



# LAICA



---

## Memoria: Seminario de identificación, manejo y control de malezas en caña de azúcar

Salón de Asambleas, Cooperativa Agrícola  
Industrial Victoria R.L.

Grecia, Alajuela

Editor: Ing. Erick Chavarría Soto

Departamento de Investigación y Extensión  
de la Caña de Azúcar Liga Agrícola Industrial  
de la Caña de Azúcar

4 de mayo del 2017

---



---

# Contenido

Memoria: Seminario de identificación,  
manejo y control de malezas en  
caña de azúcar

Salón de Asambleas, Cooperativa  
Agrícola Industrial Victoria R.L.  
Grecia, Alajuela

---

# Contenido

<b>Contenido</b> .....	II
<b>Presentación</b> .....	VII
<b>CAÑARVENSES: un sistema experto para asistir en la correcta identificación de las arvenses de la caña de azúcar.</b> .....	IX
<b>Avances en la investigación en el control químico de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica</b> .....	2
Resumen .....	2
Introducción.....	3
<b>1. Herbicidas pre emergentes</b> .....	5
1.1. Evaluación de diferentes herbicidas pre emergentes en el control de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> en condiciones de invernadero .....	5
1.2. Evaluación del efecto de dosis crecientes del herbicida pendimetalina en el control pre emergente de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> .....	9
1.3. Tolerancia varietal de la caña de azúcar a los herbicidas pre emergente..	10
1.3.1. Evaluación del efecto de diferentes herbicidas pre emergentes en el crecimiento inicial de dos variedades de caña de azúcar.....	11
1.3.2. Estudio del efecto sobre el desarrollo inicial de 15 variedades comerciales y promisorias tratadas en pre emergencia con el herbicida isoxaflutole .....	15
1.3.3. Efecto de los herbicidas pre emergentes sobre la productividad de la caña de azúcar en la Región Sur .....	17
1.4. Efecto de los residuos de cosecha sobre la efectividad de cuatro herbicidas pre emergentes .....	19
1.5. Comportamiento de cuatro herbicidas pre emergentes aplicados en cuatro órdenes de suelo .....	22
1.6. Evaluación de la capacidad de control de tres herbicidas pre emergentes a distintas profundidades de siembra de la semilla de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> .....	27
1.7. Respuesta en el control pre emergente de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> por la aplicación e incorporación del herbicida pendimetalina 50 EC en condiciones de invernadero .....	29
1.8. Evaluación de diferentes herbicidas pre emergentes genéricos de pendimetalina en el control de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> .....	31
1.9. Evaluación de dos herbicidas pre emergentes aplicados en condiciones de seco .....	33

1.9.1.	Condiciones de invernadero .....	33
1.9.2.	Experiencias de campo .....	35
1.10.	Evaluación de dos formulaciones del herbicida pre emergente pendimetalina aplicado en condiciones de suelo seco y húmedo .....	37
1.11.	Respuesta en la residualidad de tres herbicidas en el control pre emergente de arvenses dicotiledóneas en condiciones de suelo seco .....	39
1.12.	Estudio de la respuesta en el control de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> en dos órdenes de suelo por dos formulaciones del herbicida hexazinona .....	41
1.13.	Evaluación del control pre emergente de arvenses por las mezclas de pendimetalina con tres herbicidas y tres dosis en la Región Sur.....	43
<b>2.</b>	<b>Herbicidas Post emergentes .....</b>	<b>46</b>
2.1.	Control de cinco herbicidas post emergentes aplicados en diferentes etapas de crecimiento de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> .....	48
2.2.	Conformación y evaluación de diferentes mezclas de herbicidas para el control post emergente de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> .....	50
<b>3.</b>	<b>Herbicidas post emergentes y adyuvantes .....</b>	<b>52</b>
3.1.	Evaluación de la interacción de diferentes mezclas de herbicidas y adyuvantes para el control de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> en diferentes condiciones de campo .....	53
3.1.1.	Evaluación de diferentes mezclas de herbicidas y adyuvantes en Atirro, Turrialba .....	54
3.1.2.	Evaluación de diferentes mezclas de herbicidas y adyuvantes en Miramar, Puntarenas .....	56
3.1.3.	Evaluación de 21 mezclas de herbicidas y adyuvantes en Atirro, Turrialba .....	59
3.1.4.	Evaluación de 25 mezclas de herbicidas y adyuvantes para el control post emergente de <i>Murdania nudiflora</i> en la Región Norte.....	62
3.1.5.	Evaluación del herbicida 2,4-d con diferentes adyuvantes para el control de la arvense <i>Alocasia macrorryza</i> (Pato) .....	64
3.1.6.	Evaluación de 30 mezclas de herbicidas y coadyuvantes en Turrialba .....	66
3.1.7.	Evaluación de 17 mezclas de herbicidas y adyuvantes para el control de <i>Digitaria</i> sp. en la Región Sur .....	69
3.1.8.	Respuesta de 5 mezclas de herbicidas con diferentes adyuvantes en el control de <i>Panicum fasciculatum</i> (granadilla) en la Región del Pacífico Central .....	71
3.1.9.	Efecto de la interacción de la acidificación del agua con cinco coadyuvantes en mezcla de herbicidas para controlar arvenses en el cultivo de la caña de azúcar en Turrialba, Cartago .....	75

3.2. Estudio de la interacción de diferentes herbicidas y adyuvantes para el control de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> en condiciones de invernadero.....	78
Mezclas de herbicidas .....	84
3.3. Cambios de pH provocados por diferentes coadyuvantes en mezcla con los herbicidas utilizados en la caña de azúcar .....	88
3.4. Evaluación preliminar de 4 productos recomendados como atenuantes de la fitotoxicidad del herbicida MSMA en condiciones de invernadero.....	91
3.5. Estudio de la tolerancia de cuatro variedades comerciales de caña de azúcar a seis herbicidas post emergentes en la Región Sur (tercera cosecha) .....	94
3.6. Efecto de la tolerancia de cuatro variedades comerciales de caña de azúcar a 6 herbicidas post emergentes en la Región de Guanacaste .....	97
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 .....	98
3.8. Evaluación de 9 herbicidas utilizados para el control de arvenses dicotiledóneas en la caña de azúcar en la Región Sur .....	101
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 azúcar .....	105
<b>4. Diseño, adaptación y evaluación de un spray boom para bomba de espalda</b>	
<b>Carpi de motor</b> .....	114
Revisión de Literatura .....	117
Agradecimientos .....	119
<b>Uso del glifosato en caña de azúcar: posibilidades y limitaciones</b> .....	121
1. Introducción .....	121
2. Consideraciones sobre el manejo convencional de malezas .....	122
3. Características del glifosato .....	124
4. Uso actual y potencial del glifosato en caña .....	127
5. Uso del glifosato como madurante .....	128
6. Conclusión .....	128
7. Referencias .....	129

<b>La nueva normativa en materia de registro de plaguicidas de uso agrícola: implicaciones y ajustes en el sector público y privado .....</b>	<b>131</b>
Presentación .....	131
I.   Ámbito de aplicación de los nuevos reglamentos VI .....	132
1. A qué se aplica el Decreto Ejecutivo N° 39995-MAG del 15 de diciembre 2016, Publicado el 16 de enero del 2017: Reglamento para la actualización de expedientes de registro de los expedientes de IAGT y productos formulados .....	132
2. A qué se aplica el Reglamento Técnico: “RTCR 484:2016. Insumos agrícolas. Plaguicidas sintéticos formulados, ingrediente activo grado técnico, coadyuvantes y sustancias afines de uso agrícola. Registro, uso y control” (Decreto Ejecutivo N°40059-MAG-MINAE-S, publicado el 12 de enero del 2017) .....	132
II. Pilares esenciales del nuevo sistema de registro .....	134
1. Rectoría y administración del sistema de registros a cargo del Servicio Fitosanitario del Estado y el Ministerio de Agricultura y Ganadería .....	134
2. Participación de los Ministerios de Salud y Ambiente en el proceso de otorgamiento de registros conforme a sus facultades legales y constitucionales .....	135
3. Principio de no repetición de estudios .....	136
4. Uso de Información técnica referenciada .....	137
5. Reconocimiento y aceptación de las evaluaciones realizadas en países de la OCDE para registro de IAGT.....	139
6. Requisitos objetivos y verificables sin facultades discrecionales a los funcionarios que intervienen en el proceso de registros .....	140
III. Cambios más relevantes del sistema de registros .....	141
IV. Ordenamiento de los registros vigentes y actualización de expedientes, etiquetas y panfletos .....	150
V. Otorgamiento de registros al amparo del RTCR: 484:2016 .....	151
VI. Aspectos operativos que requieren de mejora para el funcionamiento del nuevo sistema de registros .....	154
<b>Anexos .....</b>	<b>156</b>



# Presentación

Con mucho agrado y satisfacción el sector azucarero organizado y representado por la **Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)**, se permite en esta ocasión organizar esta importante actividad de transferencia tecnológica a la que hemos nombrado **“Seminario identificación, manejo y control de malezas en caña de azúcar”**, por medio del cual se pretende abordar con la participación de reconocidos profesionales y calificados especialistas, varios tópicos de gran actualidad e importancia para la agricultura nacional.

En primera instancia se comentará en torno a la reciente aprobación de varios Decretos Ejecutivos que actualizan la situación y resuelven en alto grado la grave parálisis que durante los últimos 12 años se tenía en cuanto al registro de agroquímicos. Se trata de los Decretos N° 40059-MAG-MINAE-S **“Reglamento Técnico de Generalidades del Registro de Plaguicidas Sintéticos Formulados, Ingrediente Activo grado Técnico, Coadyuvantes y Sustancias Afines de Uso Agrícola”**, el Decreto N° 39995-MAG **“Reglamento para la Actualización de la Información de los Expedientes de Registro de Ingrediente Activo Grado Técnico y Plaguicidas Formulados”** y también el Decreto N° 39994-MAG **“Sustancias Químicas. Fertilizantes y Enmiendas para Uso Agrícola. Tolerancias y Límites Permitidos para la Concentración de los Elementos y Contaminantes”**.

El primer reglamento dinamiza el acceso a nuevas tecnologías y garantiza al productor agropecuario nacional la utilización de agroquímicos de buena calidad. Con esto, se termina el grave, inconveniente y peligroso estancamiento que sufría el sector agropecuario nacional en cuanto a la disponibilidad de nuevos y mejores productos para su labor productiva. De igual manera, el Reglamento de Actualización satisface las disposiciones

establecidas en el año 2004 en esta materia por parte de la Contraloría General de La República, y que no habían sido acatadas; entre las cuales destacan que todos los registros deberían tener un plazo razonable de vigencia, establecido ahora en diez años, en lugar de una vigencia indefinida tal y como estaba estipulado, con lo cual se erradican los productos obsoletos y desactualizados en el competitivo entorno productivo, ambiental y comercial actual.

El tercer Decreto permite cumplir con lo dispuesto y señalado en la Ley de Protección Fitosanitaria, en cuanto a registro, control y uso de sustancias químicas o afines para uso agrícola. A partir de esa nueva legislación se podrá disponer de información relevante sobre las características, calidad, identidad y eficacia de los fertilizantes y enmiendas; así como también, asegurar la correcta utilización de los mismos, procurando que sean empleados correctamente y no generen riesgos inconvenientes para la salud humana y el ambiente.

Dichos decretos establecen y garantizan mecanismos ágiles, efectivos y seguros para que las autoridades competentes y la comunidad científica cuenten con la información técnica y química pertinente, para garantizar que los agroquímicos que se comercializan y utilizan actualmente respondan a las necesidades tecnológicas y no representen un riesgo para la agricultura, la salud o el ambiente. Se espera complementariamente, que el sector agropecuario costarricense pueda con la nueva y moderna reglamentación aprobada, homologar productos que se encuentran actualmente registrados en países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), habilitando su uso.

En lo técnico se comentará con profundidad en torno al uso del Glifosato,

producto tradicional ampliamente utilizado por la agroindustria cañero-azucarera nacional y mundial para el control de malezas; y adicionalmente como madurante para inducir e incrementar la concentración de sacarosa en los tallos de la caña. Asimismo, se expondrán de manera complementaria importantes resultados vinculados con la investigación realizada por el **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, en cuanto a manejo y control preventivo y erradicante de malezas en el cultivo. Se espera informar sobre nuevas moléculas, técnicas, coadyuvantes y resultados de investigación obtenidos en los diferentes y heterogéneos entornos productivos de la caña de azúcar en el país.

Finalmente, se hará con la satisfacción del deber cumplido, entrega y explicación pública del **“Sistema Experto Electrónico Diseñado para la Identificación de Arvenses en el Cultivo de la Caña de Azúcar”**, el cual fue realizado por el Dr. Renán Agüero Alvarado, calificado y experto funcionario de la Universidad de Costa Rica (UCR) en la materia, con el valioso apoyo de los especialistas regionalizados de DIECA.

Este formidable y monumental esfuerzo técnico, financiero e institucional de LAICA, procura proveer un importante y moderno instrumento tecnológico que contribuya ostensiblemente con el mejoramiento de la competitividad a través de la labor desarrollada por el sector productor de la caña de azúcar, permitiendo y facilitando la identificación de plantas no deseadas (arvenses-malezas) en el campo, lo que favorecerá un control más efectivo de las mismas. El sistema incluye en su base de datos, información taxonómica y gráfica sobre un total de 176 especies diferentes de malezas que es común encontrar en plantaciones comerciales de caña de todo el país, de las cuales 123 corresponden a plantas de hoja ancha y 53 a plantas de hoja angosta (poáceas + ciperáceas).

Es definitivo e incuestionable que para lograr regular, optimizar y efficientizar el uso de agroquímicos, en este caso herbicidas y coadyuvantes, resulta imperativo y obligado conocer con detalle la naturaleza y características de las plantas que se desea controlar; caso contrario, se actúa sin criterio ni fundamento técnico. Con la entrega pública de este sistema experto electrónico, se participa de una nueva y moderna didáctica de transferencia y forma de crear conocimiento, educando al productor de caña en formar criterio propio basado en razonamientos objetivos, pragmáticos y tangibles. Crear conocimiento para crear capacidad.

El presente seminario viene por todas estas razones a contribuir de manera importante con el abordaje y tratamiento de temas tecnológicos actuales y trascendentales, que constituyen sin lugar a dudas una valiosa herramienta de competitividad y un importante factor de mejoramiento técnico y personal de nuestros productores agrícolas. Un sincero reconocimiento y agradecimiento a los funcionarios que han hecho posible la organización de la actividad.

Ing. Agr. Marco A. Chaves Solera, M. Sc.  
Gerente del Departamento de Investigación  
y Extensión de la Caña de Azúcar  
Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar

# CAÑARVENSES: un sistema experto para asistir en la correcta identificación de las arvenses de la caña de azúcar.

Renán Agüero Alvarado<sup>1</sup>, Roberto Alfaro Portuñez<sup>2</sup>

La identificación correcta de las arvenses sospechosas de comportarse como malezas durante el periodo crítico de competencia de los cultivos, resulta cada día un criterio importante para el escoger las estrategias de manejo de estas plantas catalogadas algunas como nocivas y diferenciarlas de las que no ocasionan daños de importancia económica, por ejemplo:

**Para un mejor manejo:** el *Tridax procumbens* puede reducir erosión en canales de riego y drenaje, sin constituir una amenaza en lotes de cultivo.

**Para prevenir:** la presencia de parches de *Sorghum halepense* que crecen en las afueras de la finca, que obliga a tomar medidas para prevenir su ingreso a los lotes de cultivo, en vista de la alta perniciosidad de esta especie en los lotes de cultivo.

**Para erradicar:** la detección de la existencia de los primeros parches de *Saccharum*

*spontaneum*, exige el diseño un plan de erradicación, para evitar que su población aumente en los lotes.

En resumen, si no se identifican correctamente las arvenses, se pueden asumir decisiones erróneas y costosas basadas en criterios equivocados que luego agraven los problemas por malezas.

Nos complace ofrecerles CAÑARVENSES, un sistema experto construido con las especies de arvenses más comunes de la caña de azúcar, cuyo fácil uso permitirá a los usuarios una certera identificación de estas plantas. Los invitamos a que utilicen la aplicación y nos retroalimenten con sus experiencias con el fin de asistirles de la manera más adecuada y al mismo tiempo ver las oportunidades de mejora de la aplicación, la cual irá evolucionando a partir de la experiencia de nuestros usuarios y colaboradores.

---

<sup>1</sup> PhD investigador y profesor catedrático de la Universidad de Costa Rica. Correo - e: [raguerooster@gmail.com](mailto:raguerooster@gmail.com)

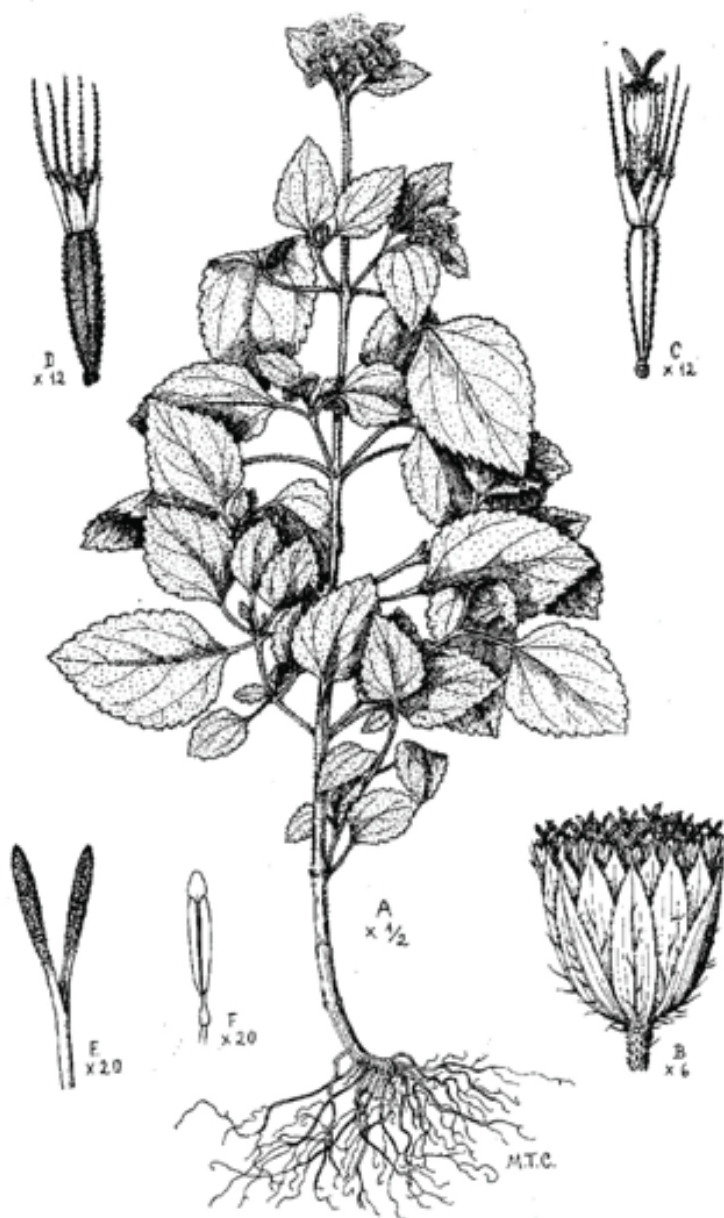
<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo, coordinador del Programa de Agronomía, Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar.

Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Correo - e: [ralfaro@laica.co.cr](mailto:ralfaro@laica.co.cr)

Iniciamos con esta primera experiencia a partir de una aplicación flexible que permitirá la actualización del banco de datos de las especies de interés, según se haga necesario.

Pondremos a disposición la aplicación a través de talleres de capacitación participativos en las distintas regiones productoras de caña de azúcar del país, para apoyar la adopción de CAÑARVENSES por parte de productores y técnicos relacionados con este cultivo.

Esperamos que esta nueva aplicación sea de utilidad, para contribuir en la implementación de prácticas de manejo específicas para las diversas especies de arvenses presentes en las plantaciones de caña de azúcar y que faciliten un control integral y efectivo de las mismas.



Santa lucía (*Ageratum conizoides*).

A: planta en flor, B: capítulo, C: flor, D: aquenio,  
E: parte superior del estilo, F: antera .



# Avances en la investigación en el control químico de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica

Roberto Alfaro Portugal<sup>2</sup>, Randall Ocampo Chinchilla<sup>4</sup>

## Resumen

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.

---

<sup>4</sup> Ingeniero Agrónomo, investigador del Programa de Agronomía, Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Correo – e: [rocampo@laica.co.cr](mailto:rocampo@laica.co.cr)

# 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:

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.

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.

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.

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.

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.

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 más 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 fitotóxicos 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.

## **1. Herbicidas pre emergentes**

### **1.1. Evaluación de diferentes herbicidas pre emergentes 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.

## Metodología 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 m<sup>2</sup>.

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 libras por pulgada cuadrada (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
Pendimetalina	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, Terbutiuron 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 germinadas	Peso plantas (g)	Tamaño Plantas (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
Terbutiuron	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.

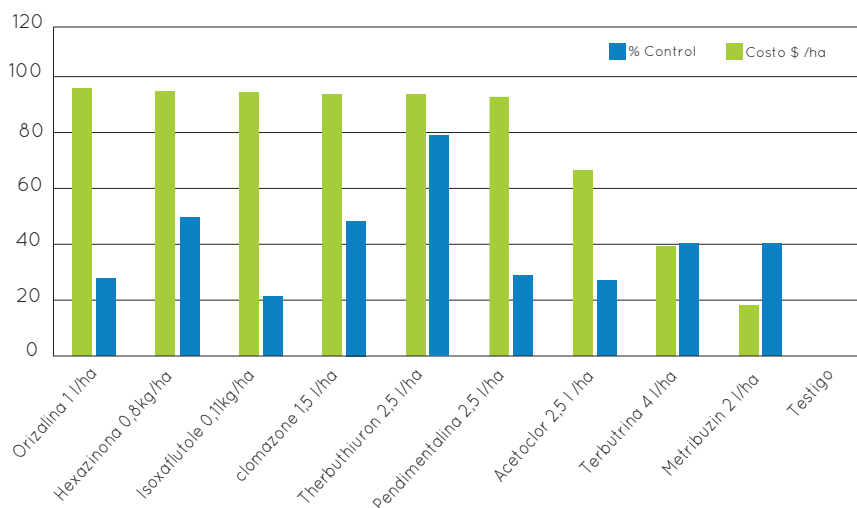


Figura 4.

Porcentaje en el control de *R. 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. Evaluación del efecto de dosis crecientes del herbicida pendimetalina en el control pre emergente de *Rottboellia cochinchinensis*.

La maleza *R. 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.

### Metodología 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 aplicó 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 Al 110 03 y un regulador de presión de 40 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 se observan en el Cuadro 4 donde claramente se observa que al incre-

mentar las dosis del herbicida se incrementó el efecto residual manifestado en el porcentaje de control de *R. cochinchinensis*. El tratamiento con 2 L/ha alcanzó el 100 % del control hasta los 50 días post aplicación, el de 3 L/ha avanzó 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 logró 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 más 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 azúcar a los herbicidas pre emergente.

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 fitotó-

xico 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. Evaluación del efecto de diferentes herbicidas preemergentes en el crecimiento inicial de dos variedades de caña de azúcar.

#### Metodología 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 m<sup>2</sup> 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) Total Hijos	DPRT	Peso (g) Total Hijos	DPRT
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
Terbutiuron	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

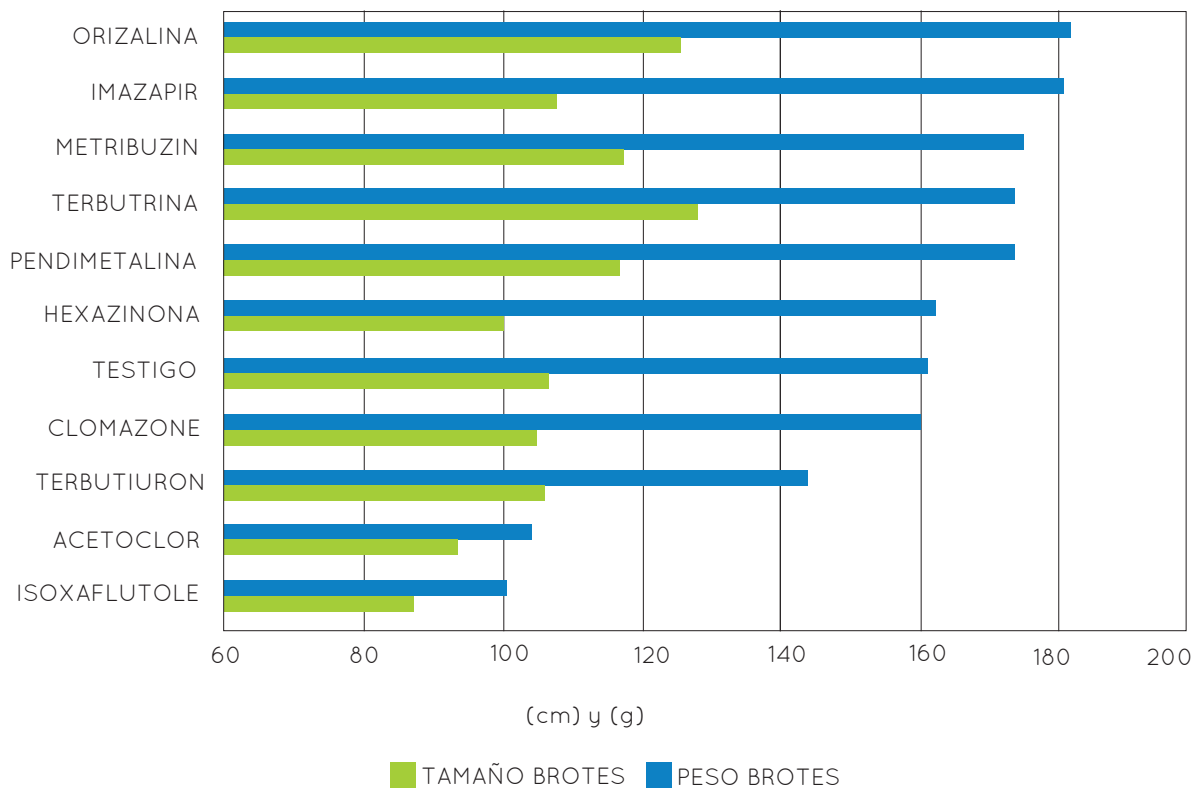
DPRT Diferencia porcentual respecto al Testigo

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, Terbutiuron e Imazapir.

De los herbicidas mencionados Imazapir no cumplió con el requisito de presentar selectividad al cultivo, por lo cual en pre-

sencia 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.

## VARIEDAD RB 73 9735



**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.

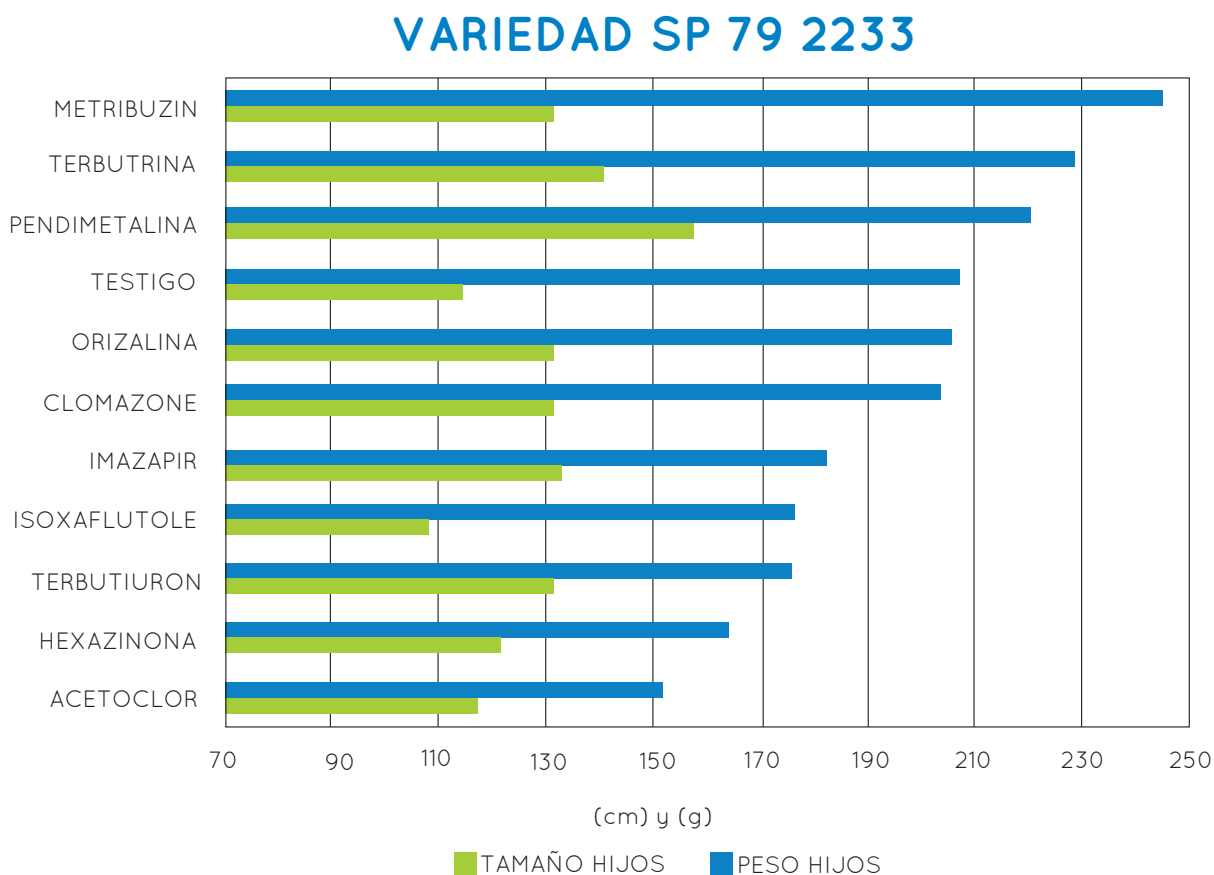
A esta variedad los herbicidas Hexazinona y Acetoclor no afectaron el crecimiento de los hijos como ocurrió con la variedad RB 739735, únicamente el herbicida Isoxaflutole disminuyó levemente el crecimiento respecto al testigo.

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 Isoxaflutole 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, Isoxaflutole, 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 variedades comerciales y promisorias tratadas en pre emergencia con el herbicida isoxaflutole.

Como el herbicida Isoxaflutole fue uno de los que más afecto 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.

#### Metodología 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 m<sup>2</sup> 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 1284, 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 afecto 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 (cm)	Peso Hijos (g)
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
Q 135	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 azúcar en la Región 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.

#### Metodología 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 m<sup>2</sup>. 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 presentó 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. Kg azúcar / t	t caña / ha	t azúcar / ha	% Control
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

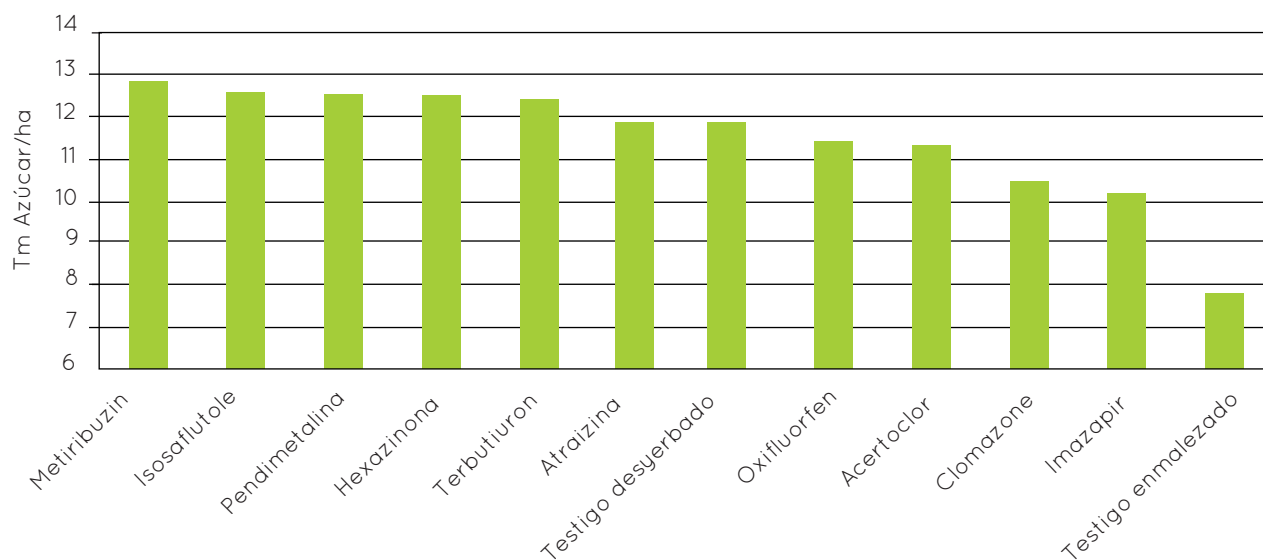


Figura 9.

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.

#### Metodología 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 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 Germinadas	Porcentaje Control
Acetoclor 90 EC 3 L / ha	Sin cobertura	38,49	61,51
	Con cobertura	32,82	67,18
Clomazone 48 EC 2,5 L / ha	Sin cobertura	0	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 afectó parcialmente el accionar de este herbicida al permitir solamente un 41,08 % de plantas germinadas.

El tratamiento aplicado con **Hexazinona** logró 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 logró 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.

Herbicidas	Cobertura	Tamaño (cm) Promedio 10 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 poli fenoles 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 pre emergentes aplicados en cuatro órdenes 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, resulta importante y necesario realizar este estudio, y conocer el comportamiento de los diferentes herbicidas pre emergentes utilizados en el cultivo de la caña de azúcar cultivada en los diferentes órdenes de suelo y en las dosis recomendadas.

#### Metodología y resultados

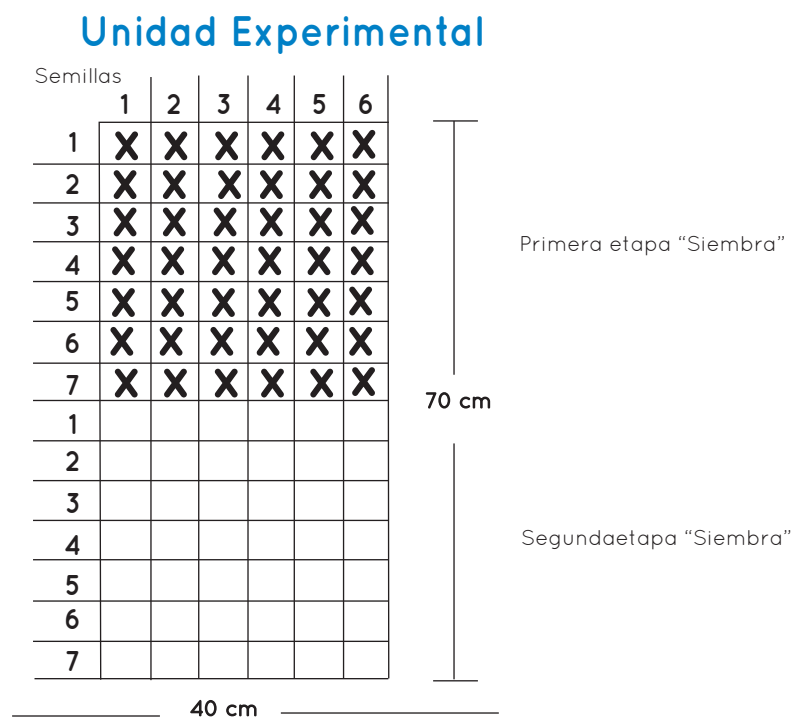
Al igual que las investigaciones anteriores fueron establecidas en las instalaciones de DIECA en Santa Gertrudis Sur de Grecia, provincia de Alajuela.

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 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 11 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 presentó su mayor residualidad en todos los órdenes de suelo superado únicamente por **Hexazinona**.

El herbicida **Isoxaflutole** presentó 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 órdenes de suelo.

La Hexazinona al ser comparada con los demás herbicidas presentó 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%.

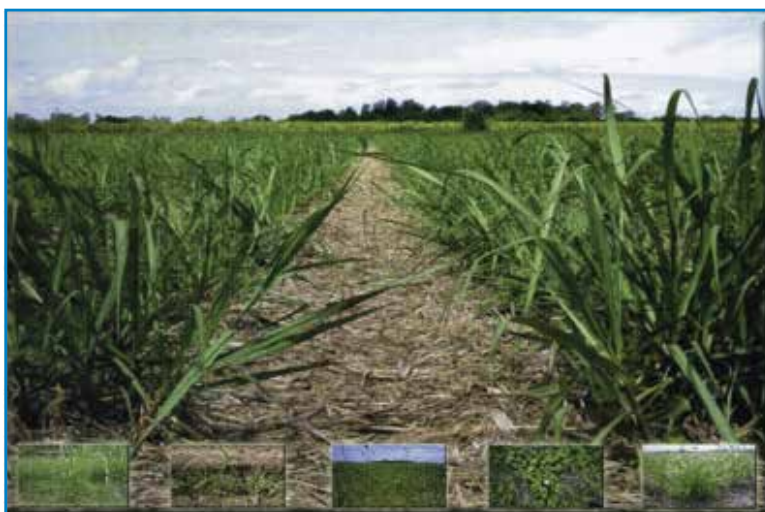
En la segunda siembra, este herbicida presentó también un control bastante aceptable respecto a los demás herbicidas, el cual fue de un 31% a un 38 % en los suelos Inceptisol, Vertisol y Molisol y en el suelo Ultisol duplicó su control a un 64,42 % como se observa en el Cuadro 10 y Figura 12. Con los 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.

