70 días, después puede controlar las plántulas de *R cochinchinensis* en un 100 % con 20 días de 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 y los mismos son aplicados por lo general en mezclas y en dosis muy variadas. La combinación de herbicidas algunos con sentido técnico y otros sin fundamento han sido utilizados por los productores de todo el país indiscriminadamente ante todas las arvenses presentes.

Esta situación ha provocado gastos excesivos en productos, y muchas veces un control ineficiente de las mismas, para orientar y corregir el mal uso de los herbicidas se debe en primera instancia conocer la capacidad de cada uno de los herbicidas que componen la mezcla y aún más entender si esas capacidades se ven incrementadas 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 *R. cochinchinensis* y posteriormente proyectar estos resultados al control de otras arvenses problemáticas e importantes del cultivo. A continuación se detallan en una forma resumida los procedimientos y resultados obtenidos en este proceso de investigación.



2.1 CONTROL DE CINCO HERBICIDAS POST EMERGENTES APLICADOS EN DIFERENTES ETAPAS DE CRECIMIENTO DE *Rottboellia cochinchinensis*

La maleza *R. cochinchinensis* no solo se encuentra ampliamente distribuida en los campos cultivados con caña de azúcar, sino que también se encuentra en diferentes estados fenológicos provocado por una diferenciación en la madurez fisiológica de su semilla.

Esta condición propia de la especie para garantizar su persistencia, induce a un control tardío de la maleza, porque el productor da tiempo a la maleza en espera de lograr tener la mayor población de plantas para realizar las aplicaciones de herbicida. Sin embargo las plantas crecen indiscriminadamente sobrepasando en gran mayoría el tamaño ideal de control post temprano (altura inferior de 20 cm) recomendado por el fabricante del 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. Campos altamente infectados de arvenses deben requerir dosis altas y herbicidas capaces de ejercer un control eficiente y económico. Ahora bien, aquí surge la disyuntiva al utilizar mezclas por lo general con dosis relativamente bajas y constantes; además compuestas por herbicidas poco idóneos para ejercer el control requerido, por este motivo debemos apostar a la capacidad de cada producto para hacer las mezclas adecuadas que contribuyan eficientemente al control de esta maleza en una forma económica.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se sembraron en cajas plásticas en cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 10–15 cm de alto con 25 semillas de *R. cochinchinensis* 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 18. La aplicación se realizó con una bomba de espalda provista de un regulador de presión de 40 lbs psi y una boquilla 80 03 calibrada para una descarga de 367 l / ha.

En dicho cuadro se presentan los herbicidas evaluados con sus respectivas dosis por hectárea, las alturas de las plantas y los porcentajes de control obtenidos en cada una de ellas. Según los resultados expuestos en el cuadro anterior el herbicida Hexazinona logró controlar tanto en la dosis de 0,25 kg y 0,50 kg / ha las plantas en todos los estados de crecimiento. Se evidenció además, como en los estados iniciales de las plántulas (6 cm) este herbicida probablemente presento algún problema funcional, ya que en esta etapa con la dosis más 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 quedó evidenciado en este estudio.

Cuadro 18.
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 %

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 gramínicida respecto a los demás herbicidas evaluados.

Los herbicidas Terbutrina y Ametrina presentaron en buen control inicial de las plántulas de *R. 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 de enmarcar dentro de la etapa de mayor mortalidad de las plantas, pero si se evidencio que posterior a los 12 cm se paralizó por completo el crecimiento de las mismas.

Ante estos resultados, se concluye 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 gramíneas de los campos cultivados con caña de azúcar.

2.2 CONFORMACION Y EVALUACION DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL POST EMERGENTE DE *Rottboellia cochinchinensis*.

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 arvenses 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 se ha tenido un respaldo técnico que asegure que las dosis utilizadas de cada uno de los herbicidas que componen la mezcla, son las más efectivas y económicas.

Por este motivo se estructuraron diferentes mezclas con base al poder graminicida expresado en el estudio anterior, utilizando las dosis más bajas de cada herbicida para luego combinarlo con cada uno de los otros herbicidas variando sus dosis. Así se realizaron todas las combinaciones posibles y se aplicaron sobre plantas de *R. cochinchinensis* en estado de pre floración.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Las aplicaciones se realizaron sobre 25 plantas sembradas previamente en cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 10–15 cm de alto de dimensiones ya descritas con anterioridad y como se indico en estado de pre floración. Las aplicaciones al igual que en los otros estudios se realizaron 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 l / ha.

En el Cuadro 19 se presenta la conformación de las mezclas así como los respectivos porcentajes de control de la maleza obtenido por cada uno de los tratamientos evaluados 21 días posteriores a la aplicación.



Figura 22. *R cochinchinensis* aplicada por uno de los tratamientos (Terbutrina +Ametrina) aplicado en este estudio.

Cuadro 19.
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 L	96
Diuron 80 WG	2 kg	Ametrina 50 SC	2 L	100
Diuron 80 WG	2 kg	Ametrina 50 SC	3 L	100
Diuron 80 WG	2 kg	Ametrina 50 SC	4 L	96
Diuron 80 WG	2 kg	Ametrina 50 SC	5 L	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 L	Diuron 80 Wg	1 kg	8
M.S.M.A 72 SL	1 L	Diuron 80 Wg	2 kg	95
M.S.M.A 72 SL	1 L	Terbutrina 80 WG	1 kg	0
M.S.M.A 72 SL	1 L	Terbutrina 80 WG	2 kg	0
M.S.M.A 72 SL	1 L	Terbutrina 80 WG	3 kg	0
M.S.M.A 72 SL	1 L	Ametrina 50 SC	2 kg	0
M.S.M.A 72 SL	1 L	Ametrina 50 SC	3 kg	0
Terbutrina 50 SC	5 L	Ametrina 50 SC	2 kg	19
Terbutrina 50 SC	5 L	Ametrina 50 SC	3 kg	48
Terbutrina 50 SC	5 L	Ametrina 50 SC	4 kg	47
Terbutrina 50 SC	5 L	Ametrina 50 SC	5 kg	52

Como se observa en dicho cuadro en la mezcla Diuron +Terbutrina las dosis crecientes a partir de 1 kg / ha de Terbutrina, no mejoraron el porcentaje en el control de las plantas 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 las plantas con las dosis más bajas de Diuron y Terbutrina.

Estos resultados son alentadores porque las dosis más bajas del segundo herbicida, en todas las mezclas, presentaron un control igual al obtenido cuando se utilizaron dosis mayores. El herbicida Metanoarsonato mono sódico conocido con las siglas M.S.M.A, es un herbicida no selectivo y de contacto, el cual gracias a su bajo costo, ha sido utilizado con éxito por algunos productores de algunas regiones cañeras del país.

Por tal motivo se incluyó en estas pruebas y se encontró que utilizado en dosis bajas, sus efectos fitotóxicos son insignificantes. Sin embargo en la búsqueda de posibles combinaciones de este herbicida se evaluó con Diuron con el cual manifiesta un importante sinergismo utilizando este último a la dosis de 2 kg / ha.

Contrariamente al mezclarse este herbicida (MSMA) 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 ofreció un control aceptable en la maleza aplicada.

Con los resultados obtenidos en este estudio se logró determinar las dosis adecuadas de los herbicidas en mezcla, donde las mismas ejercieron el mejor control de *R cochinchinensis* en estado de prefloración. También 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.

Dosis bajas del segundo herbicida de la mezcla son suficientes para ocasionar un daño importante en la maleza *R. cochinchinensis* y el herbicida Diuron presente en la mayoría de mezclas induce a una acción sinérgica con todos los demás herbicidas evaluados.

III. Herbicidas Post emergentes 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 está completamente asegurado como lo afirman algunos autores “No obstante, la adición de un adyuvante a la mezcla de aspersión (agua-herbicida), 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 *R. cochinchinensis*.

Los resultados obtenidos son satisfactorios y aunque reafirman lo expuesto por Kogan y Pérez (2001), sirven de sustento para proyectar a futuro nuevas investigaciones en otras arvenses de importancia económica para el cultivo de la caña de azúcar.

3.1 EVALUACION DE LA INTERACCION DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES PARA EL CONTROL DE *Rottboellia cochinchinensis* EN DIFERENTES CONDICIONES DE CAMPO.

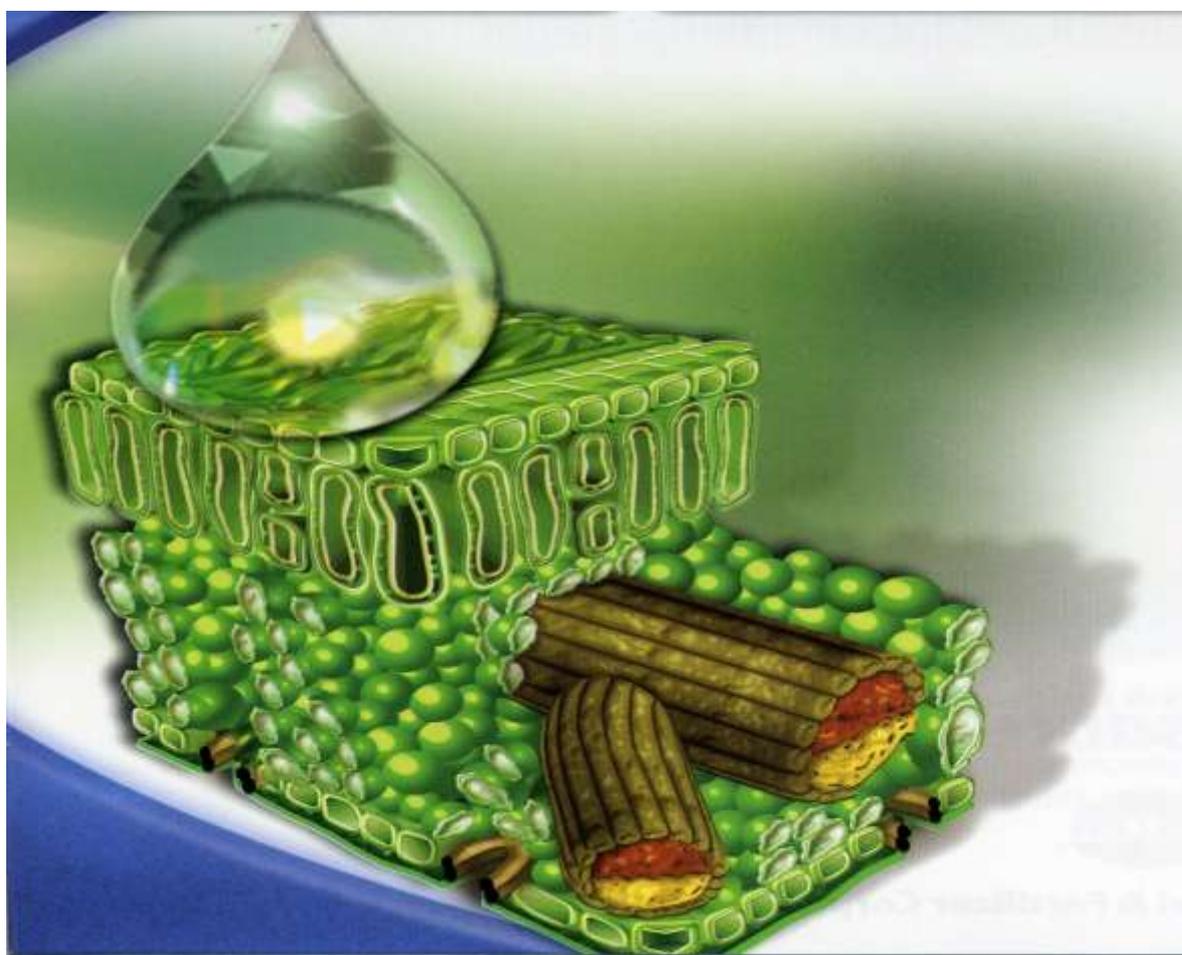
Como el control químico de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar no se realiza utilizando un solo herbicida, si no mezclas de estos, sería lógico esperar si se pretende obtener la máxima respuesta, utilizar los adyuvantes idóneos que mejoren el accionar de cada herbicida que compondrían la mezcla a aplicar.

Para seleccionar dichos adyuvantes en una forma objetiva se realizaron diversos estudios con el objetivo de valorar el accionar de los herbicidas en presencia de los principales adyuvantes presentes en el mercado de los agroquímicos. En estos trabajos que se expondrá un resumen más adelante en este documento, se consideraron los valores obtenidos en el porcentaje de

mortalidad y afección de plantas de *R. cochinchinensis* por cada herbicida y adyuvante. Luego se seleccionaron aquellas mezclas que ofrecieron un buen control con las dosis más bajas de sus herbicidas y se les adjudicó a cada una de ellas los mejores adyuvantes.

Con esta información se logró establecer paulatinamente 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.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en algunas de las diferentes pruebas establecidas bajo una misma modalidad y en donde se fueron descartando en algunos casos y modificando tratamientos con la finalidad de ajustar y verificar dichos resultados.



3.1.1 EVALUACION DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES EN ATIRRO, TURRIALBA.

Se estableció en una finca del Ingenio Atirro en el Cantón de Turrialba, provincia de Cartago una prueba de valoración de 30 mezclas de herbicidas seleccionadas como producto del establecimiento de pruebas de evaluación en la Región del Valle Central y la Región Norte específicamente en el cantón de los Chiles.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se seleccionó un lote cultivado con caña de azúcar con la variedad Pindar altamente infectado por la maleza *R. cochinchinensis* y otras arvenses 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 psi calibrada para una descarga 526 l / ha. Las evaluaciones se realizaron a los 21 días posteriores a la evaluación y los resultados obtenidos en el porcentaje de control, así como los diferentes tratamientos y su costo se presentan también en el Cuadro 20.

La mezcla Diuron + Terbutrina presento un excelente control de la maleza al combinarse esta con los adyuvantes WK y NP-7, superando al testigo sin adyuvante en más de un 30 % de control, 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 las plantas.

La mezcla Diuron + Ametrina, es más económica que la mezcla Diuron + Terbutrina y además cuenta con mayores y mejores alternativas de control, su combinación con adyuvantes como: SILWET L77, INEX, AGREX F32.2 y LIMONOIL entre otros proporcionaron un control superior al 90 % y una diferencia significativa al testigo sin adyuvante.

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 SILWET L77, KAITAR y SURLAQ.

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

El herbicida MSMA se mezcló con Diuron y con Hexazinona y es evidente el sinergismo entre el Diuron y este herbicida lo cual permite, reducir la dosis del MSMA prácticamente a la mitad (0.5 l/ha), 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 l/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 lo que se procedió después de este primer estudio en la región a realizar dos valoraciones similares.

Cuadro 20.
Resultados de la evaluación de 30 mezclas de herbicidas para el control de *Rottboellia cochinchinensis* en Turrialba, Cartago.

TRATAMIENTOS	Promedio	Costo \$
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + WK 1 cc/l	100	38,3
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + NP-7 1 cc/l	100	40,2
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + AGREX F 32 1 cc/l	88,33	40,3
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + LIMONOIL 1 cc/l	86,67	38,7
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha	66,67	36,7
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + L 77 1 cc/l	100	46,4
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + INEX 1 cc/l	93,33	34,5
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + AGREX F 32 1 cc/l	91,67	35,0
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + LIMONOIL 1 cc/l	90	33,5
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + WK 1 cc/l	86,67	33,1
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + NP-7 1 cc/l	85	34,9
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + SURLAQ 1 cc/l	83,33	34,4
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha	75	31,5
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 72 SL 0.5 l/ha + KAITAR 1 cc/l	100	28,4
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 72 SL 0.75 l/ha + KAITAR 1 cc/l	100	30,1
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 72 SL 1 l/ha	100	30,2
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 2 kg/ha + KAITAR 1 cc/l	91,67	41,6
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + COSMO IN 1 cc/l	90	29,6
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + WK 1 cc/l	85	28,2
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + NP-7 1 cc/l	85	30,0
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha TESTIGO	83,33	26,6
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + L 77 1 cc/l	80	41,7
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + KAITAR 1 cc/l	78,63	28,1
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + SURLAQ 1 cc/l	71,67	29,5
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 0.5 l/ha + KAITAR 1 cc/l	85	19,7
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 0.75 l/ha + KAITAR 1 cc/l	85	21,4
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 1 l/ha	85	21,6
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + L 77 1 cc/l	91,67	43,1
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha TESTIGO	70	28,0
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + KAITAR 1 cc/l	65	29,5

Tipo de cambio US ₡560

3.1.2 EVALUACION DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES EN MIRAMAR, PUNTARENAS.

La Región del Pacífico Central de Costa Rica se encuentra altamente infestada de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*, y en especial las fincas del Ingenio El Palmar en las cuales esta gramínea se ha extendido sin control, cobrando una gran importancia en los últimos años. Ante esta situación y en la necesidad de continuar evaluando la gran cantidad de mezclas probadas en Turrialba (Ingenio Atirro), se procedió a establecer en estas fincas un nuevo estudio con la finalidad de verificar resultados y seleccionar las mejores alternativas químicas de control de esta y otras arvenses.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se seleccionó un lote cultivado con caña de azúcar y altamente infectado por la maleza *R. 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 psi calibrada para una descarga 500 l / ha. Las evaluaciones se realizaron a los 21 días posteriores a la evaluación y los resultados obtenidos, así como los diferentes tratamientos con sus respectivos costos se presentan en el siguiente Cuadro 21.

Las mezclas presentes con sus respectivos coadyuvantes son el producto de un proceso de selección por tal motivo los resultados obtenidos son como se observan bastante satisfactorios en general. Para verificar la respuesta positiva de cada una de las mezclas a bajas dosis se comparó cada mezcla con su homóloga a una dosis mayor.

La mezcla Diuron + Terbutrina presentó la mejor respuesta en el control de *R. cochinchinensis* con la dosis mínima de Terbutrina (1 kg /ha) y utilizando WK como adyuvante, con un incremento en la dosis de este herbicida a 2 kg /ha, el efecto es también positivo sin embargo su costo es superior en \$12.97. Por otra parte y a diferencia del trabajo anterior al agregar a esta mezcla el adyuvante NP7 no contribuyo con un mayor control de la *R. cochinchinensis* como lo hizo el adyuvante WK al reducir la dosis de Terbutrina a 1 kg / ha.

La mezcla de Diuron + Ametrina también presentó buenos resultados utilizando los diferentes adyuvantes, los cuales todos respondieron mejor como se observa en el cuadro 21 cuando se utilizó la dosis de Ametrina de 1 L / ha. Con respecto a la prueba anterior (Ingenio Atirro,) se agregaron dos nuevos adyuvantes: TRANSPORE y COSMO IN, los cuales respondieron con eficiencia al igual que INEX y SILWET L77 ya valorados con anterioridad

Cuadro 21.
Resultados de la evaluación de 30 mezclas de herbicidas para el Control de *Rottboellia*
***cochinchinensis* en Miramar, Puntarenas.**

Tratamientos	% Control	Costo \$ / ha
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + NP-7 1 cc/l	75	\$39,46
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 2 kg/ha + NP-7 1 cc/l	95	\$52,43
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + WK 1 cc/l	100	\$37,64
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 2 kg/ha + WK 1 cc/l	95	\$50,61
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + INEX 1 cc/l	60	\$33,86
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 2 l/ha + INEX 1 cc/l	90	\$41,68
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + TRANSPORE 1 cc/l	95	\$38,73
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 2 l/ha + TRANSPORE 1 cc/l	90	\$46,55
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + COSMO IN 1 cc/l	100	\$33,88
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 2 l/ha + COSMO IN 1 cc/l	70	\$41,70
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 l/ha + L 77 1 cc/l	95	\$45,61
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 2 l/ha + L 77 1 cc/l	100	\$53,43
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 0.5 l/ha + Kaitar 1cc/ L	90	\$27,87
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 1 l/ha	70	\$29,71
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha +TRANPORE1 cc/l	95	\$35,99
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 2 kg/ha + TRANSPORE 1 cc/l	90	\$45,48
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha +COSMO IN 1 cc/l	90	\$36,27
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 2 kg/ha + COSMO IN 1 cc/l	75	\$50,16
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 0.5 l/ha + KAITAR 1 cc/l	95	\$19,34
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 1 l/ha	95	\$21,18
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + TRANSPORE 1 cc/l	100	\$42,84
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 2 kg/ha + TRANSPORE 1 cc/l	100	\$52,60
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + L 77 1 cc/l	90	\$53,21
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 2 kg/ha + L 77 1 cc/l	95	\$46,75
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + LIMONOIL 1 cc/l	100	\$29,51
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 2 kg/ha + LIMONOIL 1 cc/l	95	\$42,48
TERBUTRINA 80 WG 3 kg / ha + AMETRINA 50 SC 3 l/ha + WK 1 cc/ L	95	\$63,94
TERBUTRINA 80 WG 3 kg / ha + AMETRINA 50 SC 3 l/ha + TRANSPORE 1 cc/ L	90	\$70,19

Tipo de cambio US ₡560

La combinación de los herbicidas Diuron + MSMA y Hexazinona + MSMA presentaron un alto sinergismo que se manifestó al reducir la dosis del MSMA a la mitad y siempre con buenos resultados, además estos tratamientos se distinguen por su bajo costo.