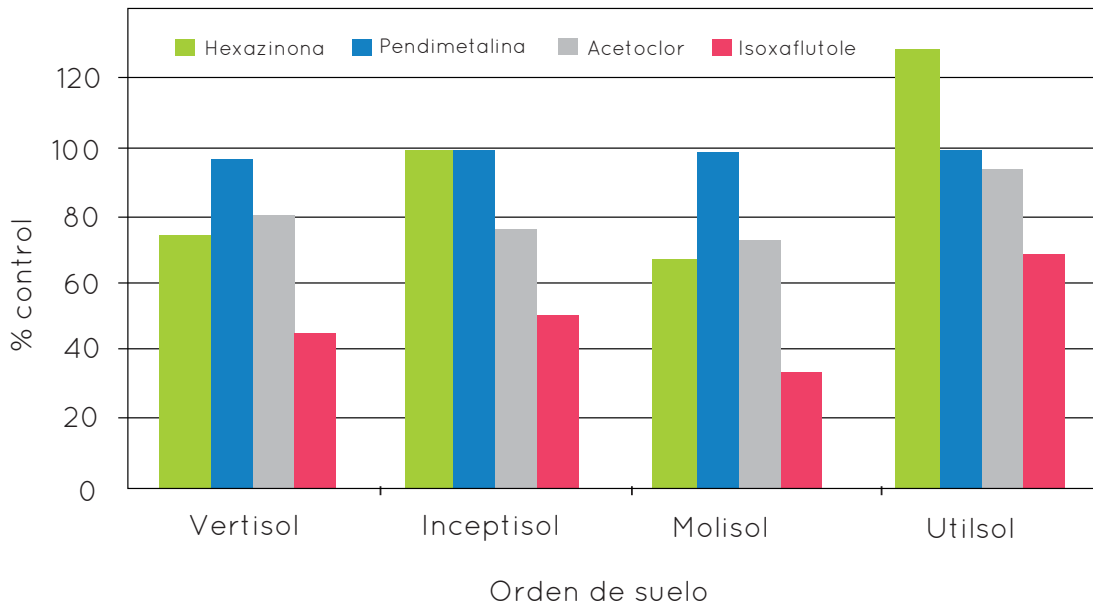


## CUADRO 11.

Resultados de la evaluación del porcentaje de control de *Rottboellia cochinchinensis* ejercido por cada uno de los herbicidas en dos períodos de siembra.

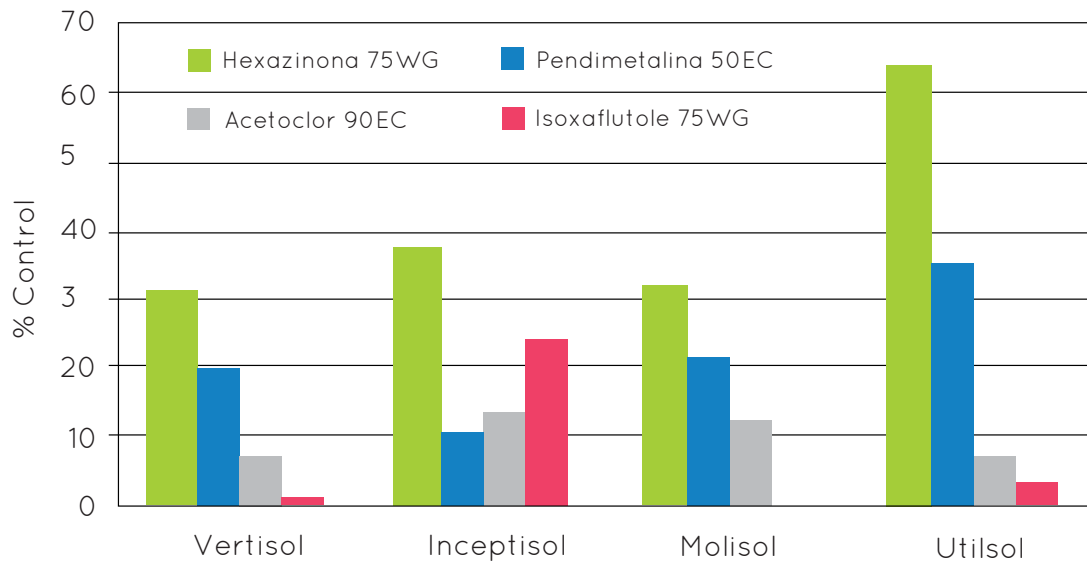
Orden suelo	Herbicidas	% Control Primera siembra	% Control Segunda siembra
Inceptisol	Acetoclor	76,57	13,54
	Pendimetalina	100	10,99
	Isoxaflutole	51,13	24,5
	Hexazinona	100	38,26
	Testigo	0	0
Vertisol	Acetoclor	80,69	7,29
	Pendimetalina	97,92	20,15
	Isoxaflutole	45,41	1,04
	Hexazinona	75	31,4
	Testigo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

### Metodología 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 12.

## CUADRO 12

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 Cuadro 12 el herbicida **Pendimetalina 50 EC** en la dosis de 3 L/ha, presenta 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 12, 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** logra 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 pérdidas 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 incorporación 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.

### Metodología 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 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 13, 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.



## CUADRO 13.

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. Evaluación de diferentes herbicidas pre emergentes genéricos 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 (Tensoactivos) 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 *Rottboellia cochinchinensis*.

### Metodología 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 aplicó los diferentes herbicidas genéricos los cuales fueron: Pendimetalina Duwest 50 EC , Gramilaq 50 EC , Toro 50 EC , Prowl 50

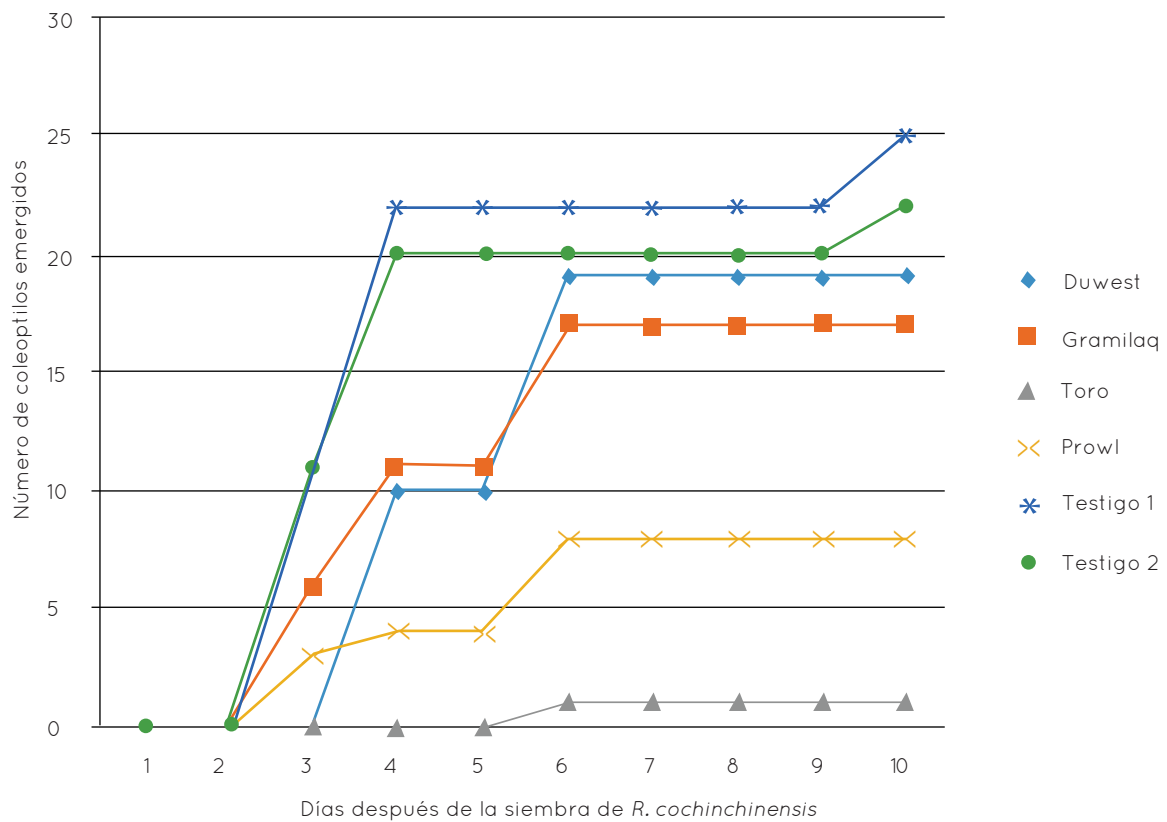
EC y un tratamiento testigo sin aplicación.

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 *Rottboellia 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. Evaluación 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.

Para cumplir con los objetivos de este estudio se establecieron trabajos simultá-

neos 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 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 14 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 14.

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.

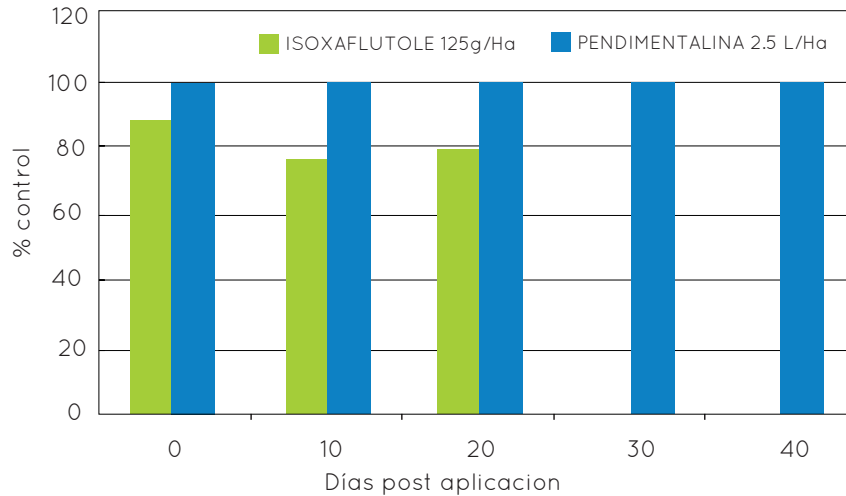
Herbicida	Días post aplicación	Plantas germinadas	% Germinación	% Control
Isoxaflutole	0	2	10,53	89,47
	10	2,5	22,73	77,27
	20	2,5	19,23	80,77
	30	11	100	0
	40	10,5	31,25	0
Pendimetalina	0	0	0	100
	10	0	0	100
	20	0	0	100
	30	0	0	100
	40	0	0	100
Testigo	0	19	76	Na
	10	11	44	Na
	20	13	52	Na
	30	11	44	Na
	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 quedo 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 sequo 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 sequo 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. Evaluación de dos formulaciones del herbicida pre emergente pendimetalina aplicado en condiciones de suelo seco y húmedo.

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® H<sub>2</sub>O 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.

### Metodología y resultados

El estudio se estableció en condiciones de invernadero donde se utilizaron, cajas plásticas de 70 cm de largo, 36 cm de an-

cho 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 8002 Antideriva y con una presión de 40 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 15. 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 15, presentando el mayor control a los 50 días en suelo seco y 40 días de humedad en el suelo.



## CUADRO 15.

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

Días secos	Días húmedos	Pendimetalina 50 EC		Pendimetalina H <sub>2</sub> O CS	
		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 pre emergente de arvenses dicotiledóneas 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

#### Metodología 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 PSI para una descarga de 733 L/ha. Posteriormente Los resultados se aprecian en el Cuadro 16, 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 16.

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

Herbicidas	Dosis /ha	% Cobertura Días 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 presentó un 95 % de control a los 40 días post aplicación, 10 días después el control disminuyó 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 nacencia de plantas fue total.

El herbicida Terbutilazina también presento deficiencias en suelo seco, al con-

trolar entre un 30 y un 40 % de las plantas presentes en cada unidad experimental.

En la siguiente Figura 20 se observa la nacencia de arvenses en la caja testigo respecto a la nacencia 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 días post aplicación.

## 1.12. Estudio de la respuesta en el control de *Rottboellia cochinchinensis* en dos órdenes 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.

### Metodología 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 sembra-

das 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 el Cuadro 17 y Cuadro 18, 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 17.

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

Días post aplicación	% Control	
	Velpar 75 WG	Hexacto 75 WP
20	63,3	70
40	57,16	68,56
60	55,25	0
80	57,94	0
<b>Promedio</b>	<b>58,41</b>	<b>34,64</b>

## CUADRO 18.

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

Días post aplicación	% Control	
	Velpar 75 WG	Hexacto 75 WP
20	89	89
40	71	67
60	50	60
80	60	67
<b>Promedio</b>	<b>67,50</b>	<b>70,75</b>

En el Cuadro 18 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 com-

probó 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. Evaluación del control pre emergente de arvenses por las mezclas de pendimetalina con tres herbicidas y tres dosis en la Región 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.

#### Metodología 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 obje-

tivo 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 19) 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 19.

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

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

US \$1 = ¢560



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

› En el control en preemergencia de *Rottboellia cochinchinensis* en condiciones de invernadero los herbicidas **Orizalina, Hexazinona, Isoxaflutole, Clomazone, Terbuthiuron** y **Pendimetalina** superaron el 90 % de control, por lo que se dispone de varias alternativas para el control de esta gramínea.

› 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.

› 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.

› Los herbicidas **Acetoclor, Hexazinona, Clomazone, e Isoxaflutole** controlaron entre un 40 y un 60 % la maleza en presencia del rastrojo.

› 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.

› 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.

› 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 *Rottboellia cochinchinensis* en un 100 % con 20 días de humedad.

## 2. 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 *Rottboellia 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 *Rottboellia 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.

### Metodología 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 *Rottboellia cochinchinensis* y luego se in-

trodujeron 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 20. La aplicación se realizó con una bomba de espalda provista de un regulador de presión de 40 PSI y una boquilla 8003 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 20.

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

Tratamientos	6 cm	12 cm	20 cm	30 cm	Pre Floración	Post Floración
Hexazinona 75 WG 0,50 kg/ha	96	83	100	95	100	86
Hexazinona 75 WG 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 graminicida respecto a los demás herbicidas evaluados.

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

Finalmente el herbicida Krismat por su forma de actuar en la planta resulto difícil 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.

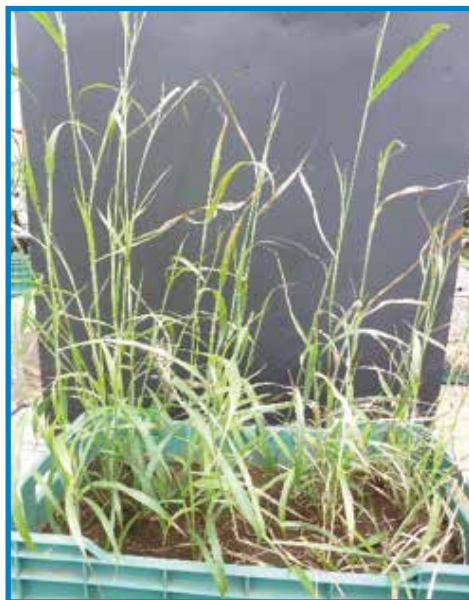
## 2.2. Conformación y evaluación de diferentes mezclas de herbicidas para el control post emergente de *Rottboellia cochinchinensis*.

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 gramínicida 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 *Rottboellia cochinchinensis* en estado de pre floración.

### Metodología 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 indicó 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 PSI y una boquilla 80 03 calibrada para una descarga de 400 L/ha.

En el Cuadro 21 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 21.

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 SC	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 *Rottboellia 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 *Rottboellia cochinchinensis* y el herbicida Diuron presente en la mayoría de mezclas induce a una acción sinérgica con todos los demás herbicidas evaluados.

### 3. 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 afir-

man algunos autores " "No obstante, la adición de un adyuvante a la mezcla de aspersion (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. Evaluación de la interacción de diferentes mezclas de herbicidas y adyuvantes para el control de *Rottboellia cochinchinensis* en diferentes condiciones de campo.

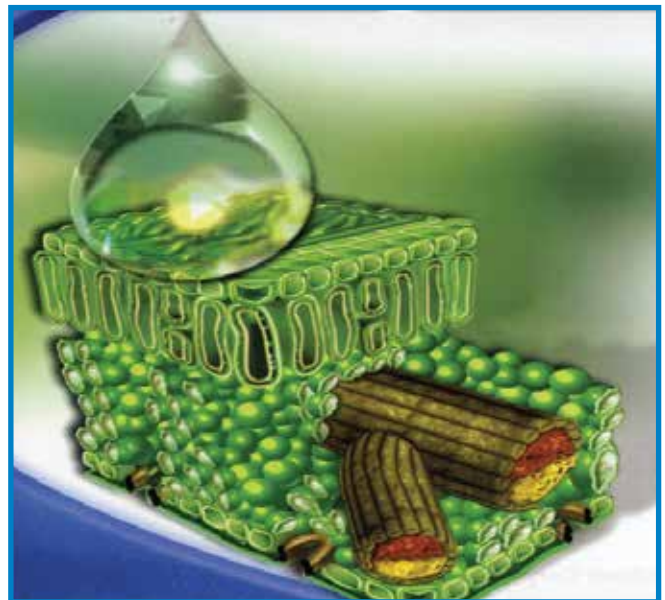
Como el control químico de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar no se realiza utilizando un solo herbicida, si no mezclas de estos, sería lógico esperar si se pretende obtener la máxima respuesta, utilizar los adyuvantes idóneos que mejoren el accionar de cada herbicida que compondrían la mezcla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

#### Metodología 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 8003 con tope de presión de 30 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 22

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 + L77 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 + L77 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 + L77 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. Evaluación 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.

#### Metodología 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 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 23.

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 contribuyó 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 23 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 23

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

Tratamientos	Promedio	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 + L77 1 cc/l	95	45,61
Diuron 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 2 l/ha + L77 1 cc/l	100	53,43
Diuron 80 WG 2 kg/ha + MSMA 72 SL 0.5 l/ha + Kaitar 1 cc/l	90	27,87
Diuron 80 WG 2 kg/ha + MSMA 72 SL 1 l/ha	70	29,71
Hexazinona 75 WP 0.25 kg/ha + Diuron 80 WG 1 kg/ha + Transpore 1 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 + L77 1 cc/l	90	53,21
Hexazinona 75 WP 0.25 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + L77 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 gramínicida 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 23, 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 con-

trol 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. Evaluación 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.