La mezcla Hexazinona + Diuron es una mezcla muy utilizada y presentó también un alto poder graminicida si se compara con los demás tratamientos. El aporte de los adyuvantes es también muy positivo aunque hay menos alternativas que en otras mezclas, como se observa en el Cuadro 21, los adyuvantes TRANSPORE y COSMO IN de nuevo contribuyeron a un mayor control cuando se da una reducción del 50% de la dosis del herbicida Diuron.

La mezcla Hexazinona + Terbutrina con los adyuvantes TRANSPORE, SILWET L77 y LIMONOIL presentaron un excelente control de la maleza con la dosis normalmente recomendada de Terbutrina (2 kg / ha) y la dosis reducida al 50 % de este herbicida. Esta mezcla es poco utilizada comercialmente y en el proceso de selección de los tratamientos en estudio, únicamente al combinarse esta con el adyuvante SILWET L77, con la incorporación de TRANSPORE y LIMONOIL también se lograron mejores resultados, respecto al estudio realizado en Turrialba en el 2008.

La combinación de Terbutrina + Ametrina es utilizada en la Región de Guanacaste en las dosis aquí valoradas y como se observa por su alta concentración de ingrediente activo, el costo de estas mezclas es sumamente alto si se compara con las demás mezclas valoradas en esta prueba, además que sus resultados no son del todo satisfactorios.



Figura 23. Plantaciones infectadas por *Rottboellia cochinchinensis* en el Pacífico Central.

3.1.3 EVALUACION DE 21 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES EN ATIRRO, TURRIALBA.

En el mes de junio del 2009 nuevamente se estableció en una finca del Ingenio Atirro en el Cantón de Turrialba, provincia de Cartago una prueba de valoración de 21 mezclas de herbicidas algunas seleccionadas de las pruebas anteriores en esta y otras regiones del país. Dichas mezclas se detallan en el Cuadro 22.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se seleccionó un lote cultivado con caña de azúcar con la variedad Pindar infectado por la maleza *Rottboellia cochinchinensis* en estado de prefloración y se marcó un entresurco de 40 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 psi calibrada para una descarga 400 l / ha. Las evaluaciones se realizaron a los 21 días posteriores a la evaluación y los resultados obtenidos, así como los diferentes tratamientos se presentan también en el siguiente Cuadro 22.

En este estudio además de verificar los resultados obtenidos en Miramar se procedió a comparar cada una de las mezclas con sus respectivos adyuvantes y la misma mezcla sin adyuvante (testigo), pero con un incremento del 100 % en la dosis del segundo herbicida en cada mezcla.

En la mezcla Diuron + MSMA se presentó nuevamente el mismo control obtenido en el ensayo anterior por lo que se confirma que una reducción en la dosis del MSMA del 50 % es suficiente para lograr un excelente control de *R. cochinchinensis* a un bajo costo.

La combinación de los herbicidas Diuron + Ametrina con los diversos adyuvantes presentaron valores similares al tratamiento testigo sin adyuvante y con una mayor dosis del herbicida Ametrina (2 l / ha). En esta ocasión el tratamiento que contenía el adyuvante INEX mejoró su accionar respecto a la prueba de mezclas realizada en Miramar de Puntarenas, y confirmó nuevamente el buen desempeño ofrecido en este mismo lugar un año atrás.

La mezcla Diuron + Terbutrina presento también un excelente control con todos sus adyuvantes ya evaluados anteriormente como NP7 y WK. El adyuvante LIMONOIL agregado en este estudio como nueva alternativa resulto ser también un excelente tratamiento superando al testigo en forma significativa en el control y sobre todo en el costo.

La mezcla Terbutrina + Ametrina con sus altas dosis, continúa ofreciendo un buen control de la maleza al igual que las pruebas anteriores pero su alto costo lo hacen poco viable su aplicación.

Cuadro 22.
Resultados de la evaluación de 21 mezclas de herbicidas para el control de *Rottboellia cochinchinensis* en Turrialba, Cartago. Junio 2009.

TRATAMIENTOS	% Control	Costo ¢/ha
DIURON 80 WG 2 KG/HA + MSMA 72 SL 1 L/HA	99	28,0
DIURON 80 WG 2 KG/HA + MSMA 72 SL 0,5 L/HA + KAITAR	97	26,3
DIURON 80 WG 2 KG/HA + AMETRINA 50 SC 2 L/HA (testigo)	94	44,0
DIURON 80 WG 2 KG/HA + AMETRINA 50 SC 1 L/HA + L77	95	43,0
DIURON 80 WG 2 KG/HA + AMETRINA 50 SC 1 L/HA + INEX	91	31,9
DIURON 80 WG 2 KG/HA + AMETRINA 50 SC 1 L/HA + COSMO IN	90	36,8
DIURON 80 WG 2 KG/HA + AMETRINA 50 SC 1 L/HA + TRANSPORE	88	36,5
DIURON 80 WG 2 KG/HA + TERBUTRINA 80 WG 2 KG/HA (testigo)	98	54,2
DIURON 80 WG 2 KG/HA + TERBUTRINA 80 WG 1 KG/HA + NP-7	99	37,9
DIURON 80 WG 2 KG/HA + TERBUTRINA 80 WG 1 KG/HA + LIMONOIL	97	35,9
DIURON 80 WG 2 KG/HA + TERBUTRINA 80 WG 1 KG/HA + WK	95	35,5
TERBUTRINA 80 WG 3 KG/HA + AMETRINA 50 SC 3 L/HA + TRANSPORE	93	66,2
TERBUTRINA 80 WG 3 KG/HA + AMETRINA 50 SC 3 L/HA + WK	92	60,3
HEXAZINONA 75 WG 0,25 KG/HA + MSMA 72 SL 0,5 L/HA + KAITAR	99	28,3
HEXAZINONA 75 WG 0,25 KG/HA + MSMA 72 SL 1 L/HA	99	31,1
HEXAZINONA 75 WG 0,25 KG/HA + TERBUTRINA 80 WG 2 KG/HA	98	53,0
HEXAZINONA 75 WG 0,25 KG/HA + TERBUTRINA 80 WG 1 KG/HA + L 77	93	50,2
HEXAZINONA 75 WG 0,25 KG/HA + TERBUTRINA 80 WG 1 KG/HA + TRANSPORE	92	40,4
HEXAZINONA 75 WG 0,25 KG/HA + DIURON 80 WG 2 KG/HA (testigo)	100	40,0
HEXAZINONA 75 WG 0,25 KG/HA + DIURON 80 WG 1 KG/HA + COSMO IN	99	34,2
HEXAZINONA 75 WG 0,25 KG/HA + DIURON 80 WG 1 KG/HA + TRANSPORE	98	33,9

1 \$ = ¢560

La combinación de Hexazinona + MSMA por sus buenos resultados, continúa siendo la mezcla más económica y efectiva de las evaluadas hasta hoy por el programa como se observa en los diferentes cuadros presentados en este documento.

La combinación de Hexazinona + Terbutrina y con los adyuvantes SILWET L77 y TRANSPORE continúan ofreciendo un buen control de la maleza al ser comparado con el tratamiento testigo.

La mezcla Hexazinona + Diuron presento, al igual que la valoración realizada en Miramar, un buen comportamiento con los adyuvantes COSMO IN y TRANSPORE casi igualando al tratamiento testigo con un incremento en la dosis de Diuron lo que incremento el costo de esta mezcla aproximadamente en un 15 %.

Con los resultados obtenidos en estas investigaciones se logra concluir que:

Se presentaron diferencias marcadas entre los diferentes adyuvantes y su no uso en una misma mezcla en el control de la maleza demostrando con ello su necesidad de empleo en las aplicaciones. Algunos adyuvantes en algunas mezclas no superaron al tratamiento testigo, revelando con ello la posibilidad de un efecto adverso al esperado.

El herbicida Diuron resulto ser el herbicida más compatible con la mayoría de los adyuvantes, situación que se manifestó en aquellas mezclas en que este herbicida estuvo presente.

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.

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.

La valoración de las mezclas con dosis reducidas y fortalecidas con los adyuvantes específicos para cada una de las mezclas es concordante en la búsqueda de proteger el cultivo el medio ambiente y el bolsillo del productor cañero nacional.



Figura 24. Parcela tratada con la mezclas Hexazinona + Diuron + Cosmo in como coadyuvante.

3.1.4 EVALUACION DE 25 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES PARA EL CONTROL POST EMERGENTE DE *Murdania nudiflora* EN LA REGION NORTE.

El cultivo de la caña de azúcar, como cualquier otro sistema de cultivo, se encuentra inmerso en un entorno dinámico donde factores agro climáticos y de manejo se conjugan para crear distintas condiciones; o escenarios productivos, en los cuales pueden proliferar nuevas malezas como *Murdania nudiflora* la cual se ha convertido en un problema serio a controlar en diversas fincas de la Región Norte debido a su alta incidencia.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Esta situación motivó el establecimiento de una prueba en una finca del Ingenio Quebrada Azul distrito de Florencia, Cantón de San Carlos, Alajuela con el objetivo de valorar diversas mezclas de herbicidas post-emergentes y obtener al menos una que brinde un control superior al 80 % de esta maleza. Para ello se establecieron parcelas de 2 entresurcos (3m ancho) de 20 metros de largo (60 m²) en un lote cultivado con la variedad SP 82-1176; estas parcelas se aplicaron con las distintas mezclas presentadas en el Cuadro 23, utilizando una bomba de espalda manual y provista de una boquilla TQ 15004 con un gasto de agua promedio de 450 l/ha.

En el Cuadro 23 se muestran las mezclas evaluadas con sus respectivos porcentajes de control realizado a los 60 días posteriores a la aplicación. Las mezclas en que se utilizó el herbicida MSMA 72 SL fueron las mejores en todos los casos logrando un control mayor al 80 %.

Las combinaciones Metribuzin + MSMA y Diuron + MSMA fueron las mejores con un 95% de control seguidas por Hexazinona + MSMA y Atrazina + MSMA con un 90 % de Control obteniéndose además en los cuatro casos un importante efecto pre emergente. Las mezclas de Triclopir 48 EC con Atrazina y Ametrina lograron un control moderado (70% y 75% control respectivamente) mientras que las demás presentaron un control deficiente.

El herbicida conocido como MSMA las cuales son las siglas del ácido metanoarsonato mono sódico es un herbicida de contacto no sistémico y no selectivo en el cultivo de la caña de azúcar, sin embargo se ha utilizado como un excelente graminicida reduciendo su dosis a 1 - 1,5 l/ha o menos y con muy buenos resultados como se observa en este estudio preliminar. Lo más importante de este herbicida es que presenta un efecto sinérgico con la mayoría de herbicidas post emergentes selectivos del cultivo lo que ha permitido reducir su dosis y el costo de la mezcla en forma significativa.

Los resultados aquí obtenidos permitirán a las fincas de la región que han tenido que invertir mucho dinero en controlar químicamente a esta nueva maleza, con nuevas alternativas de control y sobre todo muy económicas.

Cuadro 23.

Resultado evaluación mezclas de herbicidas para control post emergente de *Murdania nudiflora*.
Ingenio Quebrada Azul. San Carlos. 2009.

MEZCLA EVALUADA	% Control
HARNESS 90 EC 3 /ha + ATRAZINA 50 SC 3 l /ha + FENOXAL 48 SL 1 l /ha	30
FINALE 15 SL 1 l/ha + HARNESS 90 EC 3 l /ha + FENOXAL 48 SL 1 l/ha	30
METRIBUZIN 48 SL 2 l/ha + DIURON 80 WG 2 Kg /ha + FENOXAL 48 SL 1 l/ha	40
HEXAZINONA 75 WG 300 g /ha + ATRAZINA 50 SC 3 l /ha + FENOXAL 48 SL 1 l/ha	45
FINALE 15 SL 0,75 l /ha + AMETRINA 50 SC 1,5 l/ha	25
DIURON 80 WG 2 Kg /ha + AMETRINA 50 SC 1 l /ha + FENOXAL 48 SL 1 l/ha + L-77 1 ml/l	65
DIURON 80 WG 2 Kg /ha + TRICLOPIR 48 SL 0,75 l/ha + NP-7 1 ml/l	50
DIURON 80 WG 2 Kg /ha + ROSULFURON 60 WG 15 g / ha + NP-7 1 ml /l	25
DIURON 80 WG 2 Kg /ha + MSMA 72 SL 1 l /ha	95
DIURON 80 WG 2 kg /ha + FENOXAL 48 SL 1 l /ha + NP-7 1 ml/l	35
METRIBUZIN 48 SL 2 l /ha + TRICLOPIR 48 SL 0,75 l /ha	30
METRIBUZIN 48 SL 2 l /ha + ROSULFURON 60 WG 15 g/ ha	30
METRIBUZIN 48 SL 2 l /ha + MSMA 72 SL 1 l /ha	95
METRIBUZIN 48 SL 2 l /ha + FENOXAL 48 SL 1 l/ha	35
HEXAZINONA 75 WG 300 g /ha + DIURON 80 WG 2 kg/ha + COSMO IN 1 ml /l	25
HEXAZINONA 75 WG 300 g /ha + MSMA 72 SL 1 l/ha	90
AMETRINA 50 SC 4 l/ha + TRICLOPIR 48 SL 0,75 l/ha + WK 1 ml /l	75
AMETRINA 50 SC 4 l /ha + ROSULFURON 60 WG 15 g/ha + WK 1 ml/l	25
AMETRINA 50 SC 4 l /ha + MSMA 72 SL 1 l /ha	80
AMETRINA 50 SC 4 l /ha + FENOXAL 48 SL 1 l /ha + WK 1 cc/l	40
ATRAZINA 50 SC 4 l /ha + TRICLOPIR 48 SL 0,75 l/ha	70
ATRAZINA 50 SC 4 l /ha + ROSULFURON 60 WG 15 g/ha	35
ATRAZINA 50 SC 4 l/ha + MSMA 72 SL 1 l /ha	90
ATRAZINA 50 SC 4 l /ha + FENOXAL 48 SL 1 l /ha	40

3.1.5 EVALUACION DEL HERBICIDA 2,4-D CON DIFERENTES ADYUVANTES PARA EL CONTROL DE LA ARVENSE *Alocasia macrorryza* (Pato).

La maleza *Alocasia* conocida como “PATO” es una planta Aráceas que crece principalmente en la Región Norte (Figura 25), esta maleza se reproduce en forma asexual al repartir parte del cormo (tubérculo) principal con la maquinaria durante la preparación de los suelos.

Una vez establecida en los cañales, esta crece libremente hasta la cosecha donde la cosechadora la pica y la mezcla con la caña que se dirige al Ingenio donde una vez introducida en el sistema de molienda produce una sustancia de color morado que mancha el azúcar blanco, provocando grandes pérdidas en su limpieza.



Figura 25. Planta desarrollada de *Alocasia macrorryza*.

Para controlar esta planta se realizaron en el campo aplicaciones con diversos herbicidas entre los que destacó el 2,4 – D, sin embargo al ser una planta muy suculenta es necesario acelerar su penetración hasta el cormo y así lograr con una aplicación erradicar esta perniciosa maleza.

Por este motivo se establecieron varias pruebas en el campo, culminando finalmente en esta prueba cuyo objetivo fue el de valorar en condiciones de invernadero el desempeño de diferentes coadyuvantes en mezcla con el 2,4-D, para lograr la mayor efectividad en el control de esta maleza.

En el Cuadro 24 se presentan los coadyuvantes valorados a una dosis de 1ml / Litro de solución y el herbicida al 0.5 % lo que equivale una cantidad de 1 l/ estañon de 200 Litros. La evaluación en el control de las plantas, se valoró con base al daño que ocasiono el herbicida en mezcla con cada adyuvante, tomando en cuenta la velocidad de acción y el daño provocado al cormo principal.

Entre los adyuvantes que mejor resultado ofrecieron fueron el NP7 y Li 700 ambos pertenecientes a la compañía Bayer. Algunos de los adyuvantes que en principio no fueron tan efectivos como estos, lograron en un periodo de tiempo mayor dañar a la maleza, sin embargo considerando las condiciones climáticas de la Región Norte es imprescindible una rápida respuesta del herbicida aplicado a esta planta.

Cuadro 24.
Resultados en el control de *Alocasia macrorrhiza* con el herbicida 2,4-D y diferentes adyuvantes.

Herbicida	Adyuvante	Control
	Testigo	75%
	NP 7	100%
	Li 700	100%
	Transpore	60%
2,4 -D 0,5 %	Dap plus	60%
	Surfacid	80%
	Cosmo In	40%
	Kaitar	50%
	WK	70%
	L 77	70%
	Limonoil	50%
	Inex	50%



Figura 26. Resultado de la aplicación de 2,4-D con el adyuvante LI 700 en un campo de caña de azúcar de la Región Norte

3.1.6 EVALUACION DE 30 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y COADYUVANTES EN TURRIALBA.

Al igual que en otras regiones cañero azucareras del país en la Región de Turrialba la maleza *Rottboellia cochinchinensis* se encuentra ampliamente diseminada presentando elevados niveles de infestación en las áreas cultivadas con caña de azúcar convirtiendo esta maleza en un problema prioritario de control. Para lograr un eficiente manejo integrado de esta maleza es necesario desarrollar y afinar recomendaciones, sobre todo con un control químico fundamentado en resultados que sirvan de base para evaluar y validar diferentes mezclas de herbicidas y adyuvantes como los desarrollados por el programa de agronomía en otras regiones del país. Para alcanzar este objetivo se estableció en una finca del Ingenio Atirro distrito de La Suiza, Turrialba, Cartago una prueba de valoración de 30 mezclas de herbicidas algunas seleccionadas, como se mencionó, de pruebas anteriores realizadas en esta y otras regiones del país.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se seleccionó un lote cultivado con caña de azúcar de la variedad Pindar infectado con *R. cochinchinensis* en estado de prefloración y se marcó un entresurco de 40 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 psi calibrada para una descarga de 400 lt/ha. Las evaluaciones se realizaron a los 21 días posteriores a la aplicación y los resultados obtenidos, así como los diferentes tratamientos se presentan en el siguiente Cuadro 25.



Figura 27. Lote donde se estableció la evaluación numerando para identificar tratamientos para actividad de extensión con productores de la Región.

En este estudio se procedió a comparar cada una de las mezclas con sus respectivos adyuvantes, con la misma mezcla sin adyuvante pero con un incremento del 50% en la dosis del segundo herbicida.

Cuadro 25.
Resultados de la Evaluación de 21 Mezclas de Herbicidas para el Control de Rottboellia cochinchinensis en Turrialba, Cartago. Junio 2009.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	COSTO \$/ha
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 0.5 L/ha + KAITAR 1 cc/L	100,00	26,3
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 0.75 L/ha + KAITAR 1 cc/L	100,00	27,9
DIURON 80 WG 2 kg/ha + MSMA 1 L/ha	100,00	28,0
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + WK 1 cc/L	100,00	35,5
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + NP-7 1 cc/L	100,00	37,2
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 L/ha + L 77 1 cc/L	100,00	43,0
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 L/ha + INEX 1 cc/L	93,33	31,9
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 L/ha + AGREX F 32 1 cc/L	91,67	32,5
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 2 kg/ha + KAITAR 1 cc/L	91,67	38,6
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + L 77 1 cc/L	91,67	40,0
HEXAZINONA 75 WP 0.25 kg/ha + DIURON 80 WG 1 kg/ha + COSMO IN 1 cc/L	90,00	27,4
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 L/ha + LIMONOIL 1 cc/L	90,00	31,0
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + AGREX F 32 cc/L	88,33	37,3
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 L/ha + WK 1 cc/L	86,67	30,6
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha + LIMONOIL 1 cc/L	86,67	35,9
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + MSMA 72 SL 0.5 L/ha + KAITAR 1 cc/L	85,00	18,2
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + MSMA 72 SL 0.75 L/ha + KAITAR 1 cc/L	85,00	19,8
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + MSMA 72 SL L/ha	85,00	20,0
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + DIURON 80 WG 1 Kg/ha + WK 1 cc/L	85,00	26,1
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + DIURON 80 WG 1 Kg/ha + NP-7 1 cc/L	85,00	27,8
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 L/ha + NP-7 1 cc/L	85,00	32,4
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + DIURON 80 WG 1 KG/HA TESTIGO	83,33	24,6
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 L/ha + SURLAQ 1 cc/L	83,33	31,9
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + DIURON 80 WG 1 kg/ha + L 77 1 cc/L	80,00	38,6
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + DIURON 80 WG 1 Kg/ha + KAITAR 1 cc/L	78,63	26,0
DIURON 80 WG 2 kg/ha + AMETRINA 50 SC 1 L/ha	75,00	29,2
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + DIURON 80 WG 1 kg/ha + SURLAQ 1cc/L	71,67	27,4
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha TESTIGO	70,00	26,0
DIURON 80 WG 2 kg/ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/ha	66,67	34,0
HEXAZINONA 75 WP 0.25 KG/HA + TERBUTRINA 80 WG 1 kg/HA + KAITAR 1 cc/L	65,00	27,4

1 \$ US = ¢560

En la mezcla Diuron + MSMA presentó nuevamente un buen control al obtenido en el ensayo realizado el año anterior en el mismo lugar, por lo que se confirma que una reducción en la dosis del MSMA a la mitad es suficiente para lograr un excelente control de Rottboellia a un menor costo.