#### Metodología 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 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 24.

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 presentó 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 resultó 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 24

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 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 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 0.5 l/ha + Kaitar	99	28,3
Hexazinona 75 WP 0.25 kg/ha + MSMA 72 SL 1 l/ha	99	31,1
Hexazinona 75 WP 0.25 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha	98	53,0
Hexazinona 75 WP 0.25 kg/ha + Terbutrina 80 WG 1 kg/ha + L77	93	50,2
Hexazinona 75 WP 0.25 kg/ha + Terbutrina 80 WG 1 kg/ha + Transpore	92	40,4
Hexazinona 75 WP 0.25 kg/ha + Diuron 80 WG 2 kg/ha (testigo)	100	40,0
Hexazinona 75 WP 0.25 kg/ha + Diuron 80 WG 1 kg/ha + Cosmo	99	34,2
Hexazinona 75 WP 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 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 resultó 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. Evaluación de 25 mezclas de herbicidas y adyuvantes para el control post emergente de *Murdania nudiflora* en la Región 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.

#### Metodología 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 m<sup>2</sup>) en un lote cultivado con la variedad SP 82-1176; estas parcelas se aplicaron con las distintas mezclas presentadas en el Cuadro 25, 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 25 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 25.

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

Mezcla evaluada	% control
Harness 90 EC 3 /ha + Atrazina 50 SC 3 l /ha + Fenoxal 48 SL 1l /ha	30
Finale 15 SL 1l/ha + Harness 90 EC 3 l /ha + Fenoxal 48 SL 1l/ha	30
Metribuzin 48 SL 2 l/ha + Diuron 80 WG 2 Kg /ha + Fenoxal 48 SL 1l/ha	40
Hexazinona 75 WG 300 g /ha + Atrazina 50 SC 3 l /ha + Fenoxal 48 SL 1l/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 1l /ha + Fenoxal 48 SL 1l/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
<b>Diuron 80 WG 2 Kg /ha + MSMA 72 SL 1 l /ha</b>	<b>95</b>
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
<b>Metribuzin 48 SL 2 l /ha + MSMA 72 SL 1 l /ha</b>	<b>95</b>
Metribuzin 48 SL 2 l /ha + Fenoxal 48 SL 1l/ha	35
Hexazinona 75 WG 300 g /ha + Diuron 80 WG 2 kg/ha + Cosmo IN 1 ml /l	25
<b>Hexazinona 75 WG 300 g /ha + MSMA 72 SL 1 l/ha</b>	<b>90</b>
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
<b>Ametrina 50 SC 4 l /ha + MSMA 72 SL 1 l /ha</b>	<b>80</b>
Ametrina 50 SC 4 l /ha + Fenoxal 48 SL 1l /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
<b>Atrazina 50 SC 4 l/ha + MSMA 72 SL 1 l /ha</b>	<b>90</b>
Atrazina 50 SC 4 l /ha + Fenoxal 48 SL 1 l /ha	40

### 3.1.5. Evaluación 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 inver-

nadero 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 26 se presentan los coadyuvantes valorados a una dosis de 1 ml / 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 26.

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

Herbicida	Adyuvante	% Control
2,4 D 0,5 %	Testigo	75
	NP7	100
	Li 700	100
	Transpore	60
	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. Evaluación 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.

#### Metodología 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 8003 con tope de presión de 30 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 27.

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
Diuron80 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 presentó 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 Puntare-

nas, y confirmó nuevamente el buen desempeño ofrecido en este mismo lugar un año atrás.

El mayor control con la mezcla Hexazinona + Diuron se presentó 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 presentó un buen control de las plantas con el adyuvante COSMO IN. La mezcla Hexazinona + MSMA con el adyuvante KAITAR presentó 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 controló 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 casos permite reducir las dosis de los herbicidas e incrementando el control de las arvenses con un menor costo.



**Figura 28**

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

### 3.1.7. Evaluación de 17 mezclas de herbicidas y adyuvantes para el control de *Digitaria* sp. en la Región 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 velloosidad (Figura 29) que impide que los herbicidas contacten y penetren foliarmente en cantidades sufi-

cientes 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.

#### Metodología 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 8003 y regulador de presión de 35 PSI, con un volumen de aplicación de 600 L/ha verificado previa calibración.

En el Cuadro 28 se detallan las mezclas evaluadas así como los porcentajes de control obtenidos a los 25 y 50 días posteriores a la aplicación.



**Figura 29**

Velloosidad presente en hojas de *Digitaria* sp.

Los resultados del Cuadro 28 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 30**

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 28.

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 Región del Pacífico 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 31).

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.

#### Metodología 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 29.



**Figura 31**

*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 29. 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 29.

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

Tratamientos	% Control	CV %	Costo \$ / ha
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 acidificación del agua con cinco coadyuvantes en mezcla de herbicidas para controlar arvenses en el cultivo de la caña de azúcar 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:

Evaluar si la eficiencia técnica de una mezcla de herbicidas se mejora, acondicionando (acidificando) el valor de pH del agua.

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.

#### Metodología 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 m<sup>2</sup>, 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 8002 y reguladores de presión de 40 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 30, 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 30.

Características de los herbicidas evaluados 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.

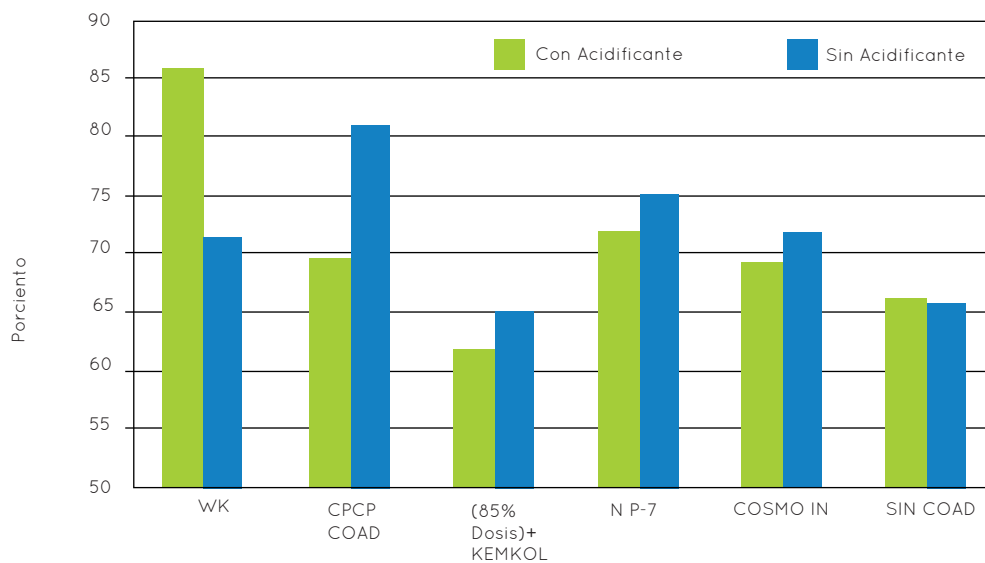
Como se observa en el Cuadro 30 y Figura 32 el único tratamiento donde la presencia del acidificante promovió y favoreció un mayor control de las malezas presentes, fue donde se utilizó el WK como coadyuvante con un valor promedio de 85,62% de control, el cual es calificado según la escala adoptada como 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 interacción 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*.

## Metodología 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 0,27m<sup>2</sup>) 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 1 ml/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 aspersion 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 32).

Los adyuvantes utilizados en esta prueba se presentan con su nombre comercial y cuya composición y características se puede observar en los Cuadro 31 A y 31 B 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*

*chinensis* 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 32, 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 32, 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 31 A.

Características de los coadyuvantes comerciales evaluados tomadas de la información contenida en las etiquetas.

Distribuidor o fabricante	Nombre comercial	Clasificación	Composición
Bayer	NP7	Emulsificante, Adherente, Humectante y Penetrante	Nonilfenol poliglicol eter
Dow	Kaitar ACT SL	Emulsificante, Humectante, Antiespumante	Acido dodecibencesulfonico Octifenoxietoxilado Isopropanol, silicona Fosfatos sodio y potasio Hidróxido sodio
Bayer	Adherente 810 SL	Emulsificante, Adherente, Penetrante, Humectante	Nonil phenoltoxilate
Farmagro	Exit 100 EC	Coadyuvante Activador	Poly metileno Poly oxi propileno Poly oxitileno ethil alkilamina
Agrocosta	Limonoil 15% SL	Surfactante, Penetrante, Solvente	Petroleun oil
Cosmocel	Inex 27,65 % L	Penetrante	Eter de polietilenglicol Glicol con óxido de etileno Dimetil polisilosano
Cristal Chem	LI 700	Acidificante, Surfactante, Penetrante	Fosfatidilcolina Acido metilacetico Aquil polioxietileno eter
Agrícola Piscis	Agrex F 32,2 SL	Penetrante, Adherente, Dispersante, Humectante, Antiespumante	Nonil fenol Polioxietileno, Diotil sulfo Succionato
Agrícola Piscis	Agrex ABC 50 SL	Acidificante, Dispersante, Humectante, Penetrante	Diotil sulfo succionato Acidificante orgánico
Agrícola Piscis	BB5 78 SL	Dispersante, Humectante, Penetrante, Antiespumante, Acidificante	Acido ortofosfórico
Fedecoop	Nufilm 17,96% L	Adherente, dispersante, Humectante, Extendedor	Pinolene
Quimia-Eurosemillas	Surfacid Coad	Acidificante, Dispersante, Adherente, Humectante, Emulsificante, Penetrante, Adherente, Antiespumante	Alcohol tridecílico polioxietileno, ácido fosfórico
Ecogreen	Indagro H	Dispersante, Penetrante	Alquil aril Sulfonato, Polietoxilato, sales sódicas, cloruro sodio

## CUADRO 31 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 Estereoespecífico	Alcohol etoxilado Aрил 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 Óxido polialquil 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
Agrícola 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	Protexil 50 SL	Surfactante	Nonil fenol etoxilado
El Colono	Agriful	Fertilizante	Ácidos 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	Breal Tjru 100 SL	Humectante, Dispersante, Penetrante	Copolimero polietileno
Ecogreen	Indagro Ácidos Húmicos 15% L	Fertilizante	Ácidos húmicos y fúlvicos
Sagal	Drexel Pas 80	Penetrante, Surfactante, Acidificante	Fosfato dicolina, acidometilacético, Eterakil polietileno
Bio Control	Kemkol 99 EC	Organo Siliconado	Aceite de soya, tensoactivos
Sagal	Sagafilm	Adherente y Dispersante	Mezcla de resinas acrílicas
Suplidora Verde	Couple 46,5 SL	Compatibilizador	Ácido carboxílico orgánico
Suplidora Verde	AminoFeed UV	Fertilizante Foliar	Proteínas, aminoácidos y carbohidratos

## CUADRO 32.

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	Protexil 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	Aminofeed 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 gramínicida. En el siguiente Cuadro 33 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 33.

Control de *Rottboellia cochinchinensis* ejercido por la mezcla de Diuron + Terbutrina y los coadyuvantes más efectivos.

Coadyuvantes	Porcentaje control		
	Diuron	Terbutrina	Total
Indagro Acidos Húmicos	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 34 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 34.

Control de *Rottboellia cochinchinensis* ejercido por la mezcla de Diuron + Ametrina y los coadyuvantes más efectivos.

Coadyuvantes	Porcentaje control		
	Diuron	Ametrina	Total
Adherente 810	95	75	170
Protexil	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 32 son pocos los coadyuvantes que responden positivamente con el herbicida Hexazinona.

## CUADRO 35.

Control de *Rottboellia cochinchinensis* ejercido por la mezcla de Diuron + Hexazinona y los coadyuvantes más efectivos.

Coadyuvantes	Porcentaje control		
	Diuron	Hexazinona	Total
Protexil	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 36.

## CUADRO 36.

Control de *Rottboellia 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 Húmicos	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 azúcar.

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 agregó el coadyuvante y su pH final de la mezcla.

En el Cuadro 37 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 37.

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

Mezclas de herbicidas y coadyuvantes	pH agua	pH mezcla
<b>1. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 2 l/ha + 2,4-D 2 l/ha + 1,77 l ml/l</b>		
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
<b>2. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 2 l/ha + 2,4-D 2 l/ha + Cosmo in 1 ml/l</b>		
Agua + Cosmo in	6,72	6,8
Agua + Diuron + Ametrina + 2,4-D + Cosmo in	6,72	6,56
<b>3. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + Transpore 1 ml/l</b>		
Agua + Transpore	6,41	6,68
Agua + Diurón + Ametrina + 2,4-D + Transpore	6,41	6,51
<b>4. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + NP7 1 ml/l</b>		
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
<b>5. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + Limonoil ml/l</b>		
Agua + Limonoil	6,47	6,72
Agua + Diuron + Terbutrina + 2,4-D + Limonoil	6,66	7,88
<b>6. Diurón 80 WG 2 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + WK 1 ml/l</b>		
Agua + WK	7,00	6,96
Agua + Diurón + Terbutrina + 2,4 + WK	7,00	7,19
<b>7. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D l/ha + L 77 1 ml/l</b>		
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

Mezclas de herbicidas y coadyuvantes	pH agua	pH mezcla
<b>8. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha + Transpore 1 ml/l</b>		
Agua + Hexazinona + Terbutrina + 2,4-D + Transpore	6,74	7,06
<b>9. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Diurón 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2l /ha + Cosmoin 1 ml/l</b>		
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
<b>10. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Diurón 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 L/ha + WK 1 cc/L</b>		
Agua + Hexazinona + Diurón + 2,4-D + WK	6,47	6,50
<b>11. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + MSMA 72 SL 3 l/ha + 2,4 d 2 l/ha</b>		
Agua + MSMA	6,44	5,82
Agua + Hexazinona + MSMA	6,44	5,82
Agua + Hexazinona + MSMA + 2,4-D	6,44	5,56
<b>12. Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + Ametrina 50 SC 3 l/ha + 2,4-D 2 l/ha</b>		
Agua + Terbutrina	7,00	7,54
Agua + Terbutrina + Ametrina	7,00	7,86
Agua + Terbutrina + Ametrina + 2,4-D	7,00	7,29
<b>13. Pendimentalina 50 EC l/ha + Terbutrina 80 WG 2 kg/ha + 2,4-D 2 l/ha</b>		
Agua + Pendimentalina	7,00	6,92
Agua + Pendimentalina + Ametrina	7,00	7,84
Agua + Pendimentalina + Terbutrina + 2,4-D	7,00	7,13
<b>14. Hexazinona 75 WG 0,3 kg/ha + Ametrina 50 SC 3 l/ha + 2,4-D 2 l/ha</b>		
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. Evaluación 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 graminicida 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.

## Metodología 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 38.

Características de los productos evaluados en este estudio.

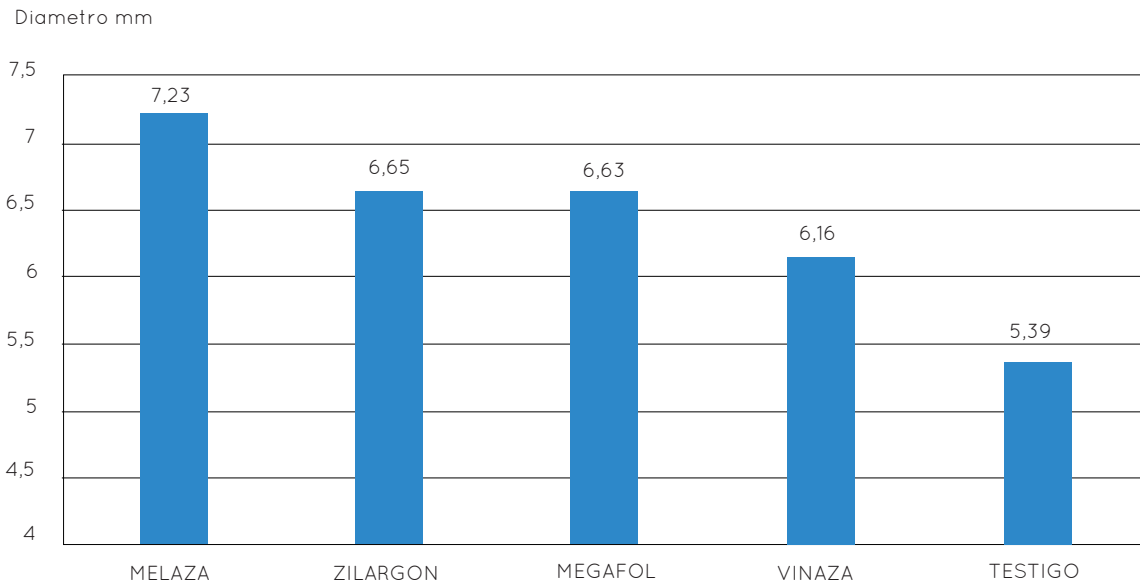
Productos	Característica	Composición
Melaza (10 gr / l)	Subproducto azúcar	Azúcares simples y ceniza
Zilargon (2 l / ha)	Enmienda org. líquida	Acidos húmicos y micro elementos
Megafol (2 l / ha)	Fertilizante foliar	Aminoácidos y potasio
Vinaza (5 l / ha)	Suproducto del alcohol	Alto en potasio y otros 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 alcanzo la edad de 2 meses aproximadamente, se asperjo 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 atenuan-

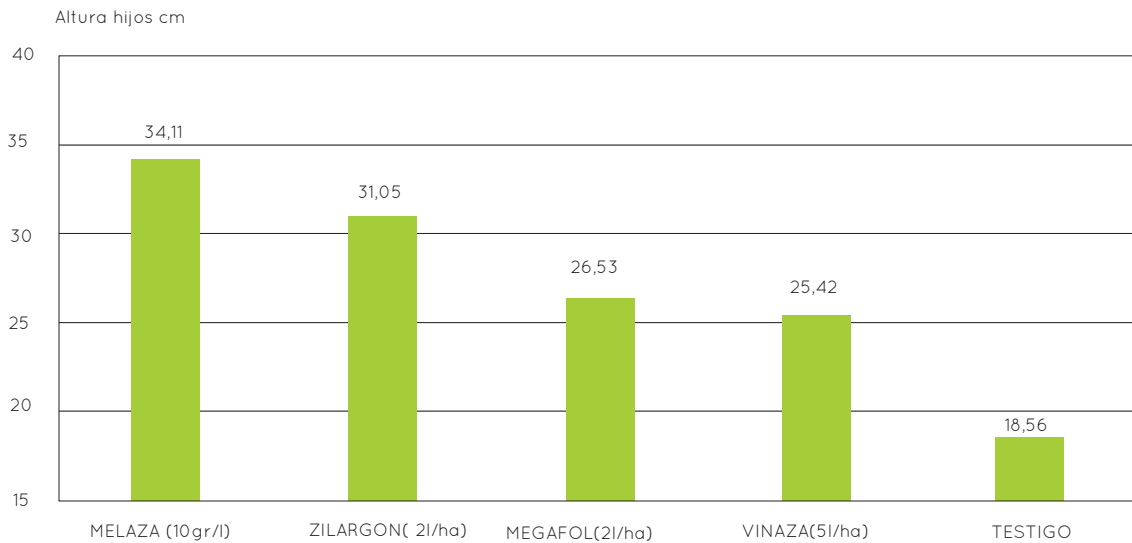
tes fitotóxicos, en primer lugar sobresalió el tratamiento con Melaza y posteriormente Zilargon y Megafol en ambas variables, por su parte el tratamiento testigo con herbicida pero sin atenuante presento el desarrollo más bajo, confirmando con ello que el herbicida MSMA afectó el crecimiento normal del 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 Región 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.

#### Metodología 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 39. 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 Al 11003 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 39.

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 SL 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 2 l + 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 + WL 1 ml/l
6	Diuron 80 WG 2 kg + Ametrina 50 SC 3 l + Triclopir 48 EC 0,5 + Cosmo In 1 ml/l

Como se observa en el Cuadro 40, 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.

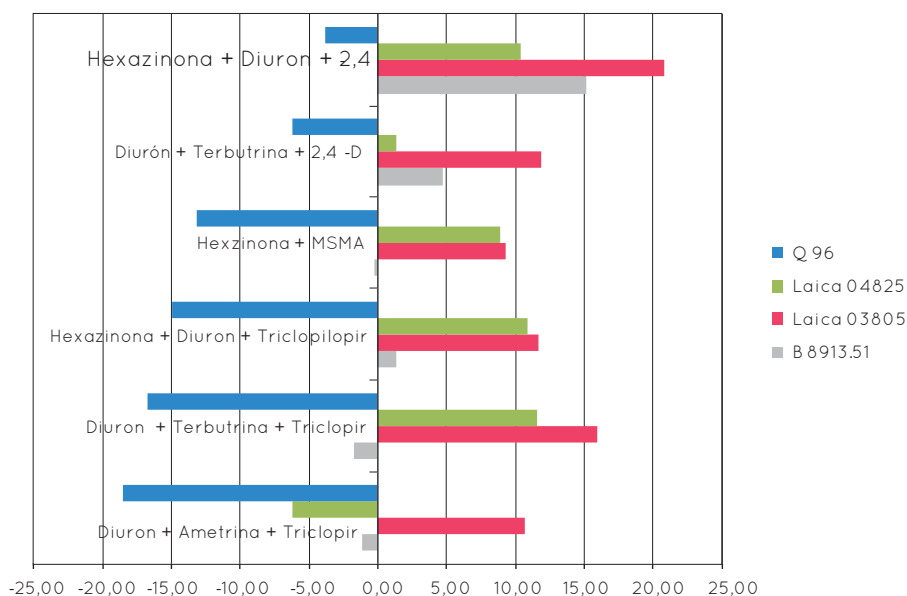
## CUADRO 40.

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 891351	Laica 03805	Laica 04825	Q 96	Promedio
Diuron + Ametrina + Triclopir	-1,16	10,66	-6,22	-18,49	<b>-3,80</b>
Diuron + Terbutrina + Triclopir	-1,78	16,00	11,56	-16,71	<b>2,27</b>
Hexazinona + Diuron + Triclopir	1,33	11,64	10,85	-14,93	<b>2,22</b>
Hexazinona + MSMA	-0,27	9,33	8,89	-13,16	<b>1,20</b>
Diuron + Terbutrina + 2,4-D	4,71	11,91	1,34	-6,22	<b>2,94</b>
Hexazinona + Diuron + 2,4 - D	15,11	20,80	10,40	-3,82	<b>10,62</b>
<b>Promedio</b>	<b>2,99</b>	<b>13,39</b>	<b>6,14</b>	<b>-12,22</b>	

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 Región 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 él 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 (quemadura, 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 de 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.

#### Metodología 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 41 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 72 1210 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 pérdida 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 2086 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 41 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 41.

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	Variedades comerciales				Promedio %
	% TM/ha				
	CP 72 1210	NA 56 42	B 74 132	CP 72 2086	
Diuron 80 WG (4 kg/ha)	-20,38	-10,34	-4,29	2,21	<b>-8,20</b>
Ametrina 80 WG (4 kg/ha)	-5,10	-6,21	2,86	1,47	<b>-1,74</b>
Terbutrina 80 WG (4 kg/ha)	-10,83	-2,07	7,14	2,21	<b>-0,89</b>
Hexazinona 75 WP (0,6 kg/ha)	-14,01	-9,66	-10,71	14,71	<b>-4,92</b>
MSMA 72 SL (2 lt/ha)	-8,92	-10,34	-12,86	18,38	<b>-3,43</b>
2,4-D 60 SL (4 lt/ha)	-4,46	-23,45	-5,00	22,79	<b>-2,53</b>
Testigo	157	145	140	136	
<b>Promedio %</b>	<b>-9,10</b>	<b>-8,87</b>	<b>-3,27</b>	<b>8,82</b>	



### 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 éstos varios herbicidas. De igual forma que los estudios anteriores, las variedades pueden presentar susceptibilidad a aunque los herbicidas que compo-

nen 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 prepon-

derante, 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.

### Metodología 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 42. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en arreglo factorial de 45.y se les aplico 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 8003 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 la 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 42.

Mezclas de herbicidas aplicados a las diferentes parcelas del 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 + 1 cc/l
3	Diuron 80 WG + Terbutrina 80 WG + Flash 7,5 SL + WK	2 kg + 2 kg + 2 l + 1 cc/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 43 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 mencionó fue la compuesta por Diuron + Ametrina, seguida por la mezcla Diuron + Terbutrina. En el Cuadro 44 se presenta el resultado de dos cosechas realizado a este estudio y donde se observa que los resultados son bastante consistentes entre sí 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 43.

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

Herbicidas	Variedades comerciales				Promedio %
	% TM/ha				
	RB 867515	NA 85 1642	NA 5642	CP 72 2086	
Mezcla 1	1,31	-5,18	-13,37	-4,64	<b>-5,47</b>
Mezcla 2	5,15	-9,13	-1,28	3,31	<b>-0,49</b>
Mezcla 3	6,28	-14,46	-27,57	-13,87	<b>-12,40</b>
Mezcla 4	-10,01	-10,20	-25,44	-11,44	<b>-14,27</b>
Mezcla 5	-11,17	-19,05	-22,92	-7,01	<b>-15,04</b>
Testigo	141,82	138,97	168,18	157,2	
<b>Promedio %</b>	<b>-1,69</b>	<b>-11,60</b>	<b>-18,12</b>	<b>-6,73</b>	

### CUADRO 44.

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

Tratamientos	Variedades comerciales								Promedio %
	% TM caña/ha								
	RB 867515		NA 85 1642		NA 5642		CP 72 2086		
	1 soca	2 soca	1 soca	2 soca	1 soca	2 soca	1 soca	2 soca	
Mezcla 1	1,37	1,31	-17,21	-5,18	32,52	-13,37	-14,43	-4,64	<b>-2,46</b>
Mezcla 2	5,95	5,15	-23,86	-9,13	18,77	-1,28	-2,68	3,31	<b>-0,47</b>
Mezcla 3	10,02	6,28	-23,83	-14,46	12,51	-27,57	12,94	-13,87	<b>-4,75</b>
Mezcla 4	-10,50	-10,01	-31,74	-10,20	-0,22	-25,44	-4,09	-11,44	<b>-12,96</b>
Mezcla 5	-10,11	-11,17	-26,40	-19,05	4,94	-22,92	2,13	-7,01	<b>-11,20</b>
<b>Promedio %</b>	<b>-0,65</b>	<b>-1,69</b>	<b>-24,61</b>	<b>-11,6</b>	<b>13,7</b>	<b>-18,12</b>	<b>-1,23</b>	<b>-6,73</b>	

### 3.8. Evaluación de 9 herbicidas utilizados para el control de arvenses dicotiledóneas en la caña de azúcar en la Región 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:

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.

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.

#### Metodología 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 3.515,5 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 m<sup>2</sup>, 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 45), 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 45.

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 46.

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 46 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 47 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 47

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	
<b>Promedio</b>	142,68	84	11,98	no aplica	<b>98,22</b>

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 47 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 azúcar.**

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, ambien-

talmente 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 hidra-

tación de la cutícula, el área total de contacto sobre la superficie foliar y mejorar la distribución de la aspersion.

El periodo que transcurre entre la aplicación de un herbicida al follaje y la ocurrencia de una lluvia o de un riego por aspersion o micro aspersion, 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.

## Metodología 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 1.000 msnm y se encuentra a 10°05'18" latitud Norte y 84°17'09" 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 m<sup>2</sup> 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.

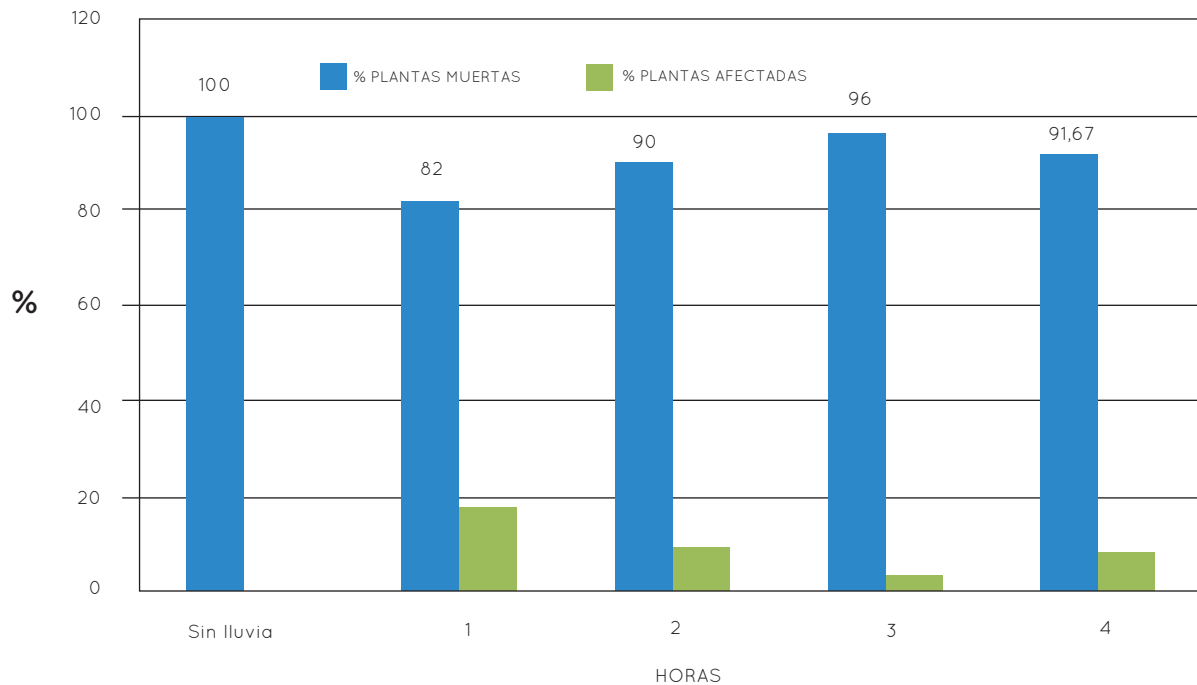
La aplicación de los herbicidas se hizo cuando las plantas alcanzaron una altura los herbicidas se efectuó utilizando una bomba de mochila marca Carpi equipada con boquilla Teejet AI 11003 y tope de presión de 35 PSI. Este equipo se calibró para asperjar un volumen equivalente a 338 L/ha.

La simulación de la lluvia se realizó con un aspersor acoplado 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.

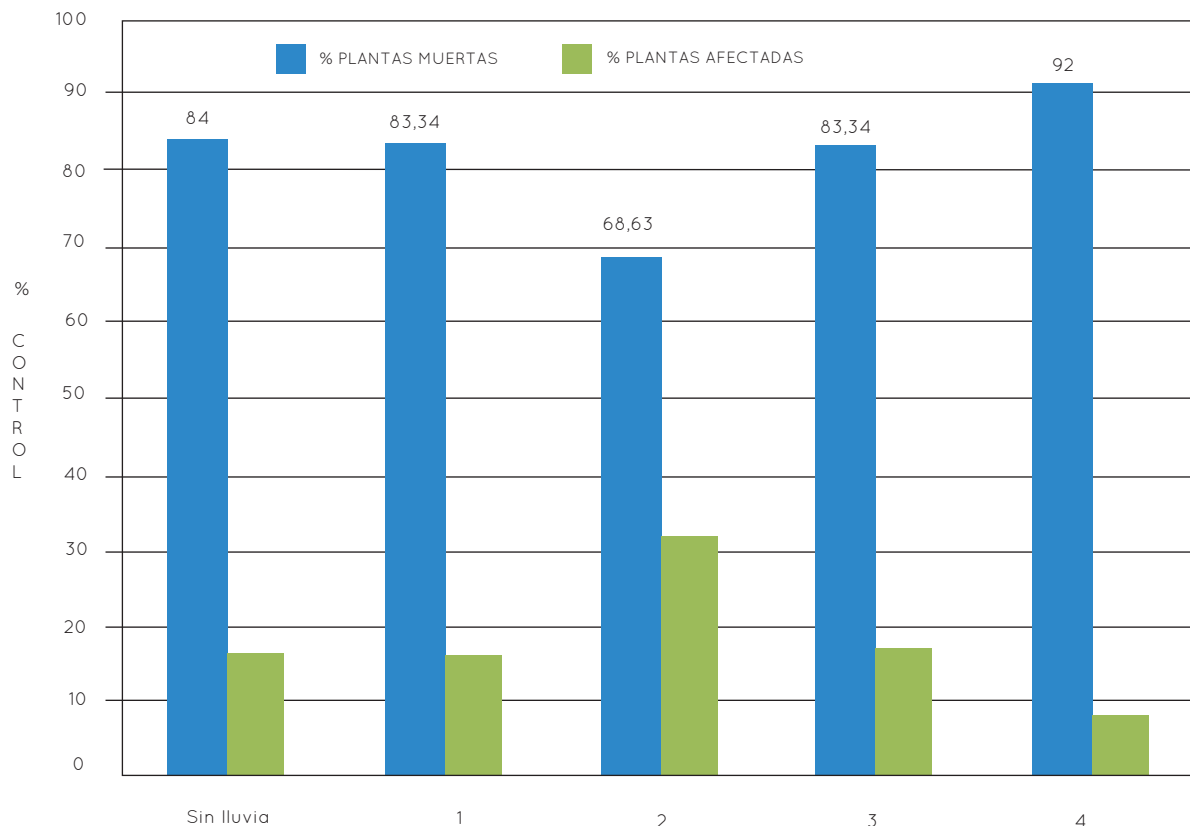


**Figura 39**

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.



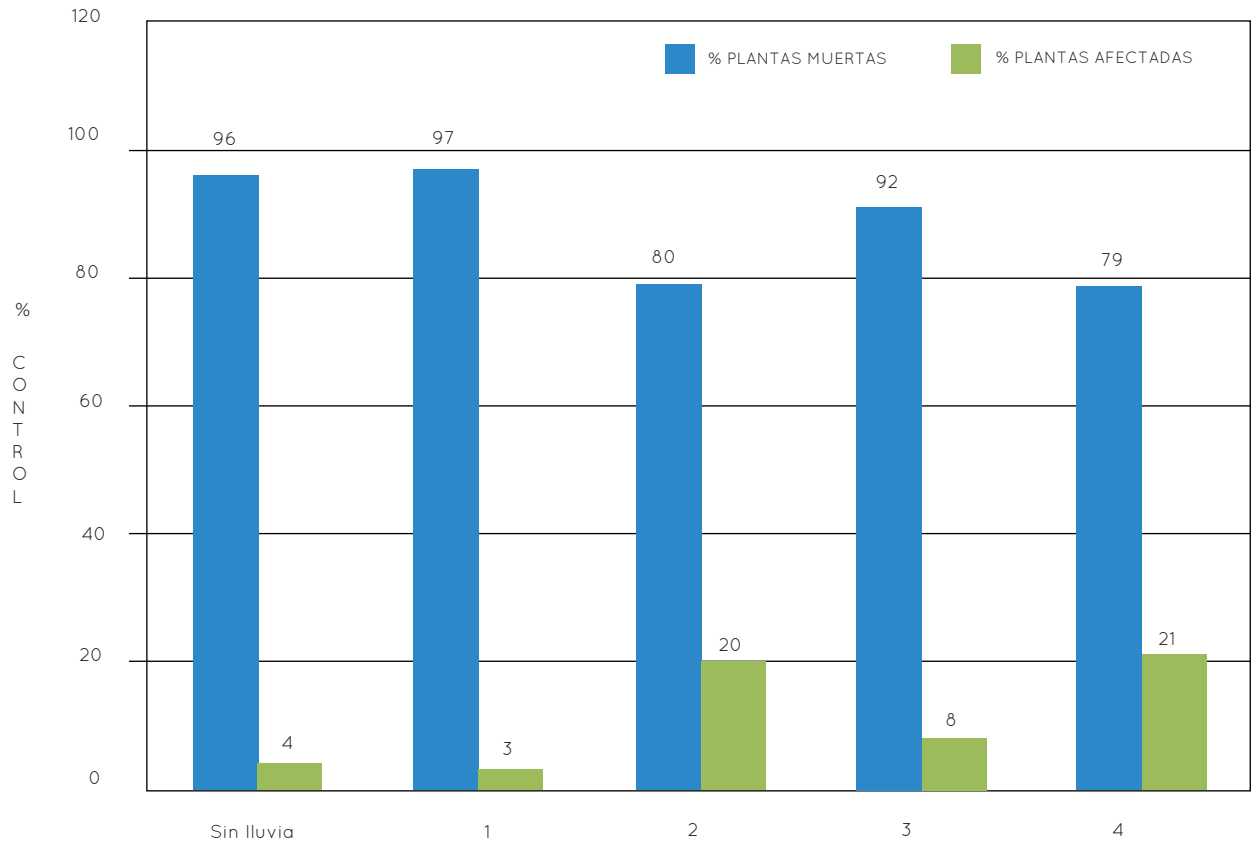
**Figura 40**

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 %.

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.