La mezcla Diuron + Terbutrina presento también un excelente control con todos sus adyuvantes ya evaluados como NP7 y WK así como con Limonoil agregado en esta evaluación respecto al tratamiento testigo el cual es el tratamiento más costoso.

La combinación de los herbicidas Diuron + Ametrina con los diversos adyuvantes presentaron valores superiores en más de un 15% en el control de las plantas aplicadas respecto al tratamiento testigo sin coadyuvante en esta misma mezcla sin adyuvante. En esta ocasión el tratamiento que contenía el adyuvante INEX mejoró en su accionar respecto a la prueba de mezclas realizada en Miramar de Puntarenas, y confirmó nuevamente el buen desempeño ofrecido en este mismo lugar un año atrás.

El mayor control con la mezcla Hexazinona + Diuron de presento con el coadyuvante Kaitar pero el Diuron con una dosis de 2 kg /ha, esta misma mezcla pero con el 50 % en la dosis de Diuron presento un buen control de las plantas con el adyuvante COSMO IN. La mezcla Hexazinona + MSMA con el adyuvante KAITAR presento buen control con varias dosis del herbicida MSMA como se observa en dicho cuadro.

La mezcla Hexazinona + Terbutrina aunque poco efectiva con el adyuvante SILWET L77 controlo las plantas en un 91 % superando al tratamiento sin adyuvante en más de un 20 % en el control.En general es evidente el beneficio otorgado con los adyuvantes evaluados ya que en muchos caso permite reducir las dosis de los herbicidas e incrementando el control de las arvenses con un menor costo.



Figura 27. Vista de la parcela testigo y la parcela tratada con la mezcla Diuron +Ametrina y Agrex F 32 como adyuvante.

3.1.7 EVALUACION DE 17 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y ADYUVANTES PARA EL CONTROL DE *Digitaria sp* EN LA REGION SUR.

En la Región Sur se ha identificado una especie de arvense gramínea del género *Digitaria sp* que con el transcurso del tiempo se ha convertido en un problema serio por los altos niveles de infestación en diversas fincas tanto de productores independientes como de CoopeAgri R.L.

Esta planta presenta en sus hojas y tallos una densa vellosoidad (Figura28) que impide que los herbicidas contacten y penetren foliarmente en cantidades suficientes para provocar la muerte de esta planta. Como consecuencia las mezclas de los herbicidas normalmente utilizadas por los productores en esta región han sido incapaces de controlarla y en alguna forma provocado una selección inducida en el campo de plantas que han incrementado drásticamente su población, sin encontrar una alternativa de control eficaz, económica y no fitotóxica para el cultivo.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

De manera exploratoria y preliminar se seleccionó un grupo de mezclas de herbicidas con sus respectivos adyuvantes que en años anteriores proporcionaron resultados satisfactorios en el control de esta difícil gramínea. Con el objetivo de encontrar al menos una mezcla que controle eficientemente esta planta, se establecieron parcelas en un lote cultivado con la variedad SP 71-5574 ubicado en el distrito de “Sonador”, Cantón de Buenos Aires, Puntarenas. A estas parcelas de un entresurco (1,3 m ancho) de 30 metros de largo se les aplicó las distintas mezclas con bomba de espalda manual equipada con boquilla 80 03 y regulador de presión de 35 lbs psi, con un volumen de aplicación de 600 l/ha verificado previa calibración.

En el Cuadro 26 se detallan las mezclas evaluadas así como los porcentajes de control obtenidos a los 25 y 50 días posteriores a la aplicación.



Figura 28. Vellosoidad presente en hojas de *Digitaria sp*.

Los resultados del Cuadro 26 indican que la mejor mezcla de las evaluadas por su excelente control y bajo costo fue Glufosinato de Amonio 0,75 litros/ha + Ametrina 80 WG 1,5 kg /ha, la cual tiene un costo de \$25,74. También sobresalió la mezcla Hexazinona 75 WG + Diuron 80 WG con el adyuvante Transpore con un costo de \$24,04 y esta mezcla con el adyuvante Limonoil con un costo de \$29,14. Estas mezclas presentaron porcentajes de control bastantes satisfactorios que alcanzaron valores entre un 85 y un 100% de control. Otras mezclas que contenían Diuron en su composición también ofrecieron un excelente control como fueron Diuron + Terbutrina + NP7 y Diuron + Ametrina con los adyuvantes L77 y Cosmo In pero con mayores costos que las anteriores.



Figura 29. Plantación de caña de azúcar infectada con *Digitaria* sp en Pérez Zeledón.

El uso de Glufosinato de amonio no es común en la caña de azúcar, por cuanto este herbicida no es selectivo y es de contacto, lo que hace difícil su aplicación en etapas tempranas del cultivo. Sin embargo esta mezcla con Ametrina parece ofrecer algún tipo de sinergismo que ha permitido el uso de dosis bajas de ambos herbicidas y con ello una considerable reducción en su costo, lo cual bien aplicado y dirigido podría ofrecer una nueva alternativa de uso en el cultivo en la región.

Cuadro 26.
Resultados evaluación de 17 mezclas de herbicidas para control de Digitaria spp en la
Región Sur.

MEZCLA EVALUADA	25 DD	50 DD	Promedio	Costo
				(\$/ha)
Glufosinato 15 SL 0.75 l/ha + Ametrina 80 WG 1.5 kg/ha	100	100	100	25,74
Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 1 kg/ha + NP-7 ml/l	89	95	92	48,97
Hexazinona 75 WG 0.25 kg/ha + Diurón 80 WG 1 kg/ha + Transpore 1 ml/l	86	98	92	24,04
Diurón 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 2 l/ha + Cosmo In 1 ml/l	88	95	91	42,96
Diurón 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 2 l/ha + L 77 1 ml/l	86	95	91	44,39
Hexazinona 75 WG 0.25 kg/ha + Terbutrina 80 WG 1 kg /ha + Transpore 1 ml/l	83	95	89	29,14
Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 1 kg/ha + WK 1 ml/l	86	90	88	33,69
Hexazinona 75 WG 0.25 kg/ha + Terbutrina 80 WG 1 kg /ha + Limonoil 1 ml/l	85	88	86	27,12
Hexazinona 75 WG 0.25 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg /ha + Limonoil 1 ml/l	71	90	81	41,22
Diurón 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 1 l/ha + L 77 1 ml/l	83	75	79	33,59
Hexazinona 75 WG 0.5 kg/ha	74	80	77	20,5
Hexazinona 75 WG 0.5 kg/ha + BB5 1 ml/l	66	80	73	25,77
Hexazinona 75 WG 0.25 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + Transpore 1 ml/l	58	85	71	43,24
Diurón 80 WG 2 kg/ha + MSMA 72 SL 1 l	56	85	71	25,06
Hexazinona 75 WG 0.25 kg + MSMA 72 SL 1 l + Kaitar 1 ml/l	55	75	65	19,32
Terbutrina 80 WG 3 kg + Ametrina 50 SC 3 l + WK 1 ml/l	30	60	45	76,29
Glufosinato 15 SL 2 l + Diurón 80 WG 0.4 Kg	25	60	43	29,03

Tipo Cambio 1 \$ US #560

3.1.8 RESPUESTA DE 5 MEZCLAS DE HERBICIDAS CON DIFERENTES ADYUVANTES EN EL CONTROL DE *Panicum fasciculatum* (Granadilla) EN LA REGION DEL PACIFICO CENTRAL.

En las fincas cañeras del Pacífico Central sobresalen conjuntamente con *Rottboellia cochinchinensis* una gramínea que ha cobrado importancia principalmente en fincas del Ingenio El Palmar la cual se ha identificado como *Panicum fasciculatum* (Granadilla) o *Urochloa sp.*

Esta maleza presenta un crecimiento similar al gramalote extendiendo sus tallos rastreros los cuales emiten raíces en sus nudos, presentando con esto una forma de reproducción asexual. Cada tallo proporciona una panícula cargada de una gran cantidad de diminutas flores con capacidad de germinación y como otro medio de reproducción (Figura 30).

Por sus características particulares de crecimiento rastrero, lo largo y succulento de sus tallos, así como la presencia de entrenudos en los mismos, hacen de esta arvense un verdadero problema en su control.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Por tal motivo se seleccionó un lote altamente infectado con esta planta en una de las fincas de Azucarera El Palmar en Miramar de Puntarenas, con el objetivo de valorar diferentes mezclas de herbicidas y obtener al menos una que controle eficientemente esta gramínea. Cada parcela se estableció de 2 entresurcos (3 m ancho) 15 m de largo a los cuales se le aplicó los diferentes tratamientos señalados en el Cuadro 27.



Figura 30. *Panicum fasciculatum* con su flor.

Cada uno de los tratamientos (mezclas) se seleccionaron con base en los resultados obtenidos al valorar diversos tratamientos para el control de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* en esta finca y donde se encontraba mezclada con *Panicum fasciculatum*.

La aplicación se efectuó en el mes de Octubre 2009 y se utilizó una bomba de espalda provista de una boquilla 80 03 VS calibrada previamente para una descarga de 533 l/ha. La evaluación se realizó 25 días después de la aplicación y los resultados de la misma así como el costo de cada mezcla se presentan en el Cuadro 27.

Estas mezclas en su mayoría se han evaluado como se indicó para combatir *Rottboellia cochinchinensis* con muy buenos resultados, sin embargo en esta primera valoración de productos los resultados no fueron tan relevantes a los obtenidos para *Rottboellia cochinchinensis* en virtud de la resistencia que ofrece esta maleza sobre todo en etapas de su máximo desarrollo.

El mayor porcentaje de control fue de un 85% a un 88% obtenido por las mezclas Diuron + Terbutrina + Silwett L77 con un 88% de control, las mezclas Diuron + Ametrina + Cosmo In y Hexazinona + Diuron + NP7 presentaron un 85% de control.

El herbicida MSMA proporcionó un daño importante a esta maleza ya que los tratamientos que lo contenían controlaron en un 98% cuando se aplicó solo y un 95% en mezcla con Terbutrina y el adyuvante Silwett L77. Este resultado parcial indica que este herbicida debe estar presente en los futuros tratamientos a evaluar en esta finca.

Entre estas mezclas la diferencia más importante es su costo ya que se presentan diferencias significativas entre ellas como ocurrió con la mezcla Diuron + Terbutrina + Silwett y Hexazinona + Diuron + NP7 esta última con un costo inferior en más de \$12 por hectárea, condición a considerar al conformar, seleccionar y valorar las futuras mezclas.

Los tratamientos restantes no aportaron un control efectivo de esta planta por tanto se procederá a realizar ajustes en las dosis y realizar en una próxima evaluación aplicaciones en etapas tempranas de crecimiento y así lograr un mayor control de esta perniciosa maleza.



Figura 31. Parcela tratada con Diuron + Terbutrina + Silwett L77.

Cuadro 27.
Resultados del porcentaje de control de la maleza Panicum fasciculatum en Miramar, Puntarenas.

<i>Tratamientos</i>	<i>% Control</i>	<i>CV %</i>	<i>Costo \$/ha</i>
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + SILWET L 77 1 cc /l	88	12	42,3
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + SURLAQ 1 cc /l	65	11	38,96
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 3 kg /ha + NP-7 1 cc /l	60	0	63,58
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + WK 1 cc /l	45	16	37,64
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + LIMONOIL 1 cc /l	40	0	38,03
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + AGREX F 32,2 1 cc /l	40	0	39,57
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + KAITAR 1 cc /l	35	20	37,53
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + INEX 1 cc /l	35	20	39,02
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + COSMO IN 1 cc /l	35	20	39,04
DIURON 80 WG 2 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 2 kg /ha (TESTIGO)	35	20	49,03
DIURON 80 WG 2 kg /ha + AMETRINA 50 SC 1 l /ha + COSMO IN 1 cc /l	85	8	33,88
DIURON 80 WG 2 kg /ha + AMETRINA 50 SC 1 l /ha + INEX 1 cc /l	78	5	33,86
DIURON 80 WG 2 kg /ha + AMETRINA 50 SC 1 l /ha + WK 1 cc /l	60	24	32,47
DIURON 80 WG 2 kg /ha + AMETRINA 50 SC 1 l /ha + SILWET L 77 1 cc /l	45	16	45,61
DIURON 80 WG 2 kg /ha + AMETRINA 50 SC 1 l /ha + AGREX F 32,2 1 cc /l	40	35	36,08
DIURON 80 WG 2 kg /ha + AMETRINA 50 SC 3 l /ha + LIMONOIL 1 cc /l	35	20	32,87
DIURON 80 WG 2 kg /ha + AMETRINA 50 SC 1 l /ha + NP-7 1 cc /l	35	20	34,3
DIURON 80 WG 2 kg /ha + AMETRINA 50 SC 2 l /ha + (TESTIGO)	35	20	39,9
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + DIURON 80 WG 1 kg /ha + NP-7 1 cc /l	85	8	29,5
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + DIURON 80 WG 1 kg /ha + TRANSPORE 1 cc /l	83	4	35,99
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + DIURON 80 WG 1 kg /ha + LIMONOIL 1 cc /l	75	9	28,07
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + DIURON 80 WG 1 kg /ha + AGREX F 32,2 1 cc /l	75	9	29,62
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + DIURON 80 WG 1 kg /ha + WK 1 cc /l	65	11	27,67
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + DIURON 80 WG 1 kg /ha + SILWET L 77 1 cc /l	60	24	32,34
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + DIURON 80 WG 1 kg /ha + (TESTIGO)	50	28	26,1
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + TRANSPORE 1 cc /l	53	20	42,84
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 1 kg /ha + LIMONOIL 1 cc /l	48	7	29,51
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 2 kg /ha + LIMONOIL cc /l	48	7	42,48
HEXAZINONA 75 WG 0,3 kg /ha + TERBUTRINA 80 WG 2 kg /ha + TRANSPORE 1 cc /l	48	7	52,6
MSMA 72 SL 2 l/ha	98	4	13,22
MSMA 72 SL 2 l/ha + TERBUTREX 80 WG 2,5 kg /ha + SILWET L 77 1 cc /l	93	4	45,41

Tipo de cambio 1 \$ US \$56

3.1.9 EFECTO DE LA INTERACCIÓN DE LA ACIFICACION DEL AGUA CON CINCO COADYUVANTES EN MEZCLA DE HERBICIDAS PARA CONTROLAR ARVENSES EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR EN TURRIALBA, CARTAGO.

El alto incremento verificado en los precios de los herbicidas utilizados para realizar el control de las malezas en las plantaciones de caña de azúcar, obliga a buscar alternativas comerciales convenientes que permitan reducir las dosis de las mezclas empleadas, sin perder por ello efectividad en el efecto de las mismas.

Una de esas alternativas consiste en el uso complementario de coadyuvantes, los cuales tienen la particularidad de incrementar la actividad del agua en su acción como solvente y la de los ingredientes activos de los agroquímicos a través de las siguientes propiedades: adherente, dispersante, humectante, antiespumante, emulsificante y penetrante, entre otras. Estas propiedades tan importantes permiten mejorar sustancialmente la actividad y efectividad de un herbicida, desde la fase de preparación de la mezcla hasta su penetración y acción en la planta. Estos aditivos se encuentran algunas veces presentes en unos productos aunque no en otros, variando con ello la calidad del producto final.

Ante la presencia de numerosos productos de esta naturaleza en el comercio, resulta difícil en la actualidad determinar qué tipo de coadyuvante de acuerdo a sus características físico-químicas, precio y compatibilidad con la mezcla de herbicida utilizada, ofrece las mejores ventajas técnicas y económicas.

Económicamente resulta ventajoso mejorar la eficiencia y eficacia de los herbicidas por medio del uso de algún coadyuvante, ya que las cantidades adicionadas de estos productos a la mezcla de agroquímicos son bajas y los precios de las mismas son relativamente poco significativos, por lo que su uso no representa ningún incremento importante en los costos de aplicación.

La teoría señala la ventaja de utilizar un coadyuvante así como también un acondicionador del agua (reductor del pH) en el uso de herbicidas, aunque dada la complejidad de reacciones químicas que ocurren en una mezcla de agroquímicos, surge la inquietud sobre el beneficio real que se pueda obtener con esta práctica, ante la diversa gama de productos y reacciones químicas que ocurren en una aplicación de herbicidas.

Por tal motivo y ante la poca información que existe en relación a este tema, se estableció esta prueba en una región como Turrialba que por sus condiciones de clima favorece la rápida proliferación de malezas y la posible pérdida de los productos herbicidas aplicados, si no se toman algunas medidas preventivas durante su aplicación en el campo.

Los objetivos planteados en este estudio fueron los siguientes:

- 1- Evaluar si la eficiencia técnica de una mezcla de herbicidas se mejora, acondicionando (acidificando) el valor de pH del agua.
- 2- Determinar el efecto de la interacción de un coadyuvante y la acidificación del agua sobre la eficiencia de una mezcla de herbicidas utilizada para el control de las arvenses.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

El estudio se realizó en una Finca del CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE), ubicado en el cantón de Turrialba, provincia de Cartago, a una altitud de 740 msnm. La temperatura media anual del lugar es de 26 °C y su precipitación total anual es de 2.613 msnm.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar en arreglo factorial con 4 repeticiones y 12 tratamientos completamente aleatorizados, para un total de 48 parcelas. La parcela experimental estuvo constituida por 5 surcos de 9 metros de largo cada uno sembrados a una distancia de 1,50 m entre sí, para un área total de 67,5 m², la cual fue evaluada en su totalidad.

La variedad de caña utilizada fue la B77-95 la cual constituye una de las variedades comerciales más cultivadas y con mayor incremento actual en la Región de Turrialba. Para asegurar la aplicación correcta de las dosis correspondientes a cada tratamiento, se procedió a la calibración previa de los aplicadores, los cuales utilizaron bombas de espalda con boquillas 80 02 y reguladores de presión de 40 libras psi.

Se realizó una sola aplicación en el campo con la maleza en estado de post emergencia temprana y con una edad de la caña de 3 meses en ciclo de caña soca. El volumen de aplicación fue de 300 litros/ha.

La acidificación del agua se realizó mediante el uso del producto comercial CQ 250 (2,5%) en forma previa a la preparación de la mezcla; posteriormente se aplicaron los herbicidas y el coadyuvante. El valor de pH del agua antes de efectuar la acidificación fue de 6,0 disminuyendo y ajustándose finalmente en 3,5 luego de agregar el acidificante.

La mezcla de herbicidas utilizada fue Terbutrina 50 SC 3 l + Diuron 48 SC 2 l + TRUPER 13 EC 1,5 l/ha, La composición y naturaleza de los tratamientos estudiados se indica en el Cuadro 28, tipificando su composición química o nombre genérico, las dosis utilizadas y su costo.

En el caso del tratamiento que contenía el coadyuvante KENKOL la dosis de herbicidas se redujo en un 25 % por sugerencia del distribuidor, debido a que dicho producto permite

según su criterio la reducción al aumentar complementariamente la eficiencia de los herbicidas empleados en la mezcla.

Cuadro 28.
Tratamientos con su respectivo control y costo en este estudio.

No.	Tratamientos	%	Costo
		Control	\$
1	MEZCLA + WK + Acidificante	85,62	53,96
2	MEZCLA + WK	71,25	53,40
3	MEZCLA + Coadyuvante CPCP + Acidificante	69,75	60,73
4	MEZCLA + Coadyuvante CPCP	81,00	60,17
5	MEZCLA (75% de la Dosis) + KENKOL + Acidificante	61,87	43,00
6	MEZCLA (75% de la Dosis) + KENKOL	65,00	42,45
7	MEZCLA + NP-7 + Acidificante	71,87	53,29
8	MEZCLA + NP-7	75,00	52,17
9	MEZCLA + COSMO IN + Acidificante	69,37	58,64
10	MEZCLA + COSMO IN	71,87	58,08
11	MEZCLA + Acidificante	66,25	52,17
12	MEZCLA (Testigo)	65,62	51,61

Según el análisis de varianza, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas (1%) únicamente entre las repeticiones y entre los diferentes coadyuvantes evaluados, no así en el empleo del acidificante y sus diversas interacciones.

Como se observa en el cuadro 28 y Figura 32 el único tratamiento donde la presencia del acidificante promovió y favoreció un mayor control de las malezas presentes, fue donde se utilizó el WK como coadyuvante con un valor promedio de 85,62% de control, el cual es calificado según la escala adoptada como adecuado y por tanto satisfactorio.

Lo anterior resulta aún más relevante al verificar que su incremento en el costo significa apenas un aumento del 4,5% por hectárea respecto al tratamiento testigo, generando complementariamente un 20% más de efectividad en el control de las malezas, lo que dimensiona su efectividad.

Con la adición del coadyuvante WK posiblemente se favoreció una mayor y más rápida absorción de los herbicidas (mezcla) debido a su acción penetrante, y con ello, un mejor aprovechamiento de la mezcla y acción quemante sobre las arvenses presentes.

Los demás coadyuvantes evaluados mostraron también una importante mejoría en el accionar de los herbicidas sobre el control de malezas, aunque en menor proporción respecto al WK. El porcentaje de control fue en promedio de un 73,4% para el NP-7; un 75,3% para el CPCP Coadyuvante y un 70,6% para el COSMO IN, respectivamente.

Por su parte, en el caso del tratamiento con KENKOL, logró controlar la maleza en un 63,4%, valor similar y muy próximo al verificado por el tratamiento Testigo (con el 100% de la dosis) con un 65,9% del control, lo que resultó económica y ambientalmente muy favorable.

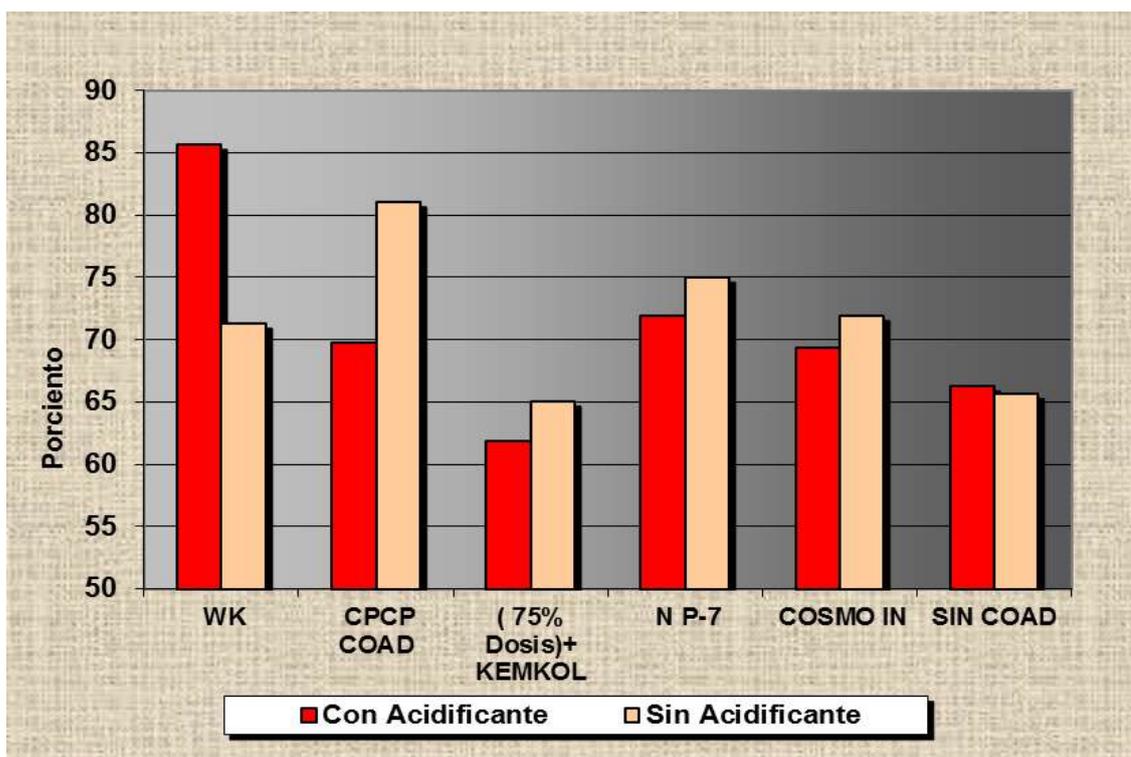


Figura 32. Porcentaje de control de las arvenses presentes al ser tratadas las parcelas del experimento, con los diferentes tratamientos.

El producto acidificante (CQ 250) aplicado no marcó en general ninguna diferencia sobre el efecto de control de las malezas como se observa entre los Tratamientos No 11 y 12. La acidificación complementada con la presencia del coadyuvante fue por el contrario, más bien contraproducente para el control eficiente de las malezas, con excepción del Tratamiento No 1 como se mencionó y comentó anteriormente.

Una valoración simple del efecto de acidificar el agua sobre la acción del coadyuvante, revela que sólo en el caso del testigo y el adyuvante WK se alcanzó un mejoramiento de la acción de control de las malezas.

La acidificación del agua es indudablemente una práctica muy importante debido a que a valores de pH bajos muchos agroquímicos mejoran su solubilidad y estabilidad del ingrediente activo; sin embargo, existen algunas excepciones a la regla. En el presente caso

la mezcla de herbicidas utilizada y lo bajo del pH del agua empleada (pH 6,0) pudo favorecer los resultados poco convincentes obtenidos en el estudio.

3.2 ESTUDIO DE LA INTERACCION DE DIFERENTES HERBICIDAS Y ADYUVANTES PARA EL CONTROL DE *Rottboellia cochinchinensis* EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

Los coadyuvantes son compuestos químicos que se adicionan a los herbicidas y sus mezclas con la finalidad de mejorar su efectividad, al servir de intermediario o de enlace entre el herbicida, el agua, y las estructuras de la planta.

Los coadyuvantes agregados a la disolución de los herbicidas con el agua, vienen a fortalecer la solubilidad de los mismos, la compatibilidad y sobre todo la dispersión y penetración en las plantas asperjadas, venciendo barreras químicas, físicas y ambientales, hasta alcanzar en el menor tiempo posible los puntos de acción o sumideros.

En el mercado de los agroquímicos existen una gran 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 un herbicida.

A pesar del gran desarrollo alcanzado en este campo y la gran disponibilidad de productos, el conocimiento sobre su uso apropiado es escaso, lo que ha dificultado en muchos casos obtener de ellos su mayor beneficio.

En la formulación de los herbicidas y coadyuvantes los fabricantes emplean diversos productos químicos llamados tensoactivos, los cuales también son utilizados en la fabricación de muchos productos industriales utilizados en la fabricación de pinturas, productos de limpieza y alimentación.

De acuerdo a las características químicas de los tensoactivos, se dispone entre ellos de cosolventes (agentes de enlace), agentes estabilizantes (emulsificantes, dispersantes), agentes mojantes, dispersantes, penetrantes, agentes formadores de depósito, agentes higroscópicos, activadores o sinergistas y detergentes. Por lo tanto estos productos pueden presentar varias de estas funciones, pero resaltando alguna en especial, por ejemplo la acción penetrante indicada por un coadyuvante en particular, es inducida en mayor capacidad por algunos tensoactivos, la acción antiespumante por otros, por este motivo los fabricantes de coadyuvantes utilizan mezclas de tensoactivos para ofrecer en su producto comercial ambas características o propiedades.

Esta diversidad de productos químicos en mezcla y aplicados a las plantas que contienen en su metabolismo otra diversidad de sustancias activas, pueden provocar reacciones metabólicas (sinérgicas o antagónicas) que culminaran posiblemente en un control eficiente o ineficiente de las arvenses.

Por este motivo no se debe generalizar el uso de un mismo coadyuvante para todos los herbicidas y sus mezclas, debe haber especificidad y para lograrla se debe conocer el aporte de cada uno de los coadyuvantes existentes en el mercado con el fin de seleccionar los más adecuados.

Ante la falta de información en este sentido y consecuentemente en la búsqueda permanente de ofrecer a los productores las mejores alternativas técnico económicas en el control de las arvenses, se planteó como objetivo en esta investigación, determinar la existencia de sinergismos y antagonismos entre los coadyuvantes y los herbicidas post emergentes utilizados en el control de *Rottboellia cochinchinensis*.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se seleccionaron un total de 33 coadyuvantes disponibles en el mercado, entre ellos algunos productos que por sus características podrían favorecer el accionar de los herbicidas. Dichos productos se agregaron individualmente a cuatro herbicidas utilizados en el control post emergente de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*, la cual se sembró en cajas plásticas (micro parcelas de 0,27m²) en condiciones de invernadero.

En cada micro parcela se sembró por semilla un total de 25 plantas y previo a la floración se asperjaron con cada tratamiento, utilizando asperjador mecánico equipado con una boquilla 8002 con una capacidad de descarga equivalente a 480 litros de agua por hectárea.

Los herbicidas utilizados 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 l / ha). Las dosis de dichos herbicidas como se observa fueron reducidas se acuerdo a las dosis utilizadas en mezcla, con excepción de la Ametrina, esto con el objetivo de permitir una clara y evidente manifestación de las diferencias mostradas por los distintos adyuvantes.

La dosis de los coadyuvantes fue de 1ml / litro de agua (0,1 %) y se agregaron después de la preparación de la mezcla con excepción del coadyuvante Kemkol, el cual por recomendación del fabricante se agregó antes de adicionar los herbicidas, utilizando la dosis de 60 ml /ha.

Las evaluaciones se realizaron a los 21 días después de la aplicación y se contabilizaron las plantas presentes antes de la aspersión y las plantas muertas (secas), con estos valores se obtuvo el porcentaje de plantas muertas en cada tratamiento. Con base en la diferencia

entre el porcentaje de control del tratamiento testigo (herbicida sin coadyuvante) y el porcentaje de cada tratamiento con coadyuvante se logró el porcentaje del control de las plantas. (Cuadro 30).

Los adyuvantes utilizados en esta prueba se presentan con su nombre comercial y cuya composición y características se puede observar en los Cuadros 29A y 29B en este documento. La gran mayoría de los coadyuvantes como se observa en dicho cuadro, presentan múltiples funciones que le permiten ejercer un mayor y mejor efecto ante cualquier molécula de herbicida utilizada por el productor. Sin embargo la información sobre los tensoactivos que componen el producto en algunos casos es poca y ausente por completo lo que impide de alguna forma agrupar y verificar si el accionar de algunos concuerda con el accionar de otros.

Con los resultados del porcentaje de control de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* en cada herbicida, se sumaron dichos porcentajes para los herbicidas que componen las diferentes mezclas recomendadas y aplicadas en la caña de azúcar. Se eligió como criterio básico que aquellos coadyuvantes que en la mezcla superaron el 101 % de efectividad se seleccionaron como los mejores productos o coadyuvantes para dicha mezcla de herbicidas.

Debe quedar claro que los resultados obtenidos en el control de las malezas en este estudio, obedecieron a la influencia de condiciones ambientales, químicas y biológicas del entorno donde se realizó esta investigación.



Figura 33. Plantas de *R.cochinchinensis* aplicadas con los diferentes tratamientos de herbicidas y coadyuvantes en Invernadero.

El resultado de las evaluaciones correspondientes al porcentaje de plantas muertas por cada tratamiento, se presentan en el Cuadro 30, donde se observan los valores obtenidos para cada herbicida y coadyuvante, y a la vez su respectiva diferencia respecto al testigo (herbicida sin coadyuvante).

En algunos casos los valores son negativos, lo que significa que el porcentaje de control ejercido fue inferior en ese porcentaje respecto al tratamiento testigo sin coadyuvante, presencia posiblemente de un antagonismo.

Con la información del Cuadro 30, se sumaron los porcentajes de control de cada tratamiento y se seleccionaron aquellos coadyuvantes que en ambos herbicidas utilizados como mezcla presentaron valores de totales superiores al 101 %. A continuación se presentan las mezclas más recomendadas y posteriormente los coadyuvantes que presentaron mayor efectividad.



Cuadro 29 A.
**Características de los coadyuvantes comerciales evaluados tomadas de la información
 contenida en las etiquetas.**

Distribuidor o Fabricante	Nombre comercial	Clasificación	Composición
Bayer	NP7	Emulcificante, Adherente, Humectante y Penetrante	Nonilfenol poliglicol eter
DOW	KAITAR ACT SL	Emulsificante, Humectante, Antiespumante	Acido dodecilsulfonico Octifenoxietoxilado Isopropanol, silicona fosfatos sodio y potasio Hidroxido sodio
BAYER	ADHERENTE 810 SL	Emulcificante, Adherente, Penetrante, Humectante	Nonil phenoltoxilate
FARMAGRO	EXIT 100 EC	Coadyuvante Activador	Poly metileno poly oxi propileno Poly oxitileno ethil alkilamina
AGRO COSTA	LIMONOIL 15 % SL	Surfactante, Penetrante, Solvente	Petroleum oil
COSMOCEL	INEX 27,65 % L	Penetrante	Eter de polietilenglicol Glicol con oxido de etileno Dimetil polisiloxano
CRISTAL CHEM	LI 700	Acidificante, Surfactante, Penetrante,	Fosfatidilcolina Acido metilacetico Aquil polioxi etileno eter
AGRICOLA PISCIS	AGREX F 32,2 SL	Penetrante, Adherente, Dispersante, Humectante, Antiespumante	Nonil fenol Polioxi etileno, Diatil sulfo Succinato
AGRICOLA PISCIS	AGREX ABC 50 SL	Acidificante, Dispersante, Humectante, Penetrante	Diatil sulfo succinato Acidificante orgánico
AGRICOLA PISCIS	BB5 78 SL	Dispersante, Humectante, Penetrante, Antiespumante, Acidificante.	ácido ortofosfórico
FEDECOOP	NUFILM 17,96 % L	Adher, disper, Humect, Extendedor	Pinolene
QUIMA -EUROSEMILLAS	SURFACID COAD	Acidificante, Dispersante, Adherente, Humectante, Emulcificante, Penetrante, Adherente, Antiespumante	Alcohol tridecilico polioxi etileno, acido fosfórico
ECOGREEN	INDAGRO H	Dispersante, Penetrante	Alquil aril Sulfonato, Polietoxilato, sales sodicas, cloruro sodio

Cuadro 29 B.
**Características de los coadyuvantes comerciales evaluados, tomadas de la información
 contenida en las etiquetas.**

Distribuidor o Fabricante	Nombre comercial	Clasificación	Composición
COSMOAGRO	COSMO FLUX 411 F	Coadyuvante Estereoespecifico	Alcohol etoxilado Aril etoxilado Isoparafinas líquidas
COSMOAGRO	COSMO IN D 27 SL	Penetrante, Surfactante, Antiespumante,	Alcohol etoxilado Polyoxiethylene alquil ether
AGROSUPERIOR	WK 85 SL	Penetrante, Humectante	Monoxinol
LAQUINSA	SURLAQ 25 %	Humectante, Penetrante.	Alquil aril polietoxilatos Alquil sulfosuccinato Oxido polalquil hetome trisilosano
STOLLER	CARRIER EC	Microencapsulador, Potenciador	Aceite vegetal
COLONO	SILWETT L77	Organo siliconado	Polialquileóxido Heptamethyltrisilosano
COLONO	TRANSPORE 30,4 SL	Penetrante, Humectante, Dispersante	Nonil fenol polietoxilado, Glicoles
AGRICOLA PISCIS	AGREX RP 25,7 SL	Humectante, Penetrante y Dispersante	Agentes tensoactivos, diluyentes y acondicionadores
MILLER	SUSTAIN 100 L	Adherente, Dispersante, Protector	D-1-p menteno 96 % (Pinolene)
AGRIAL	SINER VEGETAL OIL 93 EC	Humectante y Penetrante,	Aceite de soya
EXENOS	PROTEXTIL 50 SL	Surfactante	Nonil fenol etoxilado,
EL COLONO	AGRIFUL	Fertilizante	Acidos fúlvicos
SAGAL	DAP PLUS 70 SL	Dispersante, Penetrante, Antiespumante	Polialcoholes y Glicoles
ECOINSUMOS	SURCO COADYUVANTE SC	Dispersante, Penetrante, Antiespumante	Eter de polietilenglicol, Glicol con óxido de etileno, Dimetil polisiloxano
BASF	BREAK THRU 100SL	Humectante, Dispersante, Penetrante	Copolimero polyetileno
ECOGREEN	INDAGRO ACIDOS HUMICOS 15 % L	Fertilizante	Acidos húmicos y fúlvicos
SAGAL	DREXEL PAS 80	Penetrante, Surfactante, Acidificante	Fosfato dicolina, acidometilacetico, Eterakil polietileno
BIO CONTROL	KEMKOL 99 EC	Organo Siliconado	Aceite de soya, tensoactivos
SAGAL	SAGAFILM	Adherente y Dispersante	Mezcla de resinas acrílicas
SUPLIDORA VERDE	COUPLEX 46,5 L	Compatibilizador	Acido carboxilico orgánico
SUPLIDORA VERDE	AMINOFEED UV	Fertilizante Foliar	Proteinas, aminoácidos y carbohidratos

Cuadro 30.
Diferencia porcentual respecto al testigo en el control de *R cochinchinensis* aplicada con los diferentes coadyuvantes en cada herbicida.

#	Coadyuvantes	% control <i>Rottboelia cochinchinensis</i> por cada herbicida			
		diuron 80 WG 1 kg / ha	ametrina 50 SC 3 l /ha	hexazinona 75 WG 0,125 kg/ha	terbutrina 80 WG 1,5 kg/ha
1	TESTIGO	0	0	0	0
2	COSMO IN D 27 SL	60	-36	-33	-4
3	WK 85 % SL	61	16	-33	42
4	AGREX RP 25,7 SL	47	11	24	80
5	SURLAQ 25 %	15	-29	-33	-4
6	KAITAR ACT 26 SL	-18	-27	67	48
7	NP7	75	-41	-33	8
8	INEX 27,65 % L	0	-35	-33	21
9	SUSTAIN 100 L	20	10	35	31
10	COSMO FLUX 411 F	5	42	-28	0
11	AGREX F 32,2 SL	50	-25	-33	24
12	LIMONOIL 15 SL	46	-33	-33	87
13	TRANSPORE 30,4 SL	-21	32	67	18
14	AGREX ABC 50 SL	39	nd	nd	nd
15	SILWET L 77 100 SL	46	-28	-33	96
16	SINER VEGETAL OIL 93 EC	4	47	0	21
17	SURFACID COAD	48	35	41	53
18	PROTEXTIL 50 SL	82	44	71	0
19	AGRIFUL	12	0	0	74
20	EXIT 100 EC	24	71	0	100
21	INDAGRO H	20	26	0	36
22	DAP PLUS 70 SL	24	69	10	70
23	ADHERENTE 810 SL	95	75	10	61
24	SURCO COADYUVANTE CS	24	91	21	23
25	LI 700	15	35	16	32
26	BREAK THRU 100 SL	24	31	0	0
27	INDAGRO ACIDOS HUMICOS 15 % L	96	0	0	100
28	DREXEL PAS 80	92	0	0	74
29	KEMKOL 99 EC	0	100	56	100
30	SAGAFILM	28	56	-28	0
31	BB 5 78 SL	5	33	46	91
32	COUPLEX	0	6	5	0
33	AMINOFEEED UV	0	0	10	18
34	CARRIER EC	11	67	4	6

Herbicida Diuron

Este es un herbicida sistémico principalmente de acción pre y post emergencia temprana y pertenece al grupo de las ureas sustituidas. Actúa como un inhibidor de la fotosíntesis,

interrumpiendo la reacción de Hill sobre malezas de hoja ancha y algunas gramíneas. La dosis mínima recomendada en mezcla es de 1,6 kg i.a /ha.

Herbicida Terbutrina

Este herbicida pertenece al grupo de las triazinas y actúa principalmente en pre y post emergencia temprana; como todas las triazinas inhibe el proceso de la fotosíntesis sin impedir la germinación ni la emergencia de las plántulas de malezas. Presenta un bajo índice de lixiviación y fuerte adsorción en el suelo lo que permite su permanencia en la capa superficial. Se recomienda su aplicación en post emergencia y en mezcla con una dosis mínima de 1,6 kg de i.a /ha.

Herbicida Ametrina

Herbicida triazinico sistémico y pre y post emergente que actúa por absorción foliar y radicular. Se recomienda para el control selectivo de malezas en post temprana (de menos de 15 cm), con suficiente humedad del suelo y en dosis de 1,5 kg i.a /ha. Controla eficazmente malezas anuales principalmente gramíneas y algunas dicotiledóneas.

Herbicida Hexazinona

Es un herbicida sistémico y de acción pre emergente de alta residualidad. Controla malezas de hoja ancha y sobre todo en gramíneas de amplio espectro. Las dosis recomendadas es de 0,225 kg a 0,375 kg de ia /ha, en mezcla con otros herbicidas y como pre emergente se debe aplicar en dosis de 0,6 kg ia /ha.

Mezclas de herbicidas

Para obtener un control efectivo de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar se acostumbra la utilización de mezclas y con ello ampliar el rango de acción. Con base en los resultados obtenidos, se seleccionaron los coadyuvantes que mejor desempeño tuvieron con cada herbicida de la mezcla recomendada, a continuación se presentaran los coadyuvantes más apropiados para cada una de dichas mezclas.

DIURON - TERBUTRINA

Esta mezcla es una de las más utilizadas por los productores en general y presenta un grado intermedio en su poder graminicida. En el siguiente Cuadro 31 se presentan los coadyuvantes que mayor control ejercieron con cada herbicida y con base de la suma total se presentan de mayor a menor control ejercido por esta mezcla.