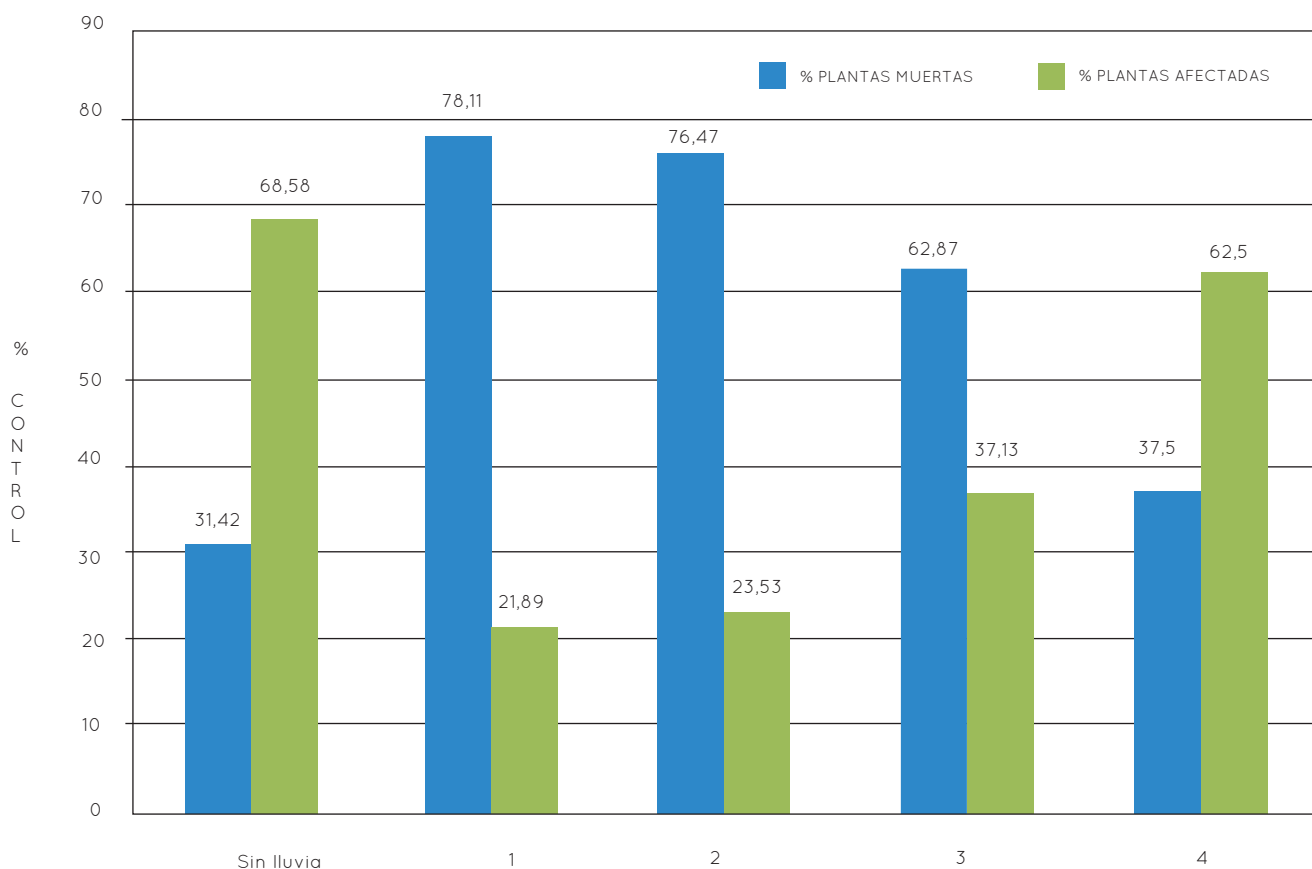
**Figura 41**

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

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)



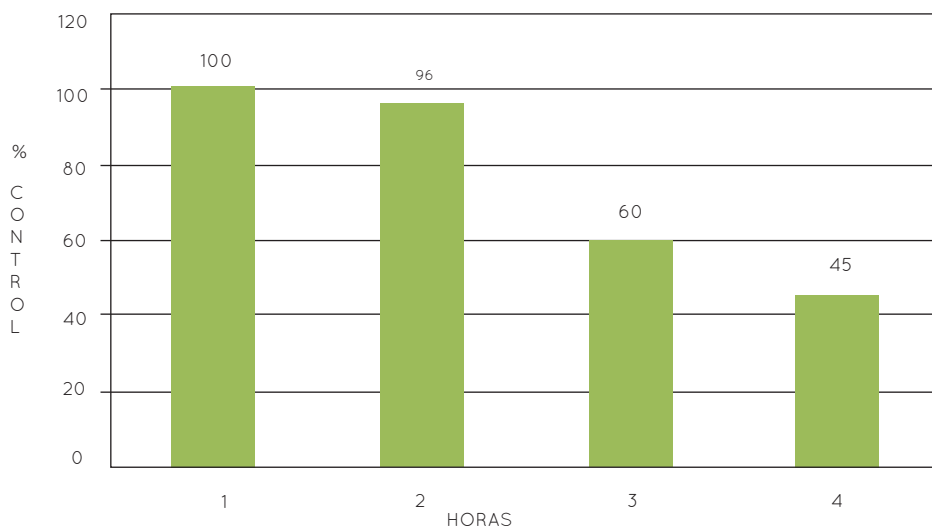
**Figura 42**

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 éste fue aplicado solo y no en mezcla.

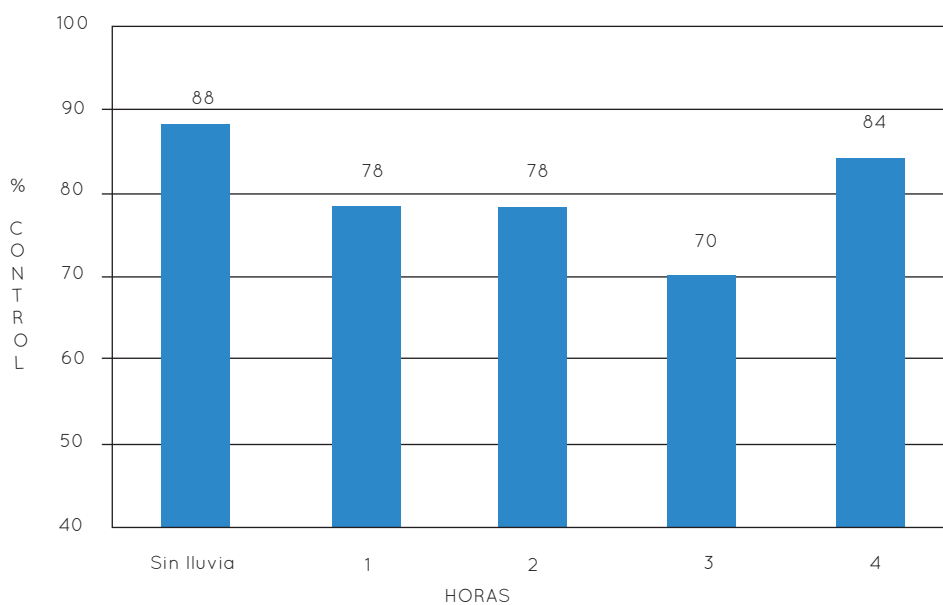


**Figura 43**

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.

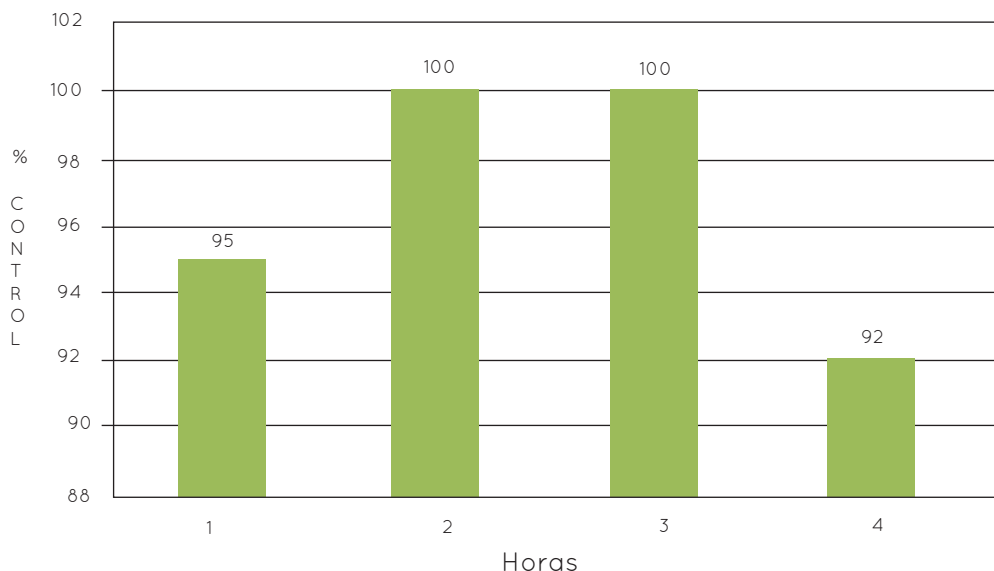
En la Figura 44 se observa la respuesta a diferentes periodos libre de precipitación de la mezcla **Diuron + Terbutrina** y donde la ausencia de lluvias no afecto el control ejercido por esta mezcla, el efecto en la presencia de lluvias 1 y 2 horas después de la aplicación resto el efecto únicamente 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.



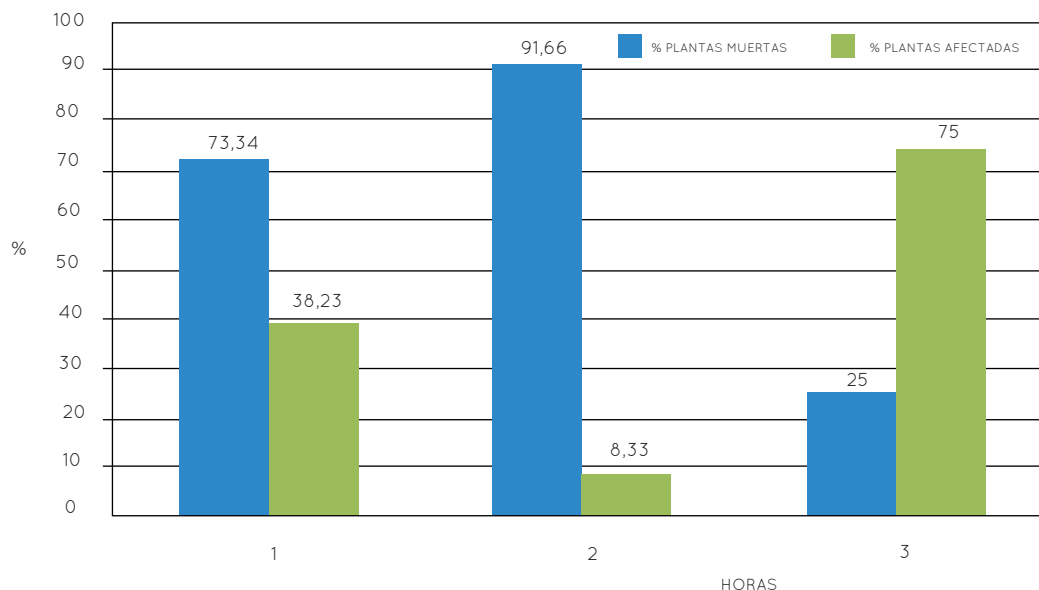
**Figura 45**

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, adaptación y evaluación 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.

#### Metodología 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 48 se ilustran los tiempos de aplicación logrados al comparar ambos esquemas de aplicación

## CUADRO 48

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 01	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 48) 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 8002 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 48, 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 8002 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.

## Revisión de Literatura

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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
- García T, L; C Fernández 1991. Fundamentos sobre Malas Hierbas y Herbicidas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España.
- 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.
- 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.
- 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.

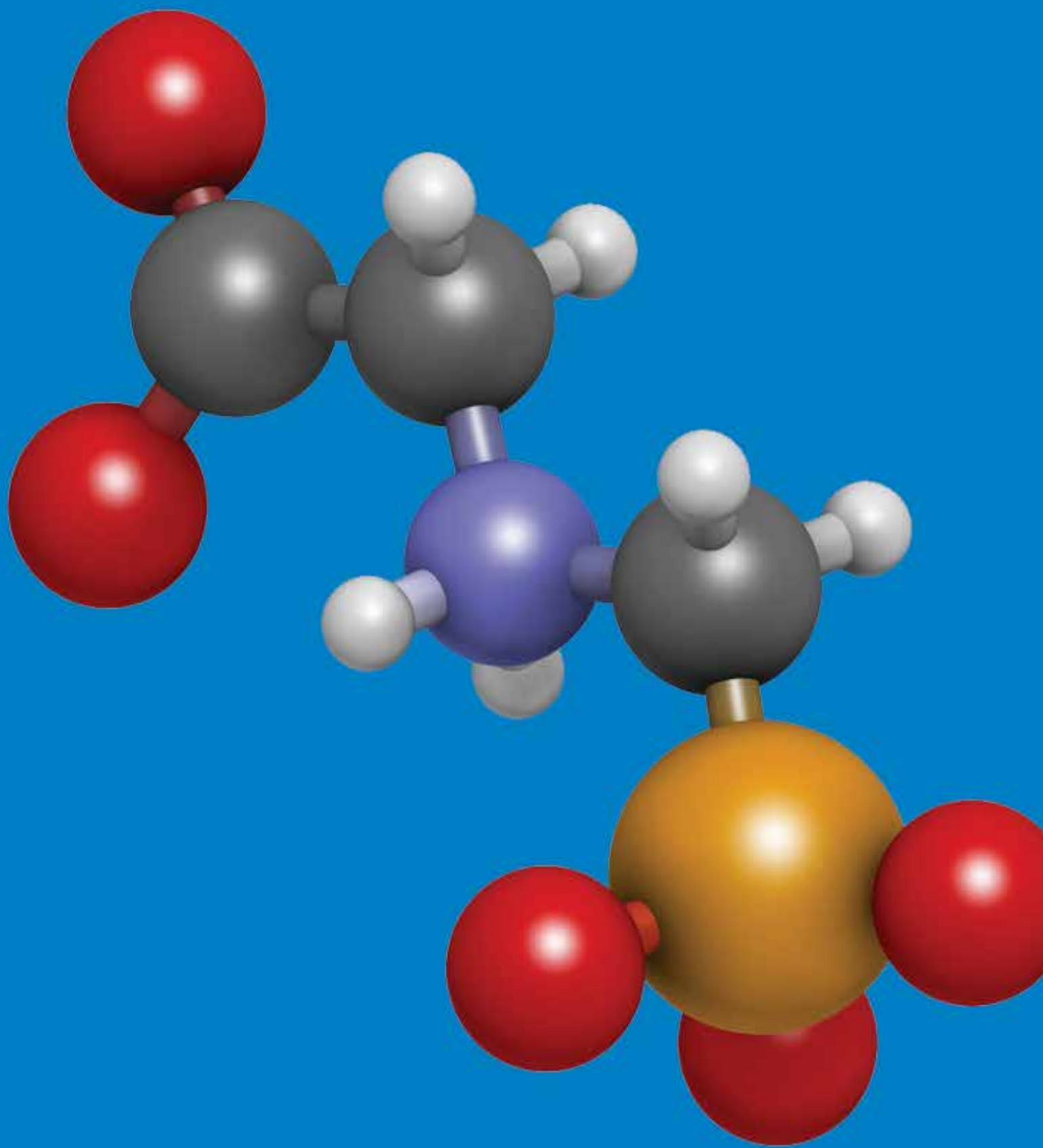
- Kogan, M 2000.Periodo Libre de Precipitaciones Requerido por Glifosato para el control de Chufa purpura. *Cyperus rotundus* L. *Ciencias Investigación Agrícola* 27:21 - 25 [www.agris.fao.org](http://www.agris.fao.org).
- Kogan, M.2001.Uso de Adyuvantes para disminuir el efecto del lavado del Glifosato desde el Follaje de *Cyperus rotundus* L .Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Pontificia, Universidad Católica de Chile. *Ciencias Investigación Agrícolas* 28(3):151 - 156pConsultado en [www.agronomico.uc./index](http://www.agronomico.uc/index).
- 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.
- 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](http://www.agris.fao.org).
- 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>.
- Pitty, A; Muñoz, R. 1975. Guía Práctica para el Manejo de Malezas. Colegio Zamorano, San Pedro de Sula, Honduras. 220 p.
- 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/cuadernos301](http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos301)*
- 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/cuadernos300](http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos300)*
- 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](http://www.agris.fao.org).
- Villegas.TF; Torres .S,J .1994. Evaluación de Herbicidas para el control de caminadora. *Rev. Sugar Journal*. Vol. 96. No 1143 Pag 113





## Agradecimientos

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.



# Uso del glifosato en caña de azúcar: posibilidades y limitaciones

Primo L. Chavarría Córdoba<sup>5</sup>, Ph. D.

## 1. Introducción

En caña de azúcar el efecto de las malezas puede reducir el rendimiento de manera muy significativa; en situaciones extremas, esa reducción puede ser hasta del 30% o aún más. Es por tal razón que en éste, como en casi todos los cultivos, el manejo convencional de malezas tiene el propósito eliminar todas las especies que aparezcan en la plantación y mantener el terreno totalmente limpio al menos hasta el cierre (90-120 días) y, en lo posible, hasta la cosecha. Para eso se cuenta con un buen número de herbicidas eficaces y suficientemente selectivos, lo que constituye la principal herramienta para lograrlo.

No obstante lo anterior, debido a que el ciclo de la caña es muy prolongado, en la mayoría de los casos el referido propósito no se puede lograr con una sola aplicación de alguno de esos herbicidas, debido a que varias especies tienen la posibilidad de germinar y establecerse después de que su período de permanencia activa en el suelo haya terminado. En tales situaciones es necesario recurrir en primer lugar a la mezcla de herbicidas que se complementen en su modo de acción, en su efecto residual y en la capacidad de penetrar en el perfil del suelo; en segundo lugar, se deben controlar los “escapes” efectuando aplicaciones adicionales según

sea necesario, las que incluyen el “parchoneo” con herbicidas menos selectivos para la caña y a veces hasta con glifosato, un herbicida que no lo es del todo, por lo que sólo debería asperjarse en situaciones donde se pueda asegurar que no haya contacto con el cultivo.

Por otra parte, el glifosato también se ha venido usando en caña como madurante, con el fin de lograr un incremento adicional en la producción de sacarosa, lo cual es congruente con la meta final del cultivo, pero involucra algunos riesgos que es conveniente analizar.

En el presente trabajo se hace un análisis muy breve del manejo convencional de las malezas en el cultivo de la caña y se señalan las posibilidades de utilizar glifosato en aplicaciones complementarias para resolver problemas específicos. Se enfatiza en las características de este herbicida que imponen limitaciones para su aplicación por aspersión tradicional, y se plantea la alternativa de aplicarlo mediante un sistema de aplicación dirigida. Se hace referencia también a las ventajas y a las posibles consecuencias del uso de este herbicida como madurante, teniendo en cuenta sus efectos fisiológicos y la residualidad del producto en la cepa de la caña.

---

<sup>5</sup> Profesor catedrático retirado de la Universidad de Costa Rica. Consultor privado.