De un total de 33 coadyuvantes evaluados un 27 % fueron los más efectivos sobresaliendo en este caso Indagro ácidos húmicos, el cual no es un coadyuvante como tal, sin embargo por referencias los ácidos húmicos y fúlvicos presentes en este producto favorecen la penetración y transporte de ambos herbicidas, logrando un mayor efecto de los mismos, como se evidencio en este tratamiento. Estos resultados revelan las mejores alternativas de coadyuvantes para ser adicionados a esta mezcla en particular.

Cuadro 31.
Control de *R cochinchinensis* ejercido por la mezcla de diuron + terbutrina y los coadyuvantes más efectivos.

Coadyuvantes	Porcentaje Control		
	diuron	terbutrina	Total
INDAGRO ACIDOS HUMICOS	96	100	196
DREXEL PAS 80	92	74	166
ADHERENTE 810	95	61	156
L 77	46	96	142
LIMONOIL	46	87	133
AGREX RP	47	80	127
EXIT 100 EC	24	100	124
WK	61	42	103
SURFACID	48	53	101

DIURON - AMETRINA

El herbicida ametrina por si solo es poco efectivo en controlar *R cochinchinensis*, sin embargo por experiencias de campo al combinarse con diuron se ha observado un alto grado de sinergismo entre ambos herbicidas; no obstante su capacidad gramínicida es inferior a la mezcla de diuron + terbutrina por lo que se recomienda su aplicación en una post temprana y en aquellos lotes infestado con bajas densidades de *Rottboellia*. Los mejores coadyuvantes para esta mezcla se presentan en el Cuadro 32 y como se observa únicamente un 9 % de los coadyuvantes evaluados superaron el 101 % en el total para esta mezcla, donde destacó el coadyuvante Adherente 810.

Cuadro 32.
Control de *R cochinchinensis* ejercido por la mezcla de diuron + ametrina y los coadyuvantes más efectivos.

Coadyuvantes	Porcentaje Control		
	diuron	ametrina	Total
ADHERENTE 810	95	75	170
PROTEXTIL	82	44	126
SURCO COADYUVANTE	24	91	115

DIURON - HEXAZINONA

Esta mezcla presenta una alta capacidad de controlar gramíneas y otras malezas comunes en la caña de azúcar, no obstante y a pesar de dicha capacidad solamente dos coadyuvantes lograron superar el 101 % en el control total de *Rottboellia cochinchinensis*. Esta limitada respuesta tiene su explicación en el sentido de que como se observa en el Cuadro 30 son pocos los coadyuvantes que responden positivamente con el herbicida Hexazinona.

Cuadro 33.
Control de *R cochinchinensis* ejercido por la mezcla de diuron + hexazinona y los coadyuvantes más efectivos.

Coadyuvantes	Porcentaje Control		
	Diuron	Hexazinona	Total
PROTEXTIL	82	71	153
ADHERENTE 810	95	10	105

TERBUTRINA – AMETRINA

Esta mezcla es poca utilizada y recomendada en el cultivo de la caña de azúcar por pertenecer ambos herbicidas a la familia de las triazinas y por su escasa efectividad observada en el control de las malezas en general. Sin embargo algunos productores la han utilizado agregando altas dosis de ambos herbicidas, incrementando su costo significativamente. De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, pareciera que la clave del éxito en la aplicación de esta mezcla consiste en agregar el coadyuvante adecuado como los es en este caso Kemkol, el cual sumo el 200 % en el control total de *R cochinchinensis*, seguido también por otros coadyuvantes que ejercieron un buen control de dicha maleza como se observa en el siguiente Cuadro 34.

Cuadro 34.
Control de *R cochinchinensis* ejercido por la mezcla de terbutrina + ametrina y los coadyuvantes más efectivos.

Coadyuvantes	Porcentaje Control		
	terbutrina	ametrina	Total
KENKOL (60 cc/ha)	100	100	200
EXIT 100 EC	100	71	171
DAP PLUS 70 SL	70	69	139
ADHERENTE 810	61	75	136
BB 5	91	33	124
SURCO COADYUVANTE	23	91	114
INDAGRO ACIDOS HUMICOS	100	0	100
AGREX RP	80	11	91
SURFACID	53	35	88

De esta investigación se deduce lo siguiente:

El uso de los coadyuvantes adecuados para cada herbicida y sus mezclas en las aplicaciones es fundamental para lograr en ellos un efectivo y económico control de las malezas.

Los fabricantes de herbicidas incorporan en la formulación de los herbicidas diversos tensoactivos que les aseguren en su producto un buen desempeño mediante estabilidad, homogeneidad, dispersión, y penetración entre otras cualidades.

Quedó demostrado que con la adición de un coadyuvante adecuado en la mezcla (agua – herbicida), puede aumentar en forma significativa el control de las malezas, aun en bajas dosis de los herbicidas, reduciendo con ello los costos de la aplicación, y protegiendo el medio ambiente al reducirse la cantidad de plaguicidas aplicado en los campos de cultivo.

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.

También es evidente de que en algunos casos la mayoría de estos productos responden en mayor magnitud a los efectos esperados de la combinación herbicida- adyuvante, tal es el caso del herbicida Diuron, donde aproximadamente el 75 % de los coadyuvantes respondieron satisfactoriamente, no obstante en otros herbicidas fueron pocos los adyuvantes que respondieron positivamente y por el contrario hubo una tendencia de neutralizar su accionar, tal es el caso del herbicida Hexazinona, al cual solamente un 23 % de los adyuvantes respondieron satisfactoriamente.

Para finalizar, 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.

3.3 CAMBIOS DE pH PROVOCADOS POR DIFERENTES COADYUVANTES EN MEZCLA CON LOS HERBICIDAS UTILIZADOS EN LA CAÑA DE AZUCAR.

Todos los herbicidas de carácter iónico contienen una pka, la cual indica al pH en el cual el herbicida que es un ácido débil se encuentra disociado en un 50 % como sal y un 50 % en su forma molecular (ácido). Esta relación es importante porque la mayoría de los herbicidas es en su forma molecular como hacen daño a las plantas, por lo tanto si el pH del medio se modifica en contra del valor de la Pka es posible tener en la solución más o menos herbicida en su forma molecular y con ello disminuir su eficacia en el control de las malezas que se quieren combatir.

Los adyuvantes indiscutiblemente son importantes para mejorar la eficiencia de los herbicidas sin embargo se desconoce los cambios de pH que provocan las mezclas, por tal motivo se realizó este estudio de laboratorio y cuyo objetivo fue verificar los cambios de pH provocados por diferentes coadyuvantes recomendados para cada una de las mezclas utilizadas para el cultivo.

Se midió primero el pH correspondientes del agua y sucesivamente se fueron midiendo los cambios al agregar cada herbicida que conformaría la mezcla y por último se le agrego el coadyuvante y su pH final de la mezcla.

En el cuadro 34 se presenta los resultados obtenidos de los cambios de las mezclas paso a paso y en general se encontró que la mayoría de los herbicidas incrementaron el pH del agua por lo que se deben considerar más como bases débiles que ácidos débiles. Por el contrario el 2,4-D y MSMA disminuyeron el pH, y de igual forma, los coadyuvantes incrementaron levemente el pH de la solución excepto el adyuvante WK el cual tendió a disminuir el pH como se observa en la mezcla Diurón + Terbutrina + 2,4-D.

El herbicida más alcalino resulto ser Terbutrina y el más ácido MSMA como se observa en dicho cuadro, Sin embargo en general los pH final de las mezclas no se modifican en forma significativa ya que se da un efecto compensatorio al utilizar en las mezclas productos de tendencia alcalina y ácida en forma simultánea en cada mezcla.



Cuadro 35.
Modificación del pH de la solución en mezcla de los herbicidas y coadyuvantes.

Mezclas de herbicidas y coadyuvantes	pH agua	pH mezcla
1. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 2 l/ha + 2,4-D 2 l/ha + 1,77 l ml/l		
Agua + L 77	7,04	7,07
Agua + Diurón	6,94	7,03
Agua + Ametrina	6,85	6,93
Agua + 2,4-D	6,85	6,59
Agua + Diurón + Ametrina	6,46	6,88
Agua + Diurón + Ametrina + 2,4-D	6,43	6,59
Agua + Diurón + Ametrina + 2,4-D + L 77	6,43	6,44
2. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 2 l/ha + 2,4-D 2 l/ha + Cosmoin 1 ml/l		
Agua + Cosmo in	6,72	6,8
Agua + Diuron + Ametrina + 2,4-D + Cosmo in	6,72	6,56
3. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + Transpore 1 ml/l		
Agua + Transpore	6,41	6,68
Agua + Diurón + Ametrina + 2,4-D + Transpore	6,41	6,51
4. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + NP7 1 ml/l		
Agua + NP 7	6,54	6,68
Agua + Terbutrina	6,60	7,93
Agua + Diurón + Terbutrina	7,11	7,96
Agua + Diurón + Terbutrina + 2,4-D	7,11	7,07
Agua + Diurón + Terbutrina + 2,4-D + NP7	6,54	7,09
5. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + Limonoil ml/l		
Agua + Limonoil	6,47	6,72
Agua + Diuron + Terbutrina + 2,4-D + Limonoil	6,66	7,88
6. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + WK 1 ml/l		
Agua + WK	7,00	6,96
Agua + Diurón + Terbutrina + 2,4 + WK	7,00	7,19
7. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D l/ha + L 77 1 ml/l		
Agua + Hexazinona	6,84	6,98
Agua + Hexazinona + Terbutrina	6,84	8,02
Agua + Hexazinona + Terbutrina + 2,4-D	6,84	7,00
Agua + Hexazinona + Terbutrina + 2,4-D + L 77	6,84	6,99
8. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + Transpore 1 ml/l		
Agua + Hexazinona + Terbutrina + 2,4-D + Transpore	6,74	7,06
9. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Diurón 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + Cosmoin 1 ml/l		
Agua + Hexazinona + Diurón	6,80	7,00
Agua + Hexazinona + Diurón + 2,4-D	6,80	6,61
Agua + Hexazinona + Diurón + 2,4-D + Cosmoin	6,80	6,54
10. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Diurón 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + WK 1 cc/L		
Agua + Hexazinona + Diurón + 2,4-D + WK	6,47	6,50
11. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + MSMA 72 SL 3 l/ha + 2,4 d 2 l/ha		
Agua + MSMA	6,44	5,82
Agua + Hexazinona + MSMA	6,44	5,82
Agua + Hexazinona + MSMA + 2,4-D	6,44	5,56
12. Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 3 l/ha + 2,4-D 2 l/ha		
Agua + Terbutrina	7,00	7,54
Agua + Terbutrina + Ametrina	7,00	7,86
Agua + Terbutrina + Ametrina + 2,4-D	7,00	7,29
13. Pendimentalina 50 EC l/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha		
Agua + Pendimentalina	7,00	6,92
Agua + Pendimentalina + Ametrina	7,00	7,84
Agua + Pendimentalina + Terbutrina + 2,4-D	7,00	7,13
14. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Ametrina 50 SC 3 l/ha + 2,4-D 2 l/ha		
Agua + Hexazinona	6,81	6,75
Agua + Hexazinona + Ametrina	6,81	6,73
Agua + Hexazinona + Ametrina + 2,4-D	6,81	6,59

3.4 EVALUACION PRELIMINAR DE 4 PRODUCTOS RECOMENDADOS COMO ATENUANTES DE LA FITOTOXICIDAD DEL HERBICIDA MSMA EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

Después de la cosecha de la caña de azúcar en la época seca se presenta una alta nacencia de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*, la cual posteriormente con la caída de algunos aguaceros aislados se desarrolla rápidamente invadiendo las plantaciones de caña en pleno desarrollo, limitando su normal crecimiento y asperjando una gran cantidad de semilla sobre los campos cultivados.

Con aplicaciones del herbicida Pendimetalina como pre emergente se ha logrado impedir la nacencia de esta maleza manteniéndose los campos libre de la misma, sin embargo este herbicida carece de la capacidad de controlar las malezas ya presentes en el campo, por lo que la combinación de un herbicida de contacto como lo es el MSMA, ha dado buen resultado en controlar dicha maleza.

Existe el inconveniente de que la caña de azúcar no presenta selectividad a este gramínicida causándole un síntoma de amarillamiento de las hojas como se observa en la Figura 34 y que tiempo después desaparece pero se desconoce realmente el retraso en el crecimiento del cultivo



Figura 34. Fitotoxicidad generada por el herbicida MSMA en una plantación de caña de azúcar.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Para lograr disminuir el impacto de este herbicida sobre el cultivo se realizó este estudio preliminar y cuyo objetivo fue valorar la capacidad de 4 productos atenuantes del impacto de este herbicida sobre una variedad susceptible en condiciones de invernadero.

Se seleccionaron esquejes de la misma porción central del tallo de la variedad Mex 70-485 para garantizar la misma edad fisiológica y posteriormente se sembraron en cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de ancho y 25 cm de alto, las cuales, después de ser llenadas de tierra y compactadas fueron sembradas utilizando 2 esquejes de tres internudos por caja.

Cuadro 36.
Características de los productos evaluados en este estudio.

Productos	Característica	Composición
MELAZA (10 gr / l)	Subproducto azúcar	Azúcares simples y ceniza
ZILARGON (2 l / ha)	Enmienda org. líquida	Ácidos húmicos y micro elementos
MEGAFOL (2 l / ha)	Fertilizante foliar	Aminoácidos y potasio
VINAZA (5 l / ha)	Suprodueto del alcohol	Alto en potasio y otros minerales

La aplicación del herbicida MSMA se realizó con la dosis de 2 l/ha, cantidad superior a la recomendada de 1,5 l /ha, esto con la finalidad de promover aún más la fitotoxicidad del cultivo. Cuando la caña alcanzó la edad de 2 meses aproximadamente, se asperjó con el herbicida en mezcla con el correspondiente producto a evaluar utilizando un a boquilla 80 02 a una presión de 2,66 bar (40 psi) para una descarga de 480 l/ha. La evaluación se realizó un mes después de la aplicación y las variables evaluadas fueron diámetro y altura total de los tallos emergidos.

En las Figuras 35 y 36 correspondientes a la medición del diámetro y altura de los tallos de caña de azúcar aplicados con el herbicida MSMA y cada uno de los atenuantes fitotóxicos, en primer lugar sobresalió el tratamiento con Melaza y posteriormente Zilargon y Megafol en ambas variables, por su parte el tratamiento testigo con herbicida pero sin atenuante presentó el desarrollo más bajo, confirmando con ello que el herbicida MSMA afectó el crecimiento normal del cultivo. Producto de esta prueba se procederá a realizar pruebas de campo para verificar estos resultados.

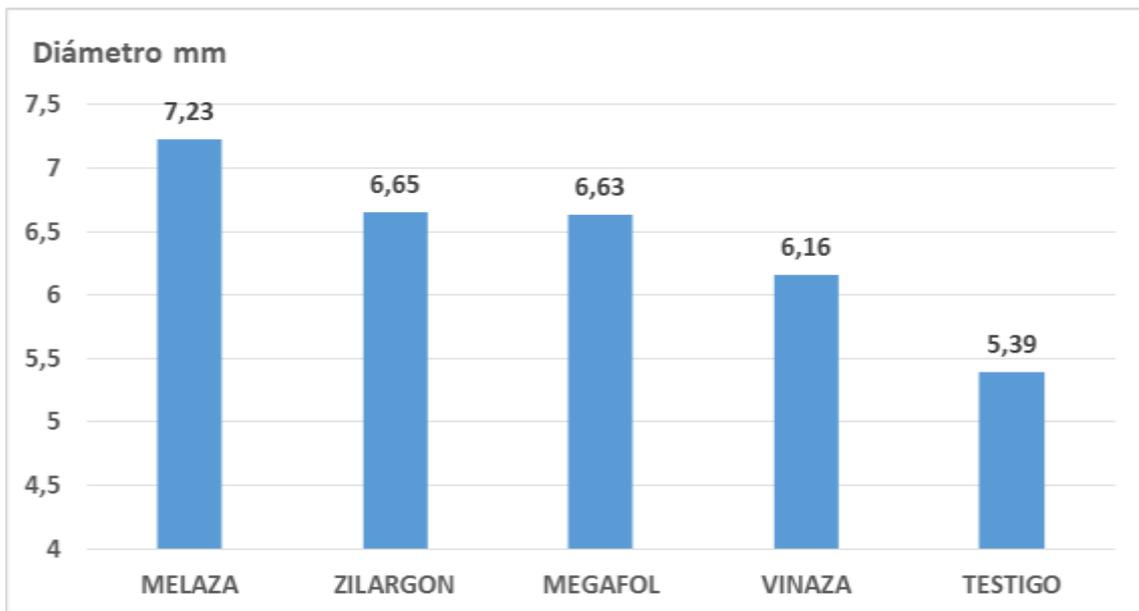


Figura 35. Resultado de la medición del diámetro de las plantas de caña de azúcar aplicadas con la mezcla del herbicida y el producto atenuante de la fitotoxicidad

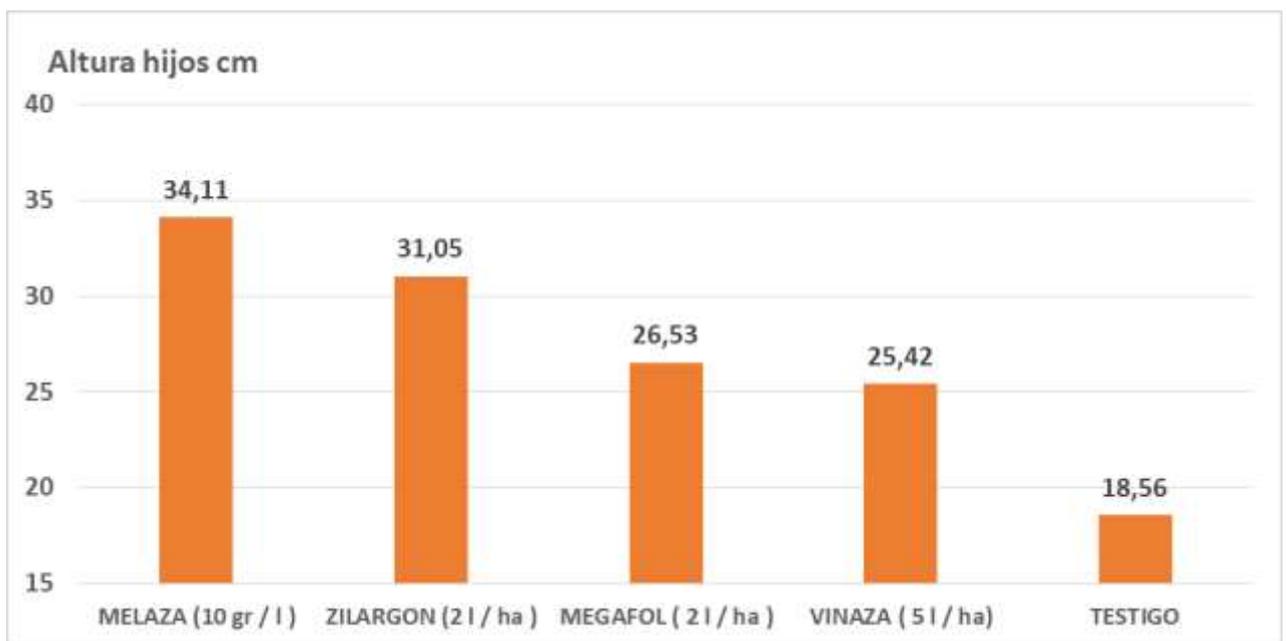


Figura 36. Resultado de la medición de la altura de las plantas de caña de azúcar aplicadas con la mezcla del herbicida y el producto atenuante de la fitotoxicidad

3.5 ESTUDIO DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR A SEIS HERBICIDAS POST EMERGENTES EN LA REGION SUR (TERCERA COSECHA).

Los herbicidas son aplicados al cultivo de la caña de azúcar con la finalidad de protegerlo de las malas hierbas que compiten con él por luz, agua y nutrientes. Sin embargo aunque muchos de ellos son selectivos al cultivo algunas moléculas tienden a afectar seriamente a algunas variedades de caña que presentan susceptibilidad a algunos herbicidas.

La susceptibilidad de una determinada variedad a un herbicida puede manifestarse en síntomas visibles (quema, clorosis, decoloración etc), pero también puede no presentar ningún síntoma y afectar la productividad del cultivo. El lograr tener la variedad idónea, adaptada a las condiciones agroclimáticas del entorno donde se desarrolla la actividad es sumamente difícil por el costo y tiempo que esto representa, por lo que resultaría paradójico tener que cambiar la variedad por el simple hecho que se ve afectada por uno o varios herbicidas . Por tal motivo resulta imprescindible conocer cual o cuales herbicidas afectan a las variedades comerciales de caña que se cultivan en la Región Sur.

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento productivo de las variedades comerciales de la Región Sur con cada uno de los herbicidas que componen las principales mezclas de esta Región.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

El ensayo se estableció en finca “*El Porvenir*” en San Pedro de Pérez Zeledón y las variedades seleccionadas fueron : LAICA 03-805, Q-96, B 89-1351 y LAICA 04-825 y los herbicidas evaluados fueron Diuron 80 WG (4 kg/ha), Ametrina 50 SC (6 kg/ha), Terbutrina 80 WG (4 kg/ha), Hexazinona 75 WP (0,6 kg/ ha), MSMA 72 SL (2 l/ha) Triclopir (1 l/ha) y un tratamiento testigo sin aplicación, a partir de esta segunda soca se realizó un cambio en los tratamientos, aplicándose en vez de herbicidas individuales mezclas como las indicadas en el Cuadro 37. En este cuadro se observa como las parcelas tratadas con los herbicidas individuales, fueron sustituidas por las mezclas indicadas en este cuadro. El diseño utilizado se mantiene en bloques completos al azar con tres repeticiones.

Las variedades se sembraron en parcelas de 5 surcos de 5 metros y cada uno de las mezclas se aplicaron con bomba de espalda, utilizando una boquilla AI 110 03 para una descarga de 460

l/ha, dirigiendo la aplicación al follaje de la caña cuando esta tenía aproximadamente 2 – 3 meses de edad posterior a la cosecha.

En el análisis de varianza a las variables productivas de la tercera cosecha se presentaron diferencias significativas en todas las variables agroindustriales al igual que en la cosecha anterior. Respecto a los herbicidas aplicados no se presentaron diferencias significativas ni en las interacciones con las variedades en ninguna de las variables agroindustriales.

Cuadro 37.
Mezclas de herbicidas aplicados a las diferentes parcelas del ensayo.

tratamientos	Mezcla de Herbicidas y dosis /ha
1	Hexazinona 75 WG 0,5 kg+ MSMA 72 SI 1 l
2	Hexazinona 75 WG 0,5 kg+ Diuron 80 WG 2 kg + Triclopir 48 EC 0,5 l + WK 1 ml / l
3	Hexazinona 75 WG 0,5 kg+ Diuron 80 WG 2 kg + 2,4-D 2l + WK 1 ml / l
4	Diuron 80 WG 2 kg +Terbutrina 80 WG 2 kg +Triclopir 48 EC 0,5 l + WK 1 ml / l
5	Diuron 80 WG 2 kg +Terbutrina 80 WG 2 kg +2,4- D 2 l + WK 1 ml / l
6	Diuron 80 WG 2 kg +Ametrina 50 SC 3 l +Triclopir 48 EC 0,5 l +Cosmo In 1 ml / l

Como se observa en el Cuadro 38, y Figura 38 la mezcla que más afecto a todas las variedades fue Diuron + Ametrina + Triclopir con una baja reducción en el tonelaje de caña de un 3,8 %, las demás mezclas no afectaron a las variedades, sobresaliendo por el contrario que se logró un incremento en la producción de caña de hasta un 10% con la mezcla Hexazinona + Diuron + 2,4 –D.

Entre las variedades las más afectadas por las mezclas de herbicidas fue Q-96 con una reducción del 12,22%, las demás variedades prácticamente no fueron afectadas por las mezclas de herbicidas.



Figura 37. Aplicación de las mezclas a las diferentes parcelas del ensayo.

Cuadro 38.

Diferencia porcentual respecto al testigo en las toneladas de caña /ha obtenida con la aplicación de las mezclas de herbicidas a las variedades comerciales en la tercera cosecha en la Región Sur.

t caña / ha	B 8913.51	Lca 03805	Lca 04825	Q 96	Promedio
Diuron + Ametrina + Triclopir	-1,16	10,66	-6,22	-18,49	-3,80
Diuron + Terbutrina + Triclopir	-1,78	16,00	11,56	-16,71	2,27
Hexazinona + Diuron + Triclopir	1,33	11,64	10,85	-14,93	2,22
Hexazinona + MSMA	-0,27	9,33	8,89	-13,16	1,20
Diuron + Terbutrina + 2,4-D	4,71	11,91	1,34	-6,22	2,94
Hexazinona + Diuron + 2,4 - D	15,11	20,80	10,40	-3,82	10,62
Promedio	2,99	13,39	6,14	-12,22	

Con estos resultados preliminares es posible concluir que la variedad Q-96 es muy susceptible a los herbicidas en general por lo que se utilizar la mezcla Hexazinona + Diuron + 2,4-D, la cual fue la que menos impacto productivo le provocó a esta variedad. Contrariamente la variedad menos afectada por los herbicidas fue LAICA 03-805, la cual respondió en forma positiva a todas las mezclas.

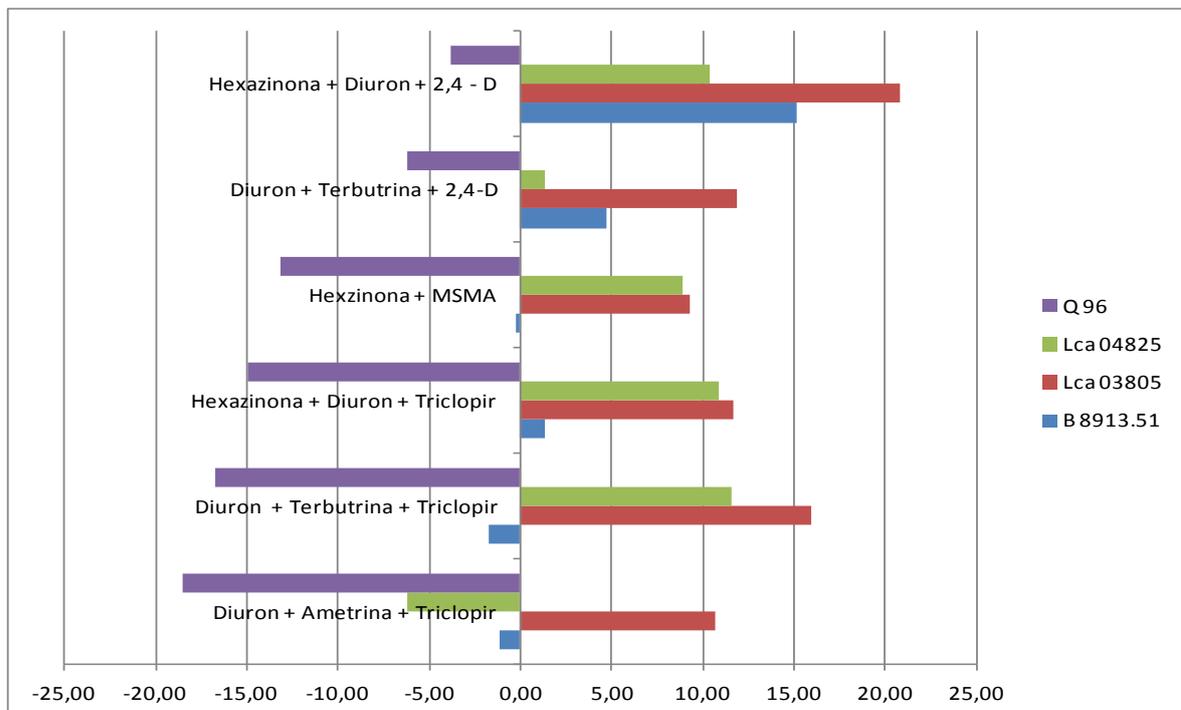


Figura 38. Diferencias porcentual en la producción de caña (t/ha) respecto al testigo provocado por las diferentes mezclas de herbicidas aplicadas al estudio.

3.6 EFECTO DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR A 6 HERBICIDAS POST EMERGENTES EN LA REGION DE GUANACASTE.

Los herbicidas son aplicados al cultivo de la caña de azúcar con la finalidad de protegerlo de las plantas arvenses que compiten con el por luz, agua y nutrientes. Sin embargo aunque muchos de ellos son selectivos al cultivo como buenos gramínicidas que son, tienden a afectar seriamente a algunas variedades de caña que presentan algún grado de susceptibilidad a algunas moléculas de herbicidas.

La susceptibilidad de una determinada variedad a un herbicida puede manifestarse en síntomas visibles (quema, clorosis, coloraciones etc.), pero también puede no presentar ningún síntoma y afectar la productividad del cultivo. Por otra parte es importante contar con la variedad de caña idónea y adaptada a las condiciones agroclimáticas del entorno donde se desarrolla la actividad por lo que resultaría paradójico tener que cambiar la variedad por el simple hecho que se ve afectada por uno o varios herbicidas.

Por tal motivo resulta imprescindible conocer cual o cuales herbicidas afectan y en qué grado a las variedades comerciales de caña de una región cañera. En este caso se estableció un estudio cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento productivo de las variedades comerciales a cada uno de los herbicidas que componen las mezclas de herbicidas más importantes de la región de Guanacaste.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Las variedades seleccionadas para el ensayo fueron : CP 72 1210, NA 56 42, B 74 132 y CP 72 20 86 y los herbicidas evaluados fueron Diurón 80 WG (4 kg / ha) , Ametrina 80 WG (4 kg / ha), Terbutrina 80 WG (4 kg/ha), Hexazinona 75 WP (0.6 kg/ ha), MSMA 72 SL (2 l / ha), 2,4-D 60 SL(4 l / ha) y un tratamiento testigo sin aplicación.

Las variedades se sembraron en parcelas de 4 surcos de 6 metros y cada uno de los herbicidas se aplicaron con bomba de espalda utilizando una boquilla TF 2,5 para una descarga de 555 l / ha, dirigiéndola al follaje de la caña cuando esta tenía aproximadamente 2 – 3 meses de edad. Las dosis de los herbicidas se duplicaron para que se manifieste su fitotoxicidad y se acumule el producto en la planta.

Los resultados de la primera cosecha se presentan en el Cuadro 39 donde se observa que el herbicida que más afecto a todas las variedades fue Diurón con una merma en la producción de más de un 8%, seguido por Hexazinona con 4.92 % y MSMA con un 3.43 %.

El herbicida que menos afecto a las variedades fue Terbutrina con menos de un 1%, sin embargo algunas variedades fueron fuertemente afectadas como ocurrió con el herbicida Diurón y la variedad CP 721210 con una merma en la producción de 20.38 % y el herbicida 2,4-D y la variedad NA 56 42 el cual le produce una perdida en la producción respecto al testigo de un 23,45 %.

Por otra parte entre las variedades sobresale el hecho de que la variedad CP 72 20 86 no se vio afectada por ninguno de los herbicidas y por el contrario produjeron más que el tratamiento testigo como ocurrió al aplicársele el herbicida 2,4- D con una producción superior a 22%. Como se observa en el cuadro 39 las variedades más afectadas por los herbicidas en general fueron la CP 72-1210 y Na 56-42. Con estos resultados preliminares se espera valorar de igual forma la caña de retoño y finalmente conformar las mezclas para verificar las tendencias productivas de estas variedades.

Cuadro 39.
Producción de caña (% respecto al testigo) en la primera cosecha en la evaluación de la tolerancia de 4 variedades de caña a la aplicación de 6 Herbicidas.

HERBICIDAS	VARIETADES COMERCIALES				Promedio %
	CP 72 1210	NA 56 42	B 74 132	CP 72 2086	
	%TM/Ha	%TM/Ha	%TM/Ha	%TM/Ha	
DIURON 80 WG (4KG/HA)	-20,38	-10,34	-4,29	2,21	-8,20
AMETRINA 80 WG (4KG/HA)	-5,10	-6,21	2,86	1,47	-1,74
TERBUTRINA 80 WG (4KG/HA)	-10,83	-2,07	7,14	2,21	-0,89
HEXAZINONA 75 WP (0,6KG/HA)	-14,01	-9,66	-10,71	14,71	-4,92
MSMA 72 SL(2LT/HA)	-8,92	-10,34	-12,86	18,38	-3,43
2-4-D 60 SL (4LT/HA)	-4,46	-23,45	-5,00	22,79	-2,53
TESTIGO	157	145	140	136	
Promedio %	-9,10	-8,87	-3,27	8,82	



3.7 RESPUESTA DE LA TOLERANCIA DE CUATRO VARIEDADES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR A LA APLICACIÓN DE CINCO MEZCLAS DE HERBICIDAS POST EMERGENTES. CAÑAS GUANACASTE.

Las mezclas de herbicidas aplicadas a la caña de azúcar para el control de las plantas arvenses pueden afectar la producción del cultivo con mayor afectación que los herbicidas individuales al contener estas varios herbicidas. De igual forma que los estudios anteriores, las variedades pueden presentar susceptibilidad a aunque los herbicidas que componen la mezcla no hayan presentado síntomas de susceptibilidad. También podría ocurrir que no se presentes síntomas de fitotoxicidad a pesar de que uno o dos herbicidas de la mezcla afectaran a la variedad en las pruebas individuales. Muchas son las causas que se presenten estas circunstancias y donde el aspecto genético juega un papel preponderante, pero también los sinergismos y antagonismos entre las moléculas de herbicidas que promueven estas diferencias.

Por tal motivo es importante identificar cuales mezclas de herbicidas afectan y en qué grado a las variedades comerciales de caña de una región cañera.

En este caso se estableció un estudio cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento productivo de las variedades comerciales de caña de azúcar a cada uno de los herbicidas que componen las mezclas de herbicidas más importantes de la región de Guanacaste.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Las variedades seleccionadas para el ensayo fueron: RB 86 -7515, NA 85-1602, NA 56-42 y CP 72-2086 y las mezclas aplicadas con sus respectivos adyuvantes y dosis se presentan en el cuadro 40. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en arreglo factorial de 4^5 y se les aplicó la prueba de medias Tukey al 5%. Las variedades se sembraron en parcelas de 4 surcos de 6 metros y cada uno de los herbicidas se aplicaron con bomba de espalda utilizando una boquilla DG 80 03 para una descarga de 357 l/ha, dirigiendo la aplicación al follaje de la caña cuando esta tenía aproximadamente 2 – 3 meses de edad.

En el análisis de varianza aplicado a este estudio, se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades estudiadas en casi todas las variables agroindustriales y donde la variedad NA 85-1602 produjo el mayor rendimiento industrial (kg azúcar/t caña) y a diferencia de la cosecha anterior la mayor producción de caña y azúcar /ha se obtuvo con la variedad CP 72 2086. Entre las mezclas de herbicidas las diferencias no fueron muy marcadas significativamente pero cabe resaltar que la mezcla de los herbicidas Diuron + Ametrina presento una producción de azúcar (t/ha) muy similar al testigo revelando con ello que es una mezcla amigable con el cultivo. Respecto a la interacción entre, las variedades y mezclas de herbicidas en esta cosecha se presentaron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 40.
Mezclas de herbicidas aplicadas a cada variedad evaluada en este ensayo.

Tratamiento	Mezcla	Dosis
1	Diuron 80 WG + Terbutrina 80 WG + 2,4-D 60 SL+ WK	2 kg + 2 kg + 2 l + 1 cc/l
2	Diuron 80 WG + Ametrina 50 SC + 2,4-D 60 SL+ Cosmo in	2 kg + 3 l + 2 l + 1cc/l
3	Diuron 80 WG + Terbutrina 80 WG + flash 7,5 SL+ WK	2 kg + 2 kg + 2 l + 1cc/l
4	Diuron 80 WG + Hexazinona 75 WG + 2,4-D 60 SL+ Cosmo	2 kg + 0,5 kg + 2 l + 1 cc/l
5	Hexazinona 75 WG + MSMA 72 SL + 2,4-D 60 SL	0,5 kg + 1,5 l + 2 l
6	Testigo	

En el Cuadro 41 se exponen las diferencias porcentuales en la producción de caña respecto al tratamiento testigo de cada variedad y a las cuales no se les aplicó ningún tipo de herbicida, también se observó que las mezclas de herbicidas que más afectaron en esta cosecha a todas las variedades fueron las mezclas 5,4 y 3 con una disminución en la producción de caña /ha respecto al testigo de un 15,14 y 12 % respectivamente Por otra parte las variedades más afectadas por todos los herbicidas fueron NA 85-1602 con una disminución promedio de 19,05 % y NA 56-42 con más de un 20 % en la producción de caña.

Una de las mezclas que menos afectaron a las variedades como se menciona fue la compuesta por Diuron + Ametrina, seguida por la mezcla Diuron + Terbutrina .En el Cuadro 42 se presenta el resultado de dos cosechas realizado a este estudio y donde se observa que los resultados son bastantes consistentes entre si sobresaliendo la variedad CP 72- 2086 y RB 86-

7515 como más tolerantes a las mezclas evaluadas en general y se evidencia la susceptibilidad de las variedades NA 56-42 y NA 85-1602.

Cuadro 41.
Diferencias porcentuales respecto a los tratamientos testigos en la producción de caña obtenida por los tratamientos evaluados en este estudio.

HERBICIDAS	VARIETADES COMERCIALES				Promedio %
	RB 86 75 15	NA 85 1642	NA 56 42	CP 72 2086	
	% t/ha	% t/ha	% t/ha	% t/ha	
Mezcla 1	1,31	-5,18	-13,37	-4,64	-5,47
Mezcla 2	5,15	-9,13	-1,28	3,31	-0,49
Mezcla 3	6,28	-14,46	-27,57	-13,87	-12,40
Mezcla 4	-10,01	-10,20	-25,44	-11,44	-14,27
Mezcla 5	-11,17	-19,05	-22,92	-7,01	-15,04
TESTIGO	141,82	138,97	168,18	157,2	
Promedio %	-1,69	-11,60	-18,12	-6,73	

Cuadro 42.
Respuesta porcentual en la producción de caña de las variedades en las 2 cosechas a la aplicación de las mezclas de herbicidas.

Tratamientos	VARIETADES								Promedio
	RB 86 75 15	RB 86 75 15	NA 85 1642	NA 85 1642	NA 56 42	NA 56 42	CP 72 2086	CP 72 2086	
	% t caña /ha								
	1 soca	2 Soca							
Mezcla 1	1,37	1,31	-17,21	-5,18	32,52	-13,37	-14,43	-4,64	-2,46
Mezcla 2	5,95	5,15	-23,86	-9,13	18,77	-1,28	-2,68	3,31	-0,47
Mezcla 3	10,02	6,28	-23,83	-14,46	12,51	-27,57	12,94	-13,87	-4,75
Mezcla 4	-10,50	-10,01	-31,74	-10,20	-0,22	-25,44	-4,09	-11,44	-12,96
Mezcla 5	-10,11	-11,17	-26,40	-19,05	4,94	-22,92	2,13	-7,01	-11,20
Promedio	-0,65	-1,69	-24,61	-11,6	13,7	-18,12	-1,23	-6,73	

3.8 EVALUACION DE 9 HERBICIDAS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE ARVENSES DICOTILEDONEAS EN LA CAÑA DE AZUCAR EN LA REGION SUR.

La investigación en lo relativo al control de arvenses mediante el uso de productos químicos, propiamente en las fincas de los productores bajo condiciones de ambiente y manejo específico, permiten determinar con mayor certeza y representatividad, aquellos herbicidas o mezclas de ellos más efectivas, económicas y de bajo efecto fitotóxico para el cultivo.

Para lograr seleccionar la mezcla adecuada que cumpla con los preceptos anteriores, es necesario considerar aspectos importantes como son la calidad del producto, su formulación, disponibilidad en el mercado, precio al usuario, malezas presentes, tipo de suelo, clima, equipo de aplicación, etc. Por tal motivo y en consideración de las significativas diferencias ambientales existentes entre las regiones cañeras, resulta difícil recomendar una mezcla que cumpla y satisfaga todas las expectativas presentes en dichos ambientes.

La constante incorporación de nuevos productos químicos al mercado, obliga a valorar específicamente cada producto con el fin de ofrecer al productor cañero todas las alternativas posibles que permitan alcanzar un control efectivo y rentable de las malezas, con el menor impacto ambiental posible.

Uno de los herbicidas más utilizados para el control de malezas de hoja ancha es el ácido 2,4-D (Diclorofenoxiacético), solo o en formulación con otras moléculas que aumentan su efectividad, y también su precio. Se desconoce sin embargo la diferencia y capacidad de control que existe entre muchos de estos productos; por tal motivo, se plantearon dos objetivos:

1. Evaluar la eficiencia técnica de diferentes productos herbicidas comerciales cuyo componente principal es el 2,4-D, sobre el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de la caña de azúcar.
2. Determinar el posible efecto negativo que pudiera tener alguno de los productos herbicidas evaluados, sobre los principales indicadores agroindustriales de producción de la variedad SP 71-5574.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

El ensayo se estableció en la Finca de la Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur ubicada en Pavones de Pérez Zeledón, provincia de San José, a una altitud de 560 msnm. La

localidad posee una temperatura media anual de 25 °C y una precipitación total anual de 3515,5 mm/año.

Cada Parcela experimental estuvo constituida de 4 surcos de 9 metros de largo sembrados a 1,20 m entre sí, para un área total de 43,2 m², la cual fue evaluada y cosechada en su totalidad.

El Diseño Experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones y 10 tratamientos completamente aleatorizados, para un total de 30 parcelas.

La variedad de caña sembrada en el estudio fue la SP 71-5574, variedad comercial y más cultivada en esta zona.