## 2. Consideraciones sobre el manejo convencional de malezas

Esta presentación no tiene el propósito de dar recomendaciones específicas ni de hacer un análisis exhaustivo del uso de herbicidas en caña. Las consideraciones que se hacen a continuación son más bien de carácter general con el fin de que sirvan de marco de referencia para el desarrollo de los otros temas.

Antes de iniciar una plantación de caña es conveniente eliminar en lo posible las malezas de reproducción vegetativa como el *Cynodon dactylon* y el *Cyperus rotundus*, que normalmente aparecen en parches y se pueden controlar mediante aplicaciones localizadas con glifosato.

Luego vienen las diferentes labores de preparación del suelo para la siembra, cada una de las cuales deberían servir no solo para el acondicionamiento del suelo, en sentido estricto, sino que deben hacerse de manera escalonada y, en lo posible, con suministro de humedad para promover la germinación de malezas y eliminarlas con el siguiente paso de maquinaria.

Después de la siembra debe transcurrir el tiempo adecuado para la germinación del mayor número de malezas, antes de hacer la primera aplicación de herbicidas, pero teniendo en cuenta el modo de acción y la selectividad de los productos escogidos, para determinar el momento de aplicarlos. Usualmente se utilizan mezclas de al menos dos herbicidas, con el fin de lograr un control adecuado de malezas de hoja ancha y de gramíneas o zacates. El control de estos últimos resulta más difícil en presencia de las plantas de caña, debido a la afinidad morfológica y fisiológica que ellos tienen con el cultivo. Sin embargo, como los hijos de la caña disponen de una reserva de carbohidratos en la semilla, pueden tolerar muy bien la aplicación de herbicidas inhibidores de la fotosíntesis

como algunas ureas sustituidas y triazinas simétricas, que se utilizan frecuentemente. En caso necesario, algunos de estos herbicidas pueden aplicarse en etapas más tardías del cultivo pero debe valorarse el riesgo involucrado porque, aunque el cultivo puede reponerse del efecto de ellos, esto puede ocasionar retrasos en el crecimiento y algún costo en la producción de azúcar, debido a la suspensión temporal de la fotosíntesis, que es el mecanismo fisiológico que tiene la planta para fabricarlo. Si ese riesgo es muy elevado, deben buscarse los herbicidas más apropiados y los métodos de aplicación idóneos para disminuir la exposición del cultivo.

**A. Tratamiento más tradicional.** La mezcla de diurón con 2,4-D ha sido durante varias décadas un tratamiento muy usado, porque es bastante efectivo y consistente, en virtud de que no requiere de condiciones muy específicas de clima o suelo para funcionar, además de que resulta bastante económico. También esta mezcla tiene mucha flexibilidad respecto al momento de aplicación, ya que se puede aplicar desde antes de la emergencia de la caña hasta etapas muy posteriores.

Por otra parte, los dos herbicidas de esta mezcla se complementan muy bien por la actividad de preemergencia y de postemergencia temprana del diurón, que permite controlar malezas de hoja ancha y gramíneas desde el inicio, mientras que el 2,4-D tiene un efecto complementario y más específico sobre malezas de hoja ancha, principalmente cuando se aplica en las etapas más tardías del cultivo. No obstante, este tratamiento no resulta suficiente para el control de algunas malezas como *Rottboelia cochinchinensis*.

*chinensis*, *Panicum máximum*, *Sorghum halepense* o *Cynodon dactylon*. Para lograr un mejor control de estas especies, se acostumbra combinar el diurón con hexazinona, terbutrina o MSMA (Bolaños 2015).

**B. Tratamiento de mayor uso actual.** Un estudio efectuado en Costa Rica reveló que el herbicida de mayor uso actual es la terbutrina, tanto para aplicaciones en preemergencia, como en postemergencia temprana o tardía. La terbutrina se combina a menudo con otras triazinas como la atrazina, y es particularmente útil en mezcla con MSMA para el control de escapes de *Rottboellia cochinchinensis*, una de las malezas que en la actualidad ocasionan mayores problemas en la mayoría de las plantaciones del país (Bolaños 2015).

**C. Otros herbicidas de uso frecuente.**

**i. Pre-emergentes.** Además del diuron y la terbutrina que ya se mencionaron, se utilizan en caña otros herbicidas preemergentes del grupo de las triazinas simétricas como la atrazina y la ametrina, al igual que algunas triazinas asimétricas como el metribuzin y la hexazinona, todos los cuales inhiben la fotosíntesis. También se utiliza la pendimetalina y el acetolaclo, que impiden la división celular, así como el clomazone y el isoxaflutole que inhibe la formación de la clorofila y otros pigmentos. Cabe señalar que ninguno de estos herbicidas tiene la capacidad de actuar sobre semillas que están en estado de quiescencia o de latencia; en otras palabras, las semillas deben al menos iniciar la germinación y, en la mayoría de los casos, el efecto se produce hasta que las plántulas de las malezas emergen. De aquí se deriva que el mejor resultado con estos herbicidas sólo se puede

lograr cuando se aseguran las condiciones necesarias para que ocurra la germinación de las malezas.

**ii. Post-emergentes selectivos.** Varios herbicidas post-emergentes que se usan en caña funcionan como auxinas sintéticas y son bastante específicos para malezas de hoja ancha, por lo que se denominan como selectivos para este cultivo; entre estos tenemos el 2,4-D, el MCPA, el dicamba y el picloram. Otros herbicidas que pertenecen al grupo de las sulfonilureas como el metsulfuron, el halosulfuron y el trifloxysulfuron, son inhibidores de la síntesis de aminoácidos y son particularmente útiles para el control de ciperáceas, aunque también actúan sobre malezas de hoja ancha; estos tienen una buena selectividad para la caña dentro de cierto rango de dosis y otras condiciones.

**iii. Post-emergentes con selectividad relativa o marginal.** Aquí se incluyen herbicidas como el MSMA o el asulam que son útiles para controlar algunas gramíneas y son bien tolerados por la caña, pero la razón no se sabe con claridad; también puede incluirse en esta categoría el imazapic y terbutrina que antes se mencionó.

**iv. Post-emergentes no selectivos.** Estos son herbicidas de uso mucho más restringido porque ocasionan una seria afectación a la caña, excepto que el sistema de aplicación garantice que no se intercepta al cultivo. Entre ellos se incluye el paraquat, el glufosinato de amonio y el glifosato. Este último merece un análisis más exhaustivo que se plantea a continuación.

### 3. Características del glifosato

El glifosato presenta características excepcionales que lo han posicionado como el herbicida más exitoso y de mayor uso de la historia. En la Figura 1 se ilustran esquemáticamente las principales relaciones metabólicas que ocurren en las plantas, y en la Figura 2 se representan las

afectaciones que les ocasiona el glifosato a partir del bloqueo de la ruta metabólica del ácido shiquímico, una compleja y fundamental serie de reacciones bioquímicas que es consustancial a todo tipo de plantas.

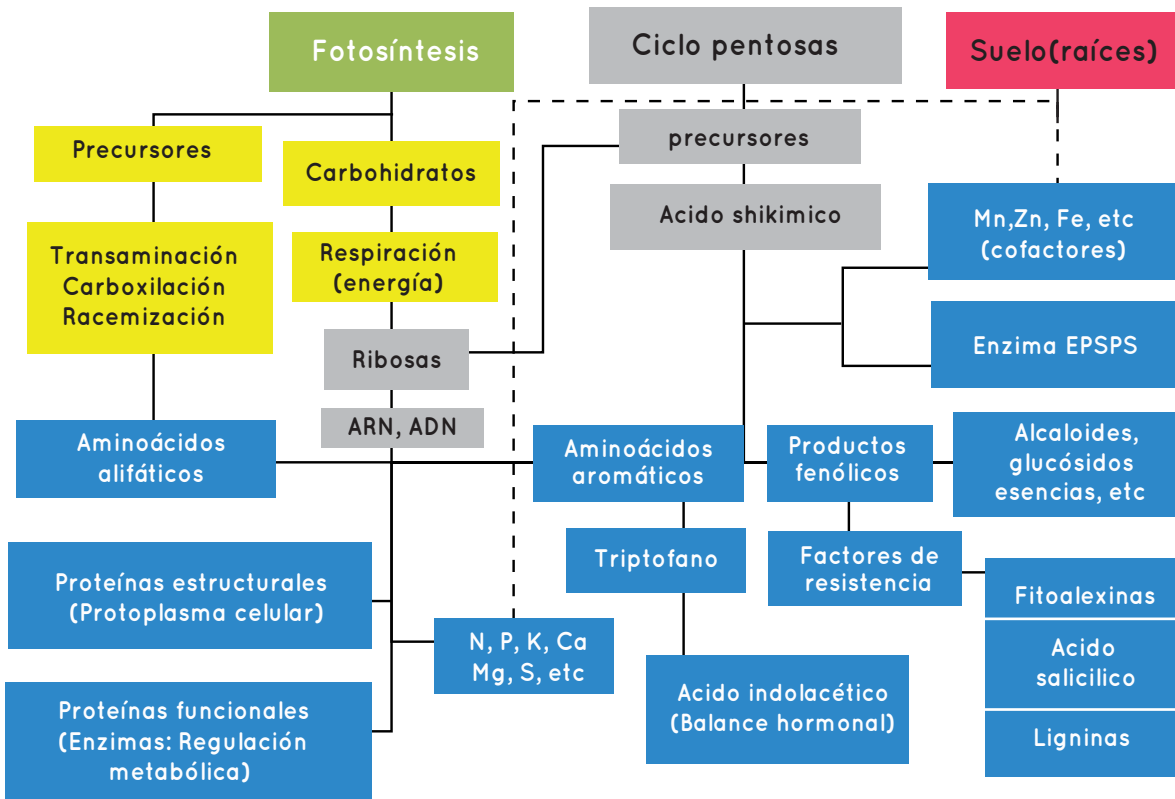
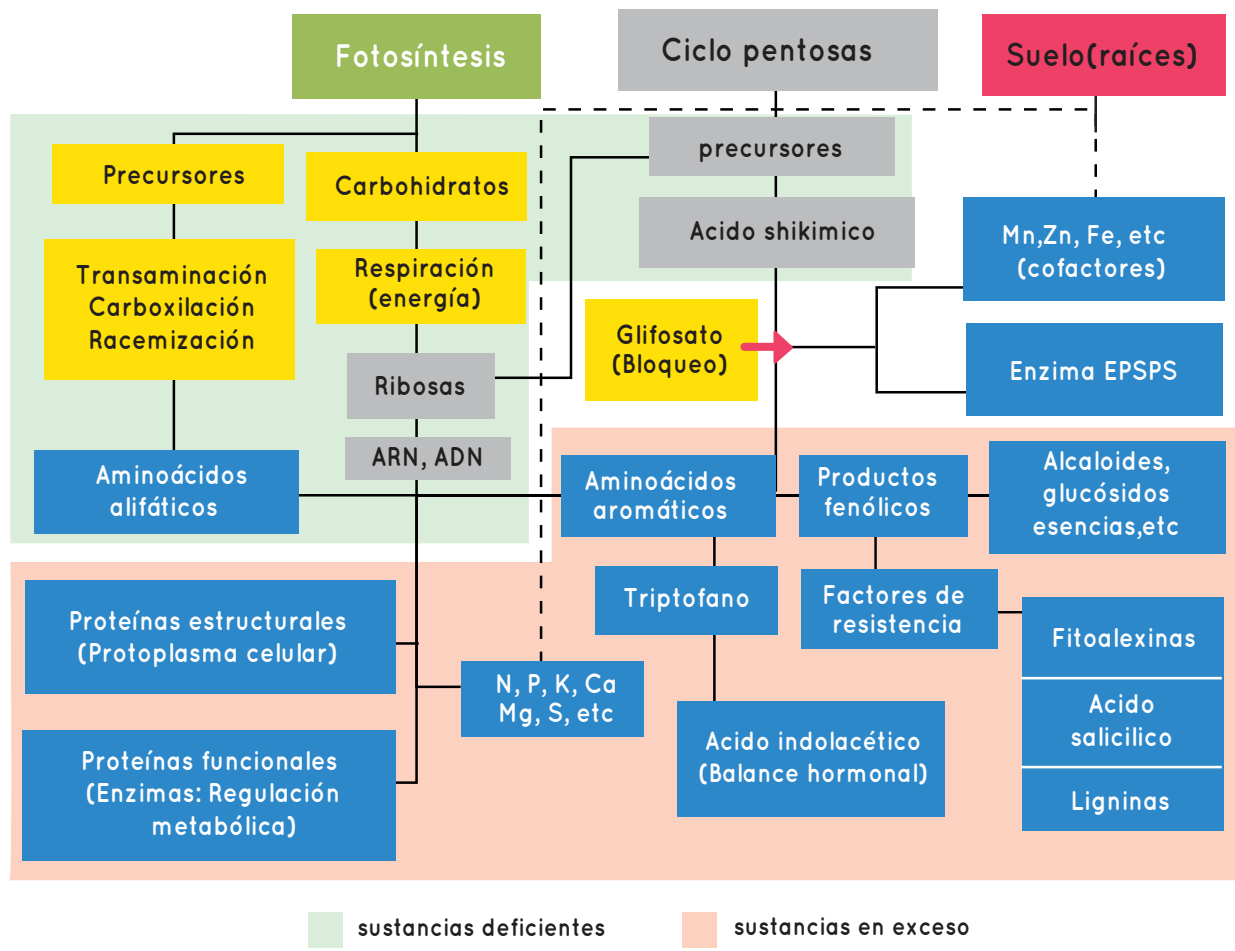


Figura 1.

Interacciones metabólicas en las plantas. Arreglo conceptual: el autor 2015.



**Figura 2.**

Consecuencias del efecto del glifosato. Arreglo conceptual: el autor 2015.

Se indican con fondo rojo las sustancias que pasan a ser deficientes y con fondo verde las que pasan a estar en exceso. Sobre la base de esas dos figuras, es posible comprender mejor las características del glifosato que se enumeran a continuación, conjuntamente con las implicaciones de su uso inadecuado en cultivos, lo que se resume de la siguiente manera:

- a. **Modo de acción.** Específicamente, lo que el glifosato hace es inhibir la acción de la enzima 5-enolpiruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS), que es indispensable para que el ciclo de esas reacciones se inicie. Como consecuencia de ese bloqueo se suspende la producción de tres aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano) que son indispensables para la producción de proteínas, tanto las estructurales, que son el principal componente de las células y los tejidos, como de las funcionales que son las enzimas necesarias para catalizar todas las reacciones metabólicas de las plantas (Ver Figura 2).
- b. **Amplio espectro de control.** El glifosato puede actuar sobre cualquier planta porque en todas funciona la ruta metabólica que este herbicida interrumpe.
- c. **Efectividad.** El resultado de la afectación descrita en el punto 1 es la alteración integral de todos los procesos metabólicos de las plantas, lo que les produce un deterioro progresivo que culmina con su muerte, por lo que este herbicida es casi infalible si se aplica en las dosis y la forma correctas.
- d. **Persistencia en las plantas.** El glifosato no se descompone dentro de las plantas. Lo único que le ocurre es una pequeña transformación que lo convierte en el ácido amino-metilfosfónico (AMPA), el cual sigue siendo

fitotóxico, aunque por un mecanismo menos conocido que implica, entre otras cosas, la inhibición de la síntesis de ALA que es precursor de la clorofila, así como la acumulación de radicales libres que producen la oxidación o “quemadura” de los tejidos (Reddy y Duke, 2009).

- e. **Posibilidad de recuperación de las plantas.** De los puntos anteriores se desprende la gran dificultad de lograr la recuperación total de las plantas intoxicadas con glifosato, aun cuando ellas hayan sido expuestas a la aplicación de dosis subletales.
- f. **Comportamiento en el suelo.** El glifosato que llega al suelo es neutralizado muy rápida y efectivamente mediante adsorción a las partículas del suelo, principalmente las arcillas y la materia orgánica. Posteriormente es adquirido y degradado progresivamente por los microorganismos, hasta hacerlo desaparecer en su totalidad.
- g. **Otros efectos.** Algunas plantas intoxicadas con glifosato tienen la posibilidad de exudarlo a través de sus raíces y éstas pueden transferirlo a raíces entrelazadas de otras plantas con las cuales tienen contacto directo (sin que entre ellas existan partículas del suelo) (Coupland y Caseley 1979).
- h. **Consecuencias adicionales.** Las plantas intoxicadas con glifosato pueden sufrir también:
  - i. Desbalances hormonales por deficiencia de ácido indolacético.
  - ii. Deficiencia de algunos elementos menores (Mn, Mg, Fe, Zn, etc.) debido a que son inmovilizados por quelatización con el herbicida (Cakmak et al. 2009; Ozturk et al., 2009).

- iii. Menor capacidad de aprovechamiento de nutrimentos del suelo debido a la pobre absorción por escasez de pelos radicales y probablemente, por dificultad de translocación debido al bloqueo de haces vasculares por *Xylella fastidiosa* (Johal y Huber 2009).
- iv. Mayor susceptibilidad a enfermedades, por deficiencia de triptofano, necesario para la síntesis de ligninas, ácido salicílico y fitoalexinas, factores necesarios para la respuesta inmunológica (Yamada et al. 2009).
- v. Exudación del glifosato por las raíces (Coupland y Caseley 1979), conjuntamente con aminoácidos y carbohidratos, que podrían atraer por quimiotaxis patógenos de las raíces (*Phytium*, *Fusarium*, *Phytophthora*, etc.).
- vi. Mayor susceptibilidad a algunos insectos y nematodos, por deficiencia de la fenilalanina, necesaria para la síntesis de factores de resistencia como flavonoides, glucósidos, alcaloides y aceites esenciales.

#### 4. Uso actual y potencial del glifosato en caña

Teniendo en cuenta las características de su gran efectividad, buen perfil toxicológico y adecuada inactivación en el suelo que se señalaron anteriormente, y si a eso le añadimos el bajo precio que el glifosato tiene actualmente, es evidente que existe un gran interés de utilizar este herbicida en diferentes cultivos incluyendo la caña de azúcar. De hecho, Bolaños y Alfaro (2015) encontraron que la mayoría de los ingenios en Costa Rica lo utilizan para distintos propósitos que no se

determinaron, pero se sabe que este herbicida se usa en rondas, caminos y canales, al igual que para el control de malezas resistentes a las aplicaciones tradicionales. Sin embargo, el uso de este herbicida dentro de las plantaciones es muy restringido porque resulta bastante riesgoso si se hace con equipos de aspersión convencional, por lo que es muy importante buscar nuevas formas de aplicación para resolver ese problema y ampliar en lo conducente sus posibilidades de uso en caña.