Los tratamientos evaluados consistieron en ubicar y seleccionar en principio aquellos productos comerciales específicos más difundidos en el sector cañero utilizados para realizar el control de arvenses de hoja ancha (Cuadro 43), los cuales se aplicaron en mezcla con los herbicidas Diuron 80 WP y Terbutrina 50 SC en las dosis que se observan en el Cuadro 44.

Cuadro 43.
Características de los herbicidas evaluados en este estudio.

No. Tratamiento	Nombre Comercial*	Formulación	Dosis l/ha	Nombre Genérico
1	RIMAXIL	60 SL	2	2,4-D (60%)
2	FLASH	7,5 SL	2	2,4-D (6%)+ Picloram (1.5%)
3	FENOXAL	48 SL	2	2,4-D (30%) + MCPA (18%)
4	KURON	16 SL	2	2,4-D (11,17%)+ Picloram (3.13%)
5	BANVEL	46,5 SL	2	2,4-D (34%) + Dicamba (12,05%)
6	TRUPPER	13 EC	2	2,4-D (12%) + Fluroxypyr (1%)
7	BASAGRAN	48 SL	2	Bentazon (48%)
8	HEDONAL	68,2 SL	2	2,4-D (6 lb) (68,2%)
9	PLENUM	16 EC	1	Picloram (8%) + Fluroxypyr (8%)
10	TESTIGO	Deshierba manual		

La aplicación de las mezclas evaluadas se realizó cuando la caña tenía 3 meses (90 días) de edad en rebrote (caña de retoño), calibrando el equipo previamente y utilizando una boquilla 8002, para un volumen de 300 litros por hectárea.

Al tratamiento empleado como testigo no se le aplicó ningún herbicida químico, manteniéndolo limpio de malezas en forma manual mediante deshierba continua a partir del

momento de la aplicación, con el fin de comparar de manera objetiva el efecto inducido sobre la producción agroindustrial que puedan presentar diferencialmente las mezclas de herbicidas evaluadas.

La aspersión de las mezclas evaluadas se realizó cuando la caña tenía 3 meses (90 días) de edad en rebrote (caña de retoño), calibrando el equipo previamente y utilizando una boquilla 8002, para un volumen de 300 litros por hectárea.

Al tratamiento empleado como testigo no se le aplicó ningún herbicida químico, manteniéndolo limpio de malezas en forma manual mediante deshierba continua a partir del momento de la aplicación, con el fin de comparar de manera objetiva el efecto inducido sobre la producción agroindustrial que puedan presentar diferencialmente las mezclas de herbicidas evaluadas.

Cuadro 44.
Mezclas de herbicidas evaluadas en este estudio.

Tratamiento	Productos y Dosis/ha				
1	Rimaxil 60 SL (2,0 l)	+	Diuron 80 WP (2,5 kg)	+	Terbutrina 50 SC (4 l)
2	Flash 7,5 SL (2,0 l)	+	Diuron 80 WP (2,5 kg)	+	Terbutrina 50 SC (4 l)
3	Fenoxal 48 SL (2,0 l)	+	Diuron 80 WP (2,5 kg)	+	Terbutrina 50 SC (4 l)
4	Kuron 16 (2,0 l)	+	Diuron 80 WP (2,5 kg)	+	Terbutrina 50 SC (4 l)
5	Banvel 46,5 SL (2,0 l)	+	Diuron 80 WP (2,5 kg)	+	Terbutrina 50 SC (4 l)
6	Trupper 13 EC (2,0 l)	+	Diuron 80 WP (2,5 kg)	+	Terbutrina 50 SC (4 l)
7	Basagran 48 SL (2,0 l)	+	Diuron 80 WP (2,5 kg)	+	Terbutrina 50 SC (4 l)
8	Hedonal 68,2 SL (2,0 l)	+	Diuron 80 WP (2,5 kg)	+	Terbutrina 50 SC (4 l)
9	Plenum 16 EC (1,0 l)	+	Diuron 80 WP (2,5 kg)	+	Terbutrina 50 SC (4 l)
10	Testigo (deshierba manual)*				

En el Cuadro 44 se presenta el detalle de los tratamientos (mezclas) estudiados, evidenciando que dosis utilizadas son las comúnmente empleadas comercialmente. En el caso del herbicida Plenum 13 EC se redujo la dosis aplicada por hectárea, con el objeto de disminuir alguna posible fitotoxicidad sobre el cultivo por estar constituido por productos poco selectivos a la caña de azúcar.

El herbicida Basagran 48 SL se desconoce su selectividad en la caña de azúcar, aunque en virtud del buen control que ejerce sobre las plantas de hoja ancha y el hecho de no ser hormonal, hace que este herbicida constituya una buena alternativa para ser utilizado en plantaciones cañeras cercanas a otros cultivos como tomate y chile.

En el Cuadro 45 se expone el promedio de las variables agroindustriales obtenidas luego de la cosecha de las parcelas tratadas con cada uno de los tratamientos evaluados, observándose que en lo concerniente al Rendimiento Industrial, algunos tratamientos presentaron diferencias entre sí, aunque no significativas desde la perspectiva estadística.

Cuadro 45.
Resultados de la cosecha de las parcelas tratadas por los herbicidas.

Tratamientos	Rendimiento	t/ha		PRT	% Control
	kg/azúcar/t	Caña	Azúcar	(%)	Promedio
1	148,34	85,86	12,72	97,6	98,5
2	146,46	85	12,44	95,5	98,4
3	142,67	85,67	12,3	94,4	98,6
4	140,84	80,37	11,33	87	98
5	138,43	88,76	12,28	94,2	98,1
6	143,19	82,71	11,74	90,1	97,2
7	137,46	74,26	10,17	78,1	98,6
8	142,1	82,7	11,75	90,2	98
9	144,36	83,64	12,07	92,6	96,8
10	143,01	91,11	13,03	100	100
CV(%)	3,76	15,48	15,65	no aplica	
Promedio	142,68	84	11,98	no aplica	98,22

Como la producción de caña (t/ha) es la variable donde se esperaría en principio verificar el mayor efecto (directo) de los herbicidas, se hace notorio al comparar esta variable con el testigo (sin aplicación), la tendencia negativa sobre la producción generada por todos los tratamientos estudiados, alcanzando hasta un 18% de reducción en esta variable.

Respecto al control ejercido por las mezclas se observa en el Cuadro 44 que todas las mezclas ejercieron un excelente control de las parcelas donde abundaban malezas dicotiledóneas. Con los resultados logrados en este estudio se puede concluir lo siguiente:

- Al comparar los tratamientos químicos, se observó una tendencia negativa de estos sobre las variables agroindustriales respecto al tratamiento con deshierba manual, lo

que podría evidenciar una posible fitotoxicidad causada por los herbicidas a pesar de su supuesta selectividad hacia el cultivo, lo que deberá sin embargo evaluarse con mayor especificidad empleando los mejores criterios y metodologías para ello.

- Es evidente el buen control ejercido sobre las malezas por parte del herbicida BASAGRAN 48 SL, aunque el efecto técnico y económico sobre la producción de caña y azúcar (t/ha) fue negativo debido a un posible efecto fitotóxico del producto sobre el cultivo, lo que limita su empleo, además de su alto costo.
- Los tratamientos con los herbicidas RIMAXIL 60 SL y FLASH 7,5 SL presentaron un excelente control de la maleza, una baja fitotoxicidad (mayor producción) y un bajo costo, motivo por el cual representan bajo las condiciones en que se desarrolló el estudio, los mejores tratamientos evaluados desde perspectivas técnica y económica.
- Los herbicidas que además del 2,4-D contenían otras moléculas complementarias en su formulación, incidieron diferencialmente sobre la producción.
- El PICLORAM presente en los herbicidas FLASH 7,5 SL y KURON 16 SL marcaron un efecto negativo sobre la producción al aumentar su concentración.
- El tratamiento que contenía la molécula de FLUROXYPYR presentes en el herbicida TRUPPER 13 EC, también afectó negativamente la producción de azúcar respecto a los herbicidas que contenían solamente 2,4-D.



3.9 ESTUDIO DEL EFECTO DEL PERIODO LIBRE DE PRECIPITACIONES SOBRE EL CONTROL DE ARVENSES DE LOS PRINCIPALES HERBICIDAS Y SUS MEZCLAS APLICADAS EN LA CAÑA DE AZUCAR.

Para que cualquier herbicida con actividad foliar logre su efecto, debe ser retenido por los tallos y hojas de las plantas rociadas, luego debe ser absorbido y finalmente transportado al sitio de acción llamado "sumidero", donde ejercerá su acción.

Son varios los factores que pueden interrumpir el largo proceso desde la aplicación de un herbicida hasta que este alcance su sitio de acción, sobresaliendo primero el equipo de aplicación, el tipo de boquilla, uso o no uso de coadyuvantes, tamaño de la gota y su distribución, la presencia de ceras epicuticulares en las hojas, posición y ángulo de dichas hojas, la edad de las hojas así como la presencia y tipo de tricomas, internamente en la hoja influye la cantidad y tipo de ceras, la cantidad y tipo de estomas, ambientalmente influye la temperatura la humedad relativa y la presencia de lluvias posterior a la aplicación. (Torres et al 1997).

La presencia de agua libre sobre la superficie de las hojas es muy fuerte en campos de cultivo debido a las lluvias y a la condensación del vapor de agua. El rocío permanece gran parte de la mañana sobre los cultivos y arvenses, justo cuando se deben realizar las aplicaciones de herbicidas, esto provoca en teoría una dilución, escurrimiento del herbicida.

Por este motivo se recomienda en las aplicaciones tempranas esperar que las arvenses estén secas, al respecto, Rivas 2005 afirma que por el contrario esta humedad puede incrementar la hidratación de la cutícula, el área total de contacto sobre la superficie foliar y mejorar la distribución de la aspersión.

El periodo que transcurre entre la aplicación de un herbicida al follaje y la ocurrencia de una lluvia o de un riego por aspersión o micro aspersión, se conoce como el periodo libre de precipitaciones (PLP). Este es un término muy importante, ya que al ocurrir estas formas de precipitación poco tiempo después de aplicar los herbicidas al follaje de las plantas, estos podrían erosionarlos antes de ser absorbidos imposibilitando con ello su accionar.

La importancia del fenómeno está relacionado con el tipo de herbicida, los tensoactivos incorporados en la formulación, la dosificación, el grado de tolerancia de la arvense al herbicida, el tiempo transcurrido desde la aplicación a la ocurrencia de la lluvia e intensidad de las precipitaciones entre otros factores mencionados con anterioridad. Solares 2009 y Kogan 2001.

El objetivo general del presente trabajo consistió en analizar uno de los factores más influyentes en las pérdidas de los herbicidas antes de lograr su efecto en las malezas.

El objetivo específico consistió en evaluar los diferentes herbicidas utilizados para el control de la gramínea *Rottboellia cochinchinensis* expuesta a diferentes periodos libre de precipitaciones posterior a la aplicación.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

El estudio se realizó en un invernadero en las instalaciones de la Estación Experimental de DIECA (Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar) ubicadas en la localidad de Santa Gertrudis Sur, distrito de San José, Cantón Grecia, provincia de Alajuela Su altitud es 1000 msnm y se encuentra a 10°,05' y 18" latitud norte y 84°,17' y 09" longitud oeste, además presenta una precipitación anual de 2900 mm y una temperatura media de 23°C.

La *Rottboellia cochinchinensis* fue sembrada previamente en recipientes de plástico de 0.7 m de largo ,0.36 m de ancho y 0.25 m de alto, para un área total de 0.25 m² en dos repeticiones. Los intervalos de tiempo entre la aplicación del herbicida y la ocurrencia de la lluvia simulada (20 mm durante 3 minutos) fueron de 0,1 ,2 ,3 y 4 horas post aplicación, (el tratamiento 0 significa que se aplicó el herbicida y de inmediato se regó y los herbicidas evaluados fueron: Hexazinona 75 WG 0.5 kg /ha, Terbutrina 80 WG 2 kg /ha, Diuron 80 WG 2 kg / ha y Ametrina 50 SC 3 l / ha.

También se evaluaron algunas de las mezclas más comunes, como: Diuron +Terbutrina, Diuron + Hexazinona, Diuron +Ametrina y Hexazinona +Terbutrina en las dosis anteriormente expuestas.

La aplicación de los herbicidas se hizo cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 30 – 40 cm y la aspersion de los herbicidas se efectuó utilizando una bomba de mochila marca Carpi equipada con boquilla Teejet AI 11003 y tope de presión de 35 libras psi. Este equipo se calibro para asperjar un volumen equivalente a 338 l/ha.

La simulación de la lluvia se realizó con una aspersora acoplada a una manguera descargando se aproximadamente 20 mm de lluvia en 3 minutos.

La evaluación se llevó a cabo a los 15 días post aplicación, contabilizando las plantas muertas y las plantas afectadas parcialmente por el efecto del herbicida. Los tratamientos fueron evaluados por duplicado.

En la Figura 39 se presenta el resultado del efecto que presentó la simulación de la lluvia aplicada a la maleza en diferentes periodos post aplicación del herbicida **Diuron** a las plantas de *Rottboellia cochinchinensis* y como se observa el principal efecto negativo del agua sobre el herbicida se presentó una hora después de la lluvia donde se redujo levemente en un 18 % las plantas muertas respecto al tratamiento sin lluvia.. Este resultado contrasta con el tratamiento que no recibió lluvia y con los tratamientos en los cuales la lluvia aplicada a las 2,3 y 4 horas después, prácticamente no afectó el accionar del herbicida.

Con el herbicida **Terbutrina** el control de la maleza *Rottboellia* se vio afectado cuando la lluvia apareció 2 horas después de la aplicación, reduciéndose respecto al testigo sin lluvias en un 16 %. Después de las 2 horas sin precipitaciones el herbicida no se vio afectado como se observa en la figura 40. La presencia de lluvias una hora después de la aplicación, no afectó el accionar de este herbicida, situación que era de esperar ya que el mismo está más expuesto al lavado y pérdida del mismo antes de penetrar la cutícula.

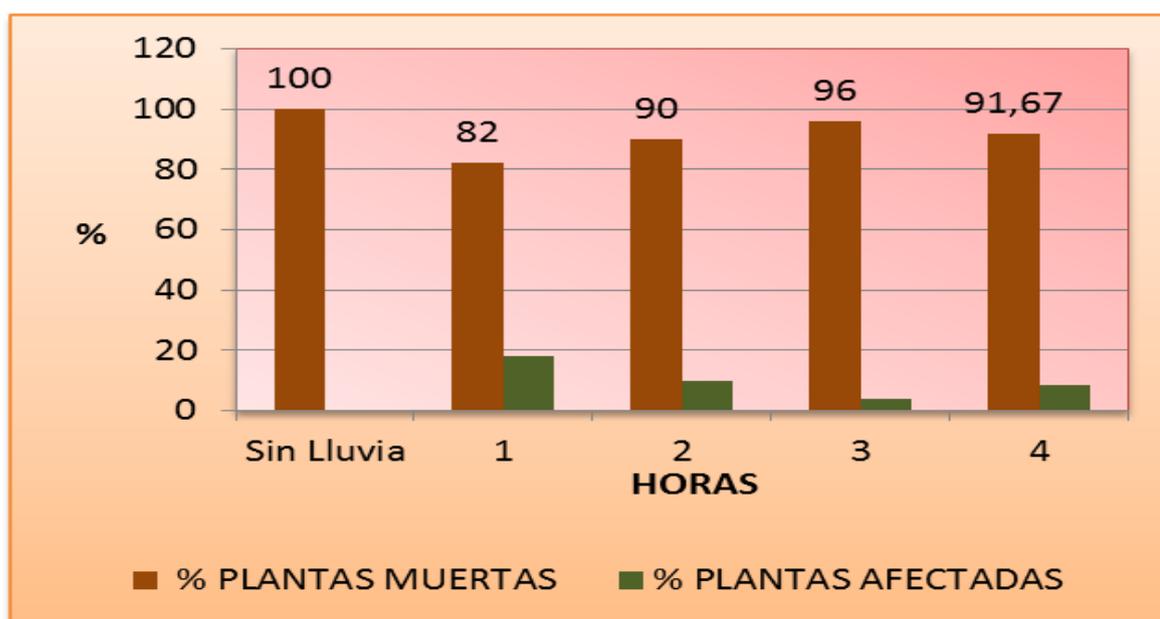


Figura 39 . Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida Diuron 80 WG 2 kg /ha.

Posiblemente este comportamiento se debe a que algún tenso activo presente en la formulación haya retenido el ingrediente activo e impedido que este se lave fácilmente. Después de las 2 horas sin lluvia posiblemente el tenso activo sufre alguna degradación permitiendo que una hora más tarde este no fuera capaz de retener al herbicida y este se lave parcialmente limitando con ello su accionar.

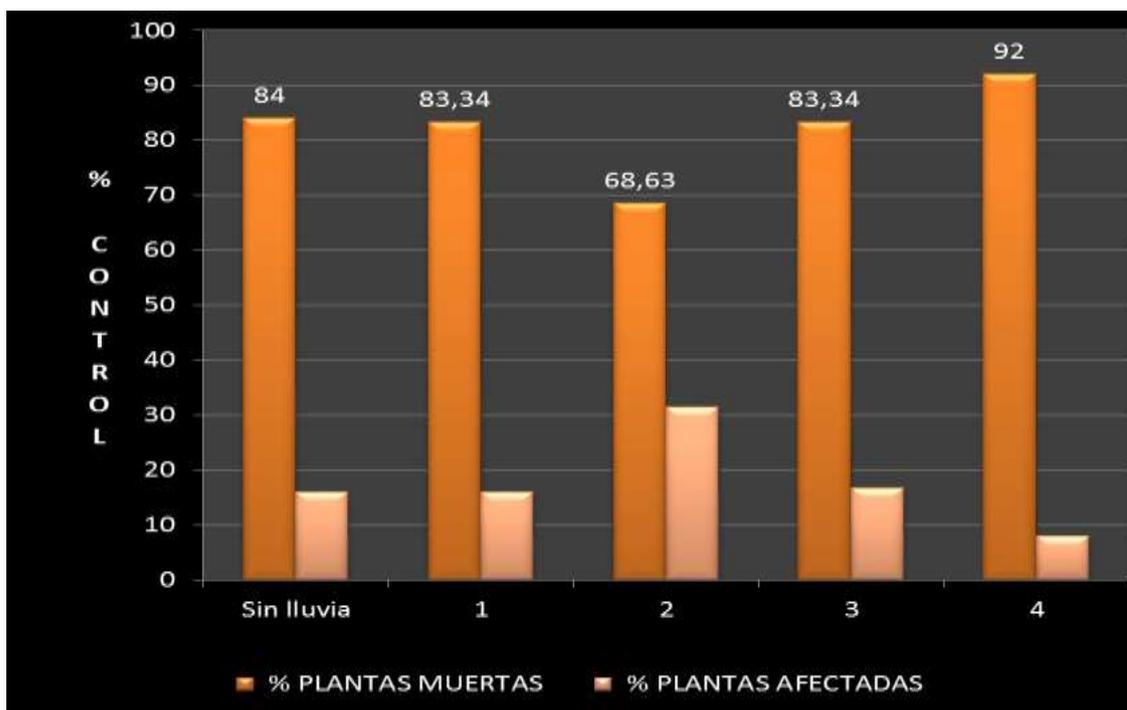


Figura 40. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida Terbutrina 80 WG 2 kg /ha.

En la Figura 41 se presenta el caso del herbicida **Hexazinona** y en igual forma a lo sucedido con el herbicida Diuron, a las dos horas de la aplicación de la lluvia el accionar del herbicida se vio afectado también cerca de un 16 %.

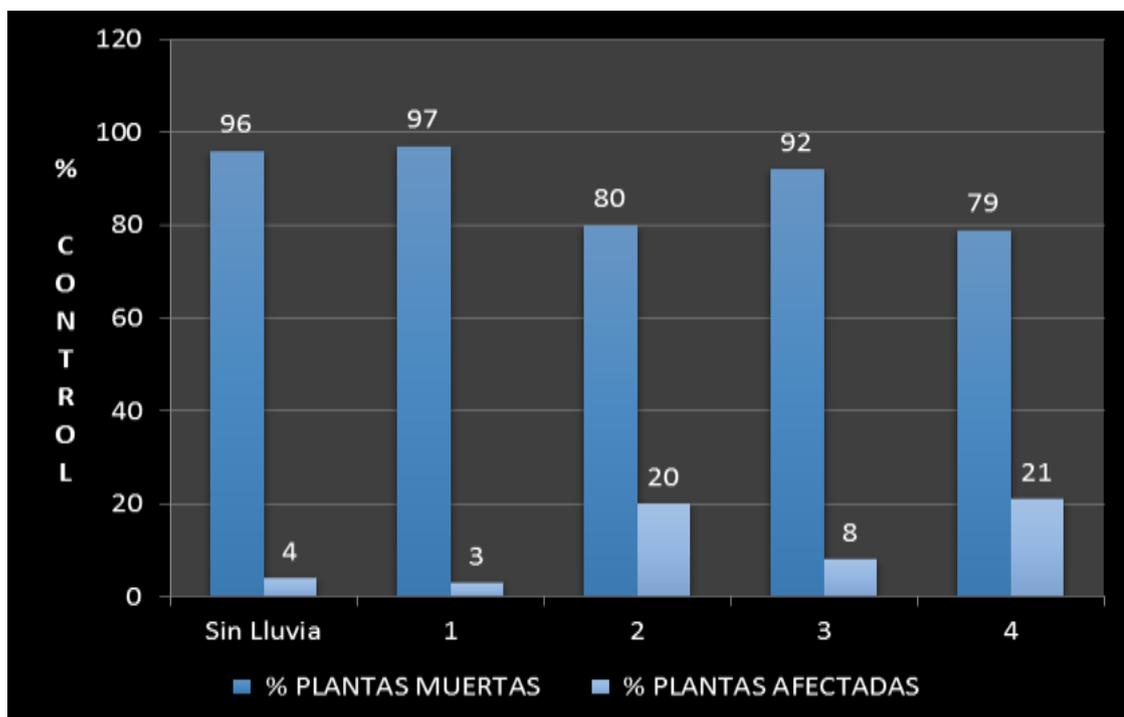


Figura 41 .Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida Hexazinona 75 WG 0,5 kg /ha.

Posiblemente en este caso también el herbicida se vio protegido por la presencia de un tenso activo cuando la lluvia se presentó una hora posterior a la aplicación. Sin embargo en el caso de este herbicida a las 4 horas una lluvia afecta de nuevo aparentemente el accionar del herbicida, ante este comportamiento se podría pensar también en el beneficio de la presencia del agua de lluvia no con el poder de lavado del herbicida si no con la facultad de permitir una mayor turgencia de las estructuras involucradas en la absorción y penetración del herbicida que le permiten antes de degradarse penetrar estas estructuras más fácilmente.

El herbicida **Ametrina** fue expuesto en igual forma a la presencia de lluvia durante varios periodos. La ametrina presenta la característica de no ser tan efectiva en el control de la *Rottboellia cochinchinensis* como lo hace los otros herbicidas valorados en este estudio, y eso favorece el hecho de que este herbicida sea más afectado por el lavado y su accionar que los otros herbicidas del estudio.

Como se observa en la siguiente Figura 42 contrario a la Hexazinona y a la Terbutrina la presencia de lluvia 1 y 2 horas después no afectaron el accionar de la Ametrina, permaneciendo en ambos casos con un 78 y 76 % respectivamente.

Si estos tratamientos se comparan con el tratamiento con lluvia pareciera y confirma lo expuesto que la presencia de la lluvia posiblemente predispone a la planta a la apertura de las estructuras estomáticas y ectodesmos los cuales al hidratarse permiten una mayor y rápida penetración del herbicida. La no presencia de lluvia o lo tardío de estas impiden un efecto más drástico del herbicida. Por ejemplo la membrana cuticular es una de las estructuras que se expande con la humedad y se contrae cuando está seca, situación que regula la penetración del caldo de aspersión, permitiendo con la lluvia una mayor y rápida penetración del herbicida antes que este se degrade. (Kogan 2001)

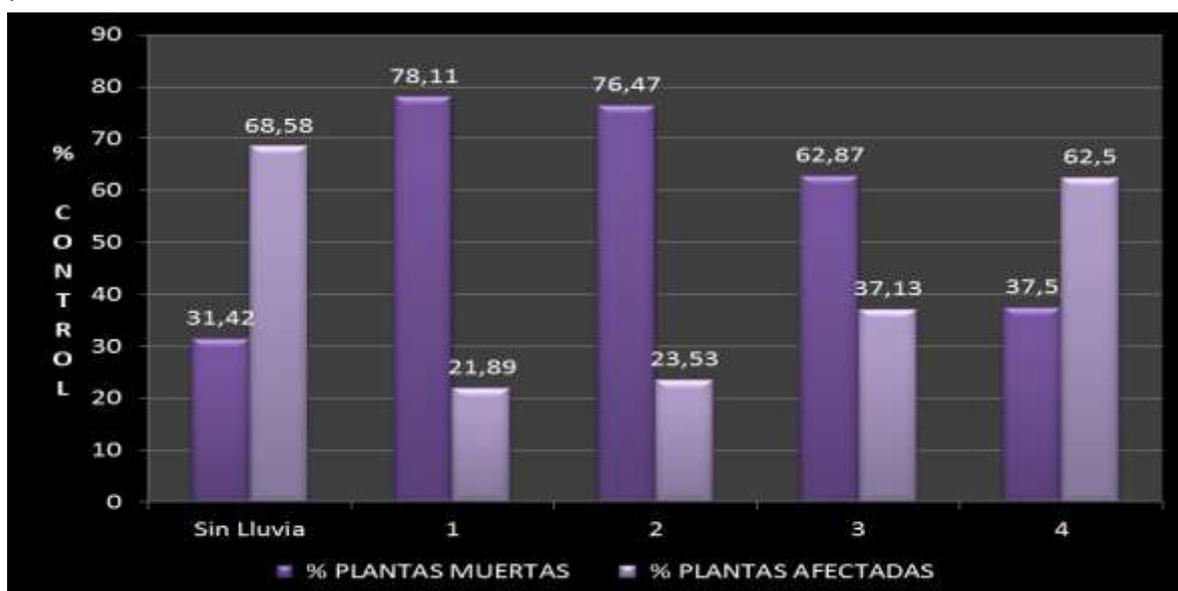


Figura 42. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con el herbicida Ametrina 50 SC 3l /ha.

En la Figura 43 se presenta el comportamiento en el control de la *Rottboellia* por parte de la mezcla **Diuron + Ametrina**, es evidente el efecto adverso de la precipitación al presentarse más tardíamente después de la aplicación. El Diuron y la Ametrina presentan un alto sinergismo en su capacidad de controlar más eficientemente la maleza que cuando ambos se aplican por separado. Evidentemente con la ausencia de lluvia durante la primera hora posterior a la aplicación el accionar de la mezcla no se vio afectada, posiblemente por los motivos antes expuestos, y aun si las mismas aparecieron 2 horas después, el efecto es insignificante en el control de las malezas.

Este resultado refleja que el herbicida Ametrina en la mezcla se vio perjudicado con la presencia de lluvia 3 y 4 horas después, de igual forma como ocurrió cuando este fue aplicado solo y no en mezcla.



Figura 43. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con la mezcla Diuron 80 WG 2 kg y Ametrina 50 SC 3l/ha.

En la Figura 44 se observa la respuesta a diferentes periodos libre de precipitación de la mezcla **Diuron + Terbutrina** y donde la ausencia de lluvias no afecto el control ejercido por esta mezcla, el efecto en la presencia de lluvias 1 y 2 horas después de la aplicación resto el efecto únicamente en un 7 %, siguiendo el patrón en la mayoría de los herbicidas entre las 2 y 3 horas después, la presencia de la lluvia en este momento es cuando más afecta el accionar del herbicida por lo motivos ya expuestos. La presencia de lluvia 4 horas después no afecto el control de la maleza como se observa en dicha figura.



Figura 44. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con la mezcla Diuron 80 WG 2 kg y Terbutrina 80 WG 2 kg / ha.



Figura 45 . Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con la mezcla Diuron 80 WG 2 kg y Hexazinona 75 WG 0.5 kg /ha.

En la mezcla **Diuron Hexazinona** (Figura 45) las lluvias presentes a las 2 y 3 horas después de la aplicación tendieron a disminuir entre un 5 y un 8 % el control de la maleza, valores realmente irrelevantes al buen control que ejerce esta mezcla.

En la Figura 46 se observa el comportamiento en el control de la maleza provocado por la mezcla **Hexazinona + Terbutrina**, donde la presencia de lluvias a las 2 horas después de la aplicación, favoreció el porcentaje de control en las malezas ,superando al tratamiento de una hora el cual se vio afectado en casi un 20 %.Pareciera que los tensoactivos en este caso no tienen la capacidad de proteger las moléculas de los herbicidas con las lluvias tempranas ,sin embargo también se vio afectada la mezcla cuando la lluvia se presentó 3 horas después de la aplicación ,tiempo suficiente para que el o los tensoactivos hayan perdido su capacidad de proteger los herbicidas que componen la mezcla. En este comportamiento también se debe considerar la velocidad de penetración de los herbicidas a través de las estructuras estomáticas, reflejando con ello un control determinante en la maleza. Ante este resultado pareciera que la mezcla Hexazinona +Terbutrina es lenta de penetrar la cutícula de la planta y de ahí su bajo poder de control de esta maleza en el campo.

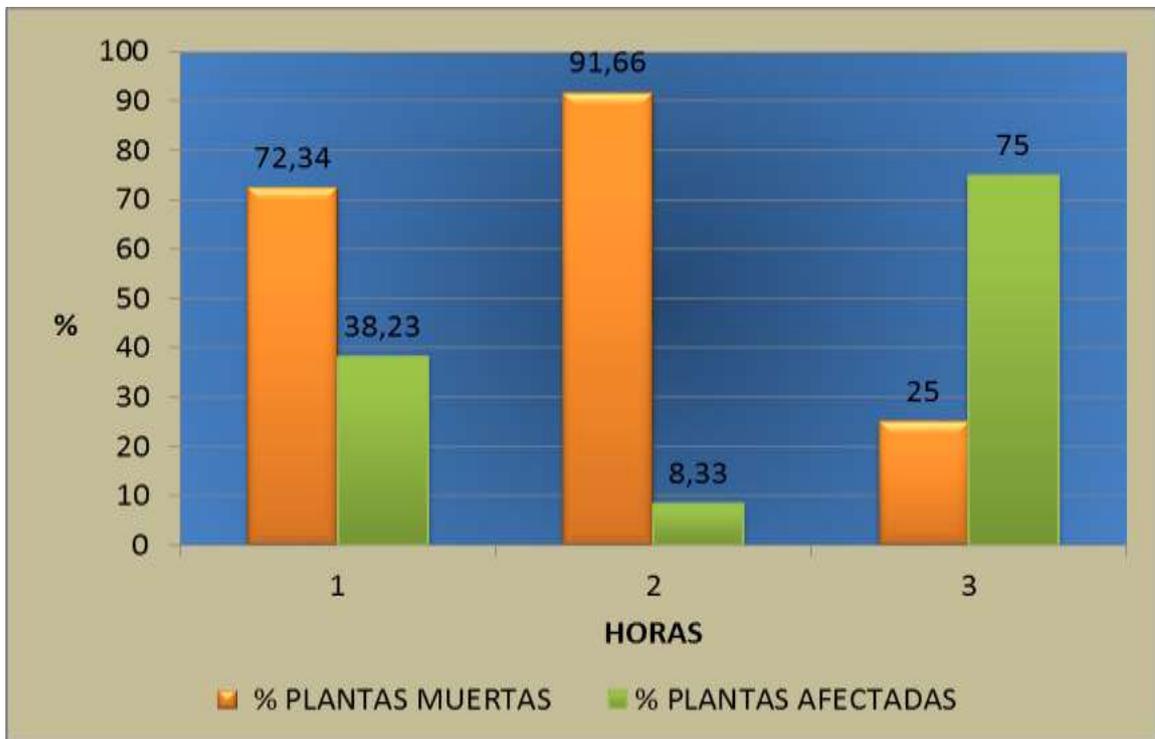


Figura 46. Efecto de diferentes periodos libres de precipitación sobre el control de *Rottboellia cochinchinensis* con la mezcla Terbutrina 80 WG 2 kg y Hexazinona 75 WG 0.5 kg /ha.

Del presente estudio se puede concluir lo siguiente:

- Los tensoactivos en el rol de penetración en las hojas de la planta y la protección del lavado de los herbicidas juegan un papel preponderante en el control de las malezas expuestas a las lluvias posterior a una aplicación de herbicidas.
- Hay un efecto adverso de la lluvia caída posterior a la aplicación, pero la tendencia general tanto entre los herbicidas y sus mezclas es que el mayor efecto negativo se da entre las 2 y 3 horas posteriores a la aplicación.
- Por este motivo y como es de esperar no hay una correlación entre el momento de aplicación y la presencia de las lluvias sobre las malezas.
- Tampoco se puede generalizar el comportamiento de los herbicidas y sus mezclas ante los diferentes Periodos Libre de Precipitaciones (PLP), ya que el comportamiento estará sujeto a los herbicidas, a los tensoactivos en su formulación, así como algunos factores ambientales como Temperatura y Humedad Relativa que pueden intervenir en la penetración y translocación de los herbicidas en la planta.



4. DISEÑO, ADAPTACION Y EVALUACION DE UN SPRAY BOOM PARA BOMBA DE ESPALDA CARPI DE MOTOR.

Una de las labores de manejo del cultivo de la caña de azúcar que más demanda recursos es el control químico de las malezas, donde el uso eficiente y racional de los herbicidas y de la mano de obra es fundamental para minimizar el costo de esta labor. De esta manera los esfuerzos en investigación realizados por DIECA en el campo del control de malezas se han orientado a determinar las mezclas de herbicidas más adecuadas y a bajas dosis permitiendo con ello un mayor control y un menor costo.

La aplicación oportuna de las malezas es un aspecto fundamental que contribuiría a reducir el gasto de herbicidas y mantendría el cultivo libre de arvenses antes que estas le causen daño al mismo. Sin embargo la escasez de mano de obra y las grandes extensiones del cultivo han impedido controlar las plantas oportunamente.

Esta condición ha provocado un deficiente control a pesar de la aplicación de grandes cantidades de herbicidas que al final afectan negativamente la productividad del cultivo e incrementan sus costos. Una forma de controlar oportunamente la maleza en el menor tiempo posible y aún menor costo es mediante el uso de equipos como los llamados “Spray Boom” acoplados a un tractor capaces de abarcar grandes extensiones en un corto periodo de tiempo y con un solo operario. No obstante estos equipos operan en fincas grandes con diseño de los lotes y topografía apropiada para su uso, pero la mayoría de las fincas por su área y topografía irregular no permite el uso de estos equipos que eventualmente solucionarían este inconveniente.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

En la búsqueda de alternativas y la aparición de bombas de espalda motorizadas se pensó por parte de Dieca de diseñar una adaptación tipo “Spray Boom” para acoplar a la bomba de motor Carpi ilustrada en las figuras 47 Y 48 adjuntas. Modificación que puede ser utilizada tanto para la aplicación de pre emergentes como de mezclas para el control de herbicidas post emergentes, lográndose utilizar el equipo hasta una altura del cultivo de 1,3 m sin tener problemas de desplazamiento y utilizando boquillas TQ 15004, las cuales dan una franja de aplicación de 1,5 m cubriendo el entresurco y proporcionando un buen traslape en el surco cultivado de caña.



Figura 47. Aplicación de herbicida Pre emergente utilizando la bomba de Motor Carpi con su adaptación.

Este equipo se evaluó en condiciones de campo tomando los tiempos efectivos de aplicación (sin tomar en cuenta tiempos de recarga) y se comparó con los tiempos de aplicación del equipo normalmente utilizado; en el Cuadro 46 se ilustran los tiempos de aplicación logrados al comparar ambos esquemas de aplicación

Cuadro 46.
Rendimiento en la aplicación de herbicidas según equipo e Implementos utilizados.

Equipo	Boquilla	Descarga	Aplicación	Costo /ha
Tipo	TIPO	Litros / ha	Tiempo Efectivo	\$
Bomba espalda (avaniqueando)	80 02	400	5 Horas + 56 Minutos	10,16
Bomba espalda de Frente	TQ 150 04	233	2 horas + 26 minutos	4,69
Bomba de motor	TQ 150 04	176	43 minutos	1,95
Bomba de motor	AI 110 03	228	45 minutos	2,00

Nota: El término de *abaniquear* es usado para describir la acción realizada por los aplicadores de herbicidas y consiste en colocar la boquilla en forma transversal y caminar moviendo la boquilla de izquierda a derecha tratando de cubrir el ancho del entresurco de caña.

Como se observa en el cuadro anterior existe una marcada diferencia entre la aplicación convencional con la bomba de espalda manual y la boquilla 8002 en comparación con la propuesta del Spray Boom. Sin embargo, idealmente este equipo debe ser trabajado por dos operarios (uno operando la bomba de motor y otro llevando el agua al punto de recarga) por

lo que en realidad podría asumirse que si un operario tarda 0,75 horas (45 minutos) en aplicar una hectárea (según datos del Cuadro 46) al sumar el segundo operario sería en realidad un total de 1,5 horas/ha (90 min.), esto representa una reducción del 71% en el tiempo efectivo de aplicación al pasar de poco más de 5 horas de aplicación con el método tradicional a tan sólo 1,5 horas (90 min.) con este equipo, por lo tanto con el tiempo que se necesita para aplicar una hectárea con la bomba de espalda dotada de la boquilla 80 02 y el esquema tradicional de aplicación “abanicando” se pueden aplicar aproximadamente 3,5 has si se utilizara el equipo adaptado a la bomba de motor. Importante mencionar, que esto se logró utilizando prácticamente el mismo volumen de agua.

También se comparó el Spray Boom con la bomba de espalda pero esta vez dotada de la boquilla TQ 150 04 (misma que el Spray Boom) obteniendo un 37% de reducción en el tiempo de aplicación con el equipo adaptado a la bomba de motor al reducir de 2,4 a 1,5 horas para aplicar una hectárea. Esto se explica fácilmente al ver que con la adaptación de la bomba de motor esta tiene capacidad de cubrir tres surcos a la vez por lo que se necesitarían tres operarios cada uno con una bomba de espalda manual para cubrir en el mismo tiempo el área que pueden cubrir dos operarios utilizando el Spray Boom acoplado a la bomba de motor.

De manera complementaria, al revisar los datos obtenidos en el campo y anotados en el Cuadro 46, resulta sumamente interesante y económicamente muy importante ver como con sólo realizar un cambio de boquilla en la bomba de espalda manual y cambiar la boquilla 80 02 convencional y el método tradicional de “abaniqueo” y dotar la bomba con la TQ 150 04 para cubrir todo el entresurco en una sola franja se pueden disminuir a la mitad los tiempos de aplicación con el mismo consumo de agua.



Figura 48. Aplicación de herbicidas sin el uso del Spray Bonn en terrenos con topografía irregular.

5. 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, J C. 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. PJ; 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. Alfaro P, R; Villalobos M, C; Bolaños P, J. 2002. Evaluación de Diferentes Acidificantes y Coadyuvantes Adicionados a una Mezcla de Herbicidas Utilizada para el Control de Malezas en la Caña de Azúcar en Esparza, Puntarenas. Grecia, Costa Rica, LAICA- DIECA, mayo. 11 p.
5. Alfaro P, R. 1991. Recomendación y Aplicación Correcta de Herbicidas en el Cultivo de la Caña de Azúcar. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, diciembre. 14 p.
6. Alfaro P, R. 2001. Principios Económicos Básicos en el Control de Malezas en la Caña de Azúcar. Grecia, Costa Rica, LAICA- DIECA, enero. 41 p.
7. 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
8. García T, L; C Fernández 1991. Fundamentos sobre Malas Hierbas y Herbicidas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España.
9. 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.
10. 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.

11. 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.
12. Kogan. M 2000.Periodo Libre de Precipitaciones Requerido por Glifosato para el control de Chufa purpura. *Cyperus rotundus* L. Ciencias Investigación Agrícola 27:21 – 25 www.agris.fao.org.
13. Kogan. M.2001. Uso de Adyuvantes para disminuir el efecto del lavado del Glifosato desde el Follaje de *Cyperus rotundus* L. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Pontificia, Universidad Católica de Chile. Ciencias Investigación Agrícolas 28(3):151 – 156p Consultado en www.agronomico.uc/index.
14. 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.
15. Negrete, G.G 1997.Determinación del Periodo Libre de Precipitaciones (PLP) requeridas para Herbicidas con actividad del Follaje Tesis Ing Agr. Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía Biblioteca INIA www.agris.fao.org.
16. 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>.
17. Pitty, A; Muñoz, R. 1975. Guía Práctica para el Manejo de Malezas. Colegio Zamorano, San Pedro de Sula, Honduras. 220 p.
18. Salager, J. L; Fernández, A .2004 Surfactantes I Generalidades II Materias Primas. Cuaderno Firp s 301 – PP Modulo de enseñanza en Fenómenos Interfaciales .Universidad de Los Andes Escuela de Ingeniería Química Mérida Venezuela 23 Pag. Consultado en www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos_301
19. Salager ,J.L 2002 Surfactantes Tipos y Usos Cuaderno Firp s 300 – A Modulo de enseñanza en Fenómenos Interfaciales ,Laboratorio de formulación ,Interfaces ,Reología y Procesos .Universidad de Los Andes Escuela de Ingeniería Química Mérida Venezuela 53 Pag www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos_300
20. Torres, R A; Traverso, E.P 1997. Efecto del uso de Coadyuvantes sobre el periodo libre de precipitaciones (PLP) Universidad Católica de Chile Tesis Ing Agr. Biblioteca INIA .Santiago de Chile. Consultado www.agris.fao.org.

21. Villegas.TF; Torres .S,J .1994. Evaluación de Herbicidas para el control de caminadora.
Rev. Sugar Journal. Vol. 96. N° 1143 Pag 113