El autor de esta presentación ha venido haciendo esfuerzos en la dirección antes indicada, con cultivos como cítricos, forestales, banano, café, palma aceitera y algunos ornamentales, mediante un sistema de aplicación de ultra bajo volumen que permite untar el glifosato en las malezas que se requiere eliminar, de una manera muy precisa, efectiva y económica, a la vez que se evitan los riesgos de este herbicida para el cultivo correspondiente. En caña, hasta el momento se tienen experiencias preliminares a nivel comercial, que han resultado bastante positivas principalmente en los ingenios Juan Viñas, Cutris y Taboga, pero se prevé que mejorando el diseño de los equipos para adaptarlos a las diversas necesidades, es posible mejorar mucho su desempeño para que puedan ser más utilizados.

En relación con lo último indicado, es importante señalar que con el uso del referido equipo también se requiere menos de la mitad del glifosato porque permite evitar el desperdicio; por tal motivo puede constituir una importante herramienta para disminuir la carga contaminante que se le atribuye a diversas actividades agrícolas, entre las cuales siempre se destacan cultivos como la piña y el banano, pero que a menudo incluyen también a la caña de azúcar.

## 5. Uso del glifosato como madurante

Si se observa el diagrama en la Figura 2, se puede determinar que cuando se aplica glifosato a la caña, se paraliza la producción de aminoácidos aromáticos y en consecuencia, también se interrumpe la síntesis de proteínas y el crecimiento de cualquier tejido nuevo. Sin embargo, la fotosíntesis no necesariamente se interrumpe y la caña puede continuar produciendo carbohidratos por un período relativamente largo. A su vez, se debe recordar que la síntesis de proteínas es un proceso de alto consumo energético; por lo tanto, al no llevarse a cabo, habrá un exceso de dichos carbohidratos que pueden ser acumulados en forma de sacarosa, con lo cual es factible obtener un beneficio adicional en el orden de un 10 al 15 %. No obstante, ese resultado puede depender también en gran medida de la variedad y de varios otros factores que participan en el estado fenológico y la fisiología general de la caña, por lo que en la práctica la respuesta puede ser relativamente errática.

Por otra parte, debe recordarse que, como se señaló en el acápite 3 d., el glifosato es un producto que se caracteriza por su alta persistencia dentro de las plantas y es muy factible que se acumule en los internudos inferiores y en las raíces de la cepa. Como consecuencia, en los rebrotes del siguiente ciclo se pueden presentar diversos síntomas que incluyen malformaciones en los meristemas apicales, así como rayas blanquecinas en las hojas nuevas, que pueden resultar de la acumulación de AMPA (Reddy y Duke 2009; Gomes *et al.* 2014), o bien, de deficiencias minerales como el manganeso (Bailey *et al.* 2002) o por el malfuncionamiento de las raíces (Cakmak 2009). Todo esto puede repercutir en forma de un menor ahijamiento, así como debilidad general de las plantas, menor crecimiento, tonelaje y producción de azúcar en ese ciclo (Gomes *et al.* 2014).

Teniendo en cuenta todo lo anterior,

excepto cuando se hayan hecho confirmaciones locales muy consistentes del uso de glifosato como madurante, lo más sensato debería ser utilizarlo solo en el último ciclo previo a la renovación del lote correspondiente. Para los ciclos anteriores, deberían utilizarse madurantes con diferente mecanismo de acción, en lo cual se parece haber ya algunos avances, pero es necesario trabajaren eso aún más.

## 6. Conclusión

El análisis aquí efectuado permite concluir que para el manejo de malezas en caña de azúcar existen muchas posibilidades; la mejor escogencia debe hacerse en cada caso con acopio de la información existente y, preferiblemente, sobre la base de las experiencias locales. Para el buen uso de los herbicidas, no se puede perder de vista que éstos son productos fitotóxicos en su propia naturaleza y que la selectividad es un concepto relativo porque depende de diversos factores para lograrla plenamente. Cada herbicida tiene sus propias características que deben conocerse lo mejor que se pueda, para obtener los beneficios que él tiene la posibilidad de aportar. La mezcla de dos o más productos debe fundamentarse en la forma como se complementen para lograr un efecto más integral, teniendo en cuenta su mecanismo de acción, su comportamiento en el suelo y su contribución para mantener un efecto más prolongado. El caso del glifosato es interesante porque es un excelente herbicida de un costo actual muy bajo, cuyo uso descuidado o displicente puede ser muy peligroso, pero que tiene un gran potencial para ayudar a resolver problemas importantes en este cultivo. Para ello se requiere adoptar formas de aplicarlo de manera dirigida, para que no intercepte el follaje de la caña; aun así existe una pequeña posibilidad de que este producto se exude por las raíces de las malezas aplicadas y se transfieran a las de la caña si ellas están entrelazadas. El uso del glifosato

como madurante también involucra riesgos de deterioro de la cepa por acumulación del producto en ella, lo que aconseja utilizarlo sólo en la última zafra de los lotes para renovación.

## 7. Referencias

- Bailey, WA Poston, DH Wilson HP HinesTE. 2002. Glyphosate interactions with manganese 1. *Weed Technology* 16, 792-799.
- Bolaños, J. 2015. Situación actual del control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. VI Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA) Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA) 20 y 21 de agosto del 2015. Salón de Asambleas de CoopeVictoria R. L., Grecia. Alajuela, Costa Rica.
- Alfaro, R. Herbicidas Asociados a la Caña de Azúcar y su Potencial de Contaminación del Medio Ambiente. DIECA.
- Gomes, M, Smedbol, E., Chalifour, A., Hénault-Ethier, L., Labrecque, M, Lepage, M., Lucotte, M. and Juneau, P. 2014. Alteration of plant physiology by glyphosate and its by-product aminomethylphosphonic acid: an overview. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 65, No. 17, pp. 4691-4703.
- Coupland D, Caseley JC. 1979. Presence of <sup>14</sup>C activity in root exudates and guttation fluid from *Agropyron repens* treated with <sup>14</sup>C-labelled glyphosate. *New Phytologist* 83, 17-22.
- Johal, G.S. and D.M. Huber. 2009. Glyphosate effects on diseases of plants. *European J. Agron.* 31:144-152
- Pedrosa-Gomes, M., Le Manac'h, S. G., Maccario, S., Labrecque, M., Lucotte, M. and Juneau, P. Differential effects of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) on photosynthesis and chlorophyll metabolism in willow plants. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, Volume 130. pp 65-70.
- Yamada, T., R.J. Kremer, P.R.de Camargo e Castro, and B.W. Wood. 2009. Glyphosate Interactions with physiology, nutrition, and diseases of plants: Threat to agricultural sustainability? *Europ. J. Agron.*31:111-113.
- Sharon, A; Amsellem, Z.; Gressel, J. 1992. Glyphosate suppression of an elicited defense response : Increased susceptibility of *Cassia obtusifolia* to a mycoherbicide. *Plant Physiology*. 98, 654-659.
- Eker S., Ozturk L., Yazici A., Erenoglu B., Romheld V., Cakmak I. 2006. Foliar-applied glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and manganese in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54, 10019-10025.
- Duke SO, Lydon J, Koskinen WC, Moorman TB, Chaney RL, Hammerschmidt R. 2012a. Glyphosate effects on plant mineral nutrition, crop rhizosphere microbiota, and plant disease in glyphosate-resistant crops. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60, 10375-10397.
- Reddy KN Rimando AM Duke SO. 2004. Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52, 5139-5143.
- Funari, E., Donati, L., Sandroni, D., and Vighi, M. 1995. Pesticide levels in groundwater: Value and limitations of monitoring. Chapter 1: 3-44. In: *Pesticide risk in groundwater*. Editors: Vighi, M., and Funa.



# La nueva normativa en materia de registro de plaguicidas de uso agrícola: implicaciones y ajustes en el sector público y privado.

Sigurd Vargas Yong<sup>6</sup>.

## Presentación

Con la derogatoria del decreto ejecutivo N° 33495-MAG-S-MINAE-MEIC del 31 de octubre de 2006 y la publicación de los Decretos Ejecutivos: N° 39461-MAG del 12 de noviembre del 2015, publicado el 15 de febrero del 2016: **Registro de Ingrediente Activo grado técnico importados al país para la formulación de plaguicidas químicos en formuladoras nacionales, bajo el Régimen de Perfeccionamiento Activo, Zona Franca o similares con fines de exportación.** El Número: 39995-MAG del 15 de diciembre 2016, Publicado el 16 de enero del 2017: y la promulgación de un nuevo reglamento de registro: **Reglamento Técnico: “RTCR 484:2016. Insumos agrícolas. Plaguicidas sintéticos formulados, ingrediente activo grado técnico, coadyuvantes y sustancias afines de uso agrícola. Registro, uso y control”** (Decreto Ejecutivo N° 40059-MAG- MINAE-S, publicado el 12 de enero del 2017).

Podemos afirmar, sin temor a equívocos, que a partir de la entrada en vigencia de este y de los otros reglamentos, que están en redacción y que deben estar publicados a más tardar el 15 de enero del 2018 (Reglamento de registro de personas Físicas y Jurídicas, Reglamento de Autorizaciones Especiales, Reglamento de Fiscalización y control de plaguicidas, Reglamento para registro de sustancias obtenidas por la fermentación y otros

organismos vivos y el reglamento para registro de plaguicidas inorgánicos), podemos afirmar que Costa Rica tiene un nuevo sistema de registro de plaguicidas para uso agrícola y como nuevo sistema, las empresas deben adecuar su accionar a la nueva normativa.

Esta presentación la iniciamos con el ámbito de aplicación de los nuevos reglamentos, en especial cuales fueron las materias reguladas y excluidas del ámbito de aplicación de estos instrumentos jurídicos. Continuaremos con un enunciado de lo que he llamado los pilares esenciales del nuevo sistema de registro, es decir los principios generales y elementos esenciales del nuevo sistema que se plantea con la aplicación de estos dos reglamentos.

Posteriormente voy a referirme los cambios más relevantes del sistema de registros, al ordenamiento de los registros vigentes y actualización de expedientes, etiquetas y panfletos y a los nuevos esquemas para el otorgamiento de registros nuevos al amparo del RTCR: 484:2016; en la parte final de la presentación enumerando algunos aspectos operativos y administrativos, en el Servicio Fitosanitario del Estado y que se requiere modificar para el funcionamiento del sistema.

---

<sup>6</sup>Licenciado especialista en Derecho Agrario. Correo – e: [sigurdvargas@ice.co.cr](mailto:sigurdvargas@ice.co.cr)

## I. **Ámbito de aplicación de los nuevos reglamentos.**

Esta sección vamos a dividirla en dos partes, la primera para referirnos al Reglamento para la actualización de expedientes de registro de los expedientes de IAGT y productos formulados y en la segunda abordaremos el ámbito de aplicación del nuevo RTCR: 484:2016.

### 1. **A qué se aplica el Decreto Ejecutivo N° 39995-MAG del 15 de diciembre 2016, Publicado el 16 de enero del 2017: Reglamento para la actualización de expedientes de registro de los expedientes de IAGT y productos formulados.**

El decreto de actualización de expedientes, se aplica exclusivamente a todos los registros de IAGT y productos formulados que fueron registrados con una normativa (legal o reglamentaria) distinta al Decreto Ejecutivo 33495-MAG-S-MEIC-MINAET : Reglamento sobre Registro, Uso y Control de Plaguicidas Sintéticos Formulados, Ingrediente Activo Grado Técnico, Coadyuvantes y Sustancias Afines de Uso Agrícola.

El Reglamento de actualización nos permitirá "normalizar" los expedientes de registro que actualmente tenemos vigentes, en aspectos como:

Actualización de los fabricantes, su origen, sitios de producción de los Ingredientes activos grado técnico asociados a las formulaciones que se comercializan en Costa Rica y que fueron registrados con legislación y normativa distinta al Decreto Ejecutivo 33495- MAG-S-MEIC-MINAET.

Actualización de los formuladores, su origen, sitios de producción de los plaguicidas formulados que se comercializan en Costa Rica y que fueron registrados con legislación y normativa

distinta al Decreto Ejecutivo 33495-MAG-S-MEIC-MINAET.

Acaba con la incertidumbre jurídica respecto de la vigencia de los registros de IAGT y plaguicidas formulados que fueron registrados con legislación y normativa distinta al Decreto Ejecutivo 33495-MAG-S-MEIC-MINAET, uniformando el plazo de vigencia, de diez años, para todos los registros (los viejos y los que se otorguen a futuro), terminando con los registros de vigencia indefinida.

Equipara los registros de las formulaciones viejas al sistema de registro actual, al otorgarles el registro de IAGT con lo cual se logra eliminar las formulaciones que no cuentan con su IAGT asociado, debidamente actualizado.

Ordena y actualiza las etiquetas y panfletos con los que se están comercializando los plaguicidas formulados en Costa Rica, de tal manera que a partir de este reglamento todo cambio o modificación de etiqueta y panfleto quede registrado en el expediente físico del producto.

### 2. **A qué se aplica el Reglamento Técnico: "RTCR 484:2016. Insumos agrícolas. Plaguicidas sintéticos formulados, ingrediente activo grado técnico, coadyuvantes y sustancias afines de uso agrícola. Registro, uso y control" (Decreto Ejecutivo N°40059-MAG-MINAE-S, publicado el 12 de enero del 2017)**

Para efectos expositivos, hemos dividido en tres partes el ámbito de aplicación del nuevo reglamento técnico de registros, la **primera es a lo que se aplica este, en segundo término nos referiremos a las sustancias que no se registran con el nuevo reglamento** y finalmente a las materias que fueron excluidas de este nuevo reglamento y que anteriormente estaban incluidas

como materias reguladas por los tres ministerios en el Decreto Ejecutivo 33495-MAG-S-MEIC-MINAET : Reglamento sobre Registro, Uso y Control de Plaguicidas Sintéticos Formulados, Ingrediente Activo Grado Técnico, Coadyuvantes y Sustancias Afines de Uso Agrícola.

### 2.1.-) **Sustancias que se registran con el Reglamento Técnico: "RTCR 484:2016**

- 2.1-) Registro de Ingredientes activo Grado Técnico.
- 2.2-) Registro de Plaguicidas químicos sintéticos formulados.
- 2.3-) Registro de Plaguicidas de origen mineral y las sales inorgánicas
- 2.4-) Registro de Coadyuvantes y sustancias afines.

Se aclara que para el registro de IAGT por equivalencia, si se demuestra equivalencia química, del IAGT a registrar con el del perfil de referencia o con la especificación internacional en caso que no haya perfil de referencia, no intervienen los Ministerios de Salud y Ambiente. En el caso del registro de IAGT por Incorporación los ministerios de Salud y de Ambiente verificarán, de acuerdo a sus competencias, que el expediente contenga los estudios, informaciones o justificaciones técnicas correspondientes.

### 3. Que no debe registrarse conforme al RTCR: 484:2016.

- 3.1-) Registro y control de plaguicidas para exportación.
- 3.2-) Uso y autorización de vehículos físicos.
- 3.3-) Autorización muestras para investigación.

3.4-) Importación de estándares analíticos.

3.5-) Productos no registrados para atención de emergencias fitosanitarias

3.6-) Autorizaciones para los productos en tránsito.

3.7-) Sustancias obtenidas mediante fermentación aeróbica u otro proceso a partir de organismos vivos.

3.8-) Registro de productos químicos de origen inorgánico.

### 3.9.-) **Aclaraciones:**

**3.9.1-)** -Registro de las sustancias obtenidas de la fermentación aeróbica, u otro proceso a partir de un organismo vivo y del registro de productos químicos de origen inorgánico, quedó previsto (transitorio cuarto) que en un plazo de seis meses a partir de la vigencia del nuevo RTCR 484.2016, el Servicio Fitosanitario del Estado ( no incluye a los Ministerios de Salud y de Ambiente) deberá elaborar un reglamento con los requisitos para el registro de estas sustancias, en el ínterin se aplica lo dispuesto, en lo que sea aplicable el nuevo RTCR 484.2016. El transitorio cuarto del nuevo RTCR indica que estos reglamentos deben estar publicados a más tardar el 12 de enero del 2017, pues dicha disposición transitoria establece el plazo de seis meses contados a partir de la entrada en vigencia de ese RTCR.

**3.9.2-)** -En lo que respecta a lo que se ha denominado como autorizaciones especiales, que cubre lo siguiente: Uso y autorización de vehículos físicos, Autorización muestras para investigación, Importación de estándares analíticos, Productos no

registrados para atención de emergencias fitosanitarias, Autorizaciones para los productos en tránsito y Registro y control de plaguicidas para exportación, el Servicio Fitosanitario, con exclusión de los Ministerios de Salud y Ambiente (de acuerdo con el Transitorio Sexto), en un plazo de seis meses a partir de la vigencia del nuevo RTCR 484.2016, deberá elaborar un reglamento con los requisitos para las autorizaciones y control de estas sustancias.

**3.9.3-)** En el transitorio sexto hicieron un agregado que podría ser de cuidado y es que se incluyó que también se elaborará un reglamento para condiciones generales de uso y manejo, manejo de envases vacíos y derrames. Este nuevo reglamento estaría a cargo de los tres ministerios, así que en especial el MINAE podría complicar este tema, sobre todo lo referente a condiciones generales de uso y manejo, manejo de envases vacíos, pues podría interferir con los programas de recolección y lavado de envases vacíos, que hasta ahora ha venido operando de manera eficiente, además debe tenerse el cuidado de revisar la legislación vigente sobre esta materia en específico.

#### **4. Materias excluidas del RTCR: 484:2016:**

- 4.1-) Registro de personas físicas y jurídicas.
- 4.2-) Autorizaciones especiales.
- 4.3-) Fiscalización y control de plaguicidas (IAGT y productos formulados).

Estas materias van a ser normadas por reglamentos que emitirá el Ministerio de

Agricultura, materias que como recordarán se regulaban de manera conjunta por los tres ministerios en el derogado decreto ejecutivo 33495.

Estos reglamentos deberán estar listos y vigentes en un plazo máximo de seis meses a partir de la publicación del nuevo RTCR 484.2016, esto significa que dichos reglamentos deben estar publicados a más tardar el 12 de julio del 2017.

## **II. Pilares esenciales del nuevo sistema de registro.**

Hemos determinado que el nuevo sistema de registro se sustenta en seis pilares fundamentales, estos pilares no solo son el sustento científico y filosófico del nuevo sistema, sino que obligan a un ajuste a las prácticas regulatorias en las empresas y en la administración del sistema por parte del Servicio Fitosanitario del Estado. Esos pilares son los siguientes:

### **1. Rectoría y administración del sistema de registros a cargo del Servicio Fitosanitario del Estado y el Ministerio de Agricultura y Ganadería.**

Tanto el Reglamento para la actualización de expedientes de registro de los expedientes de IAGT y productos formulados (Decreto Ejecutivo N° 39995-MAG del 15 de diciembre, 2016 publicado el 16 de enero del 2017) como el Reglamento Técnico: "RTCR 484:2016. Insumos agrícolas. Plaguicidas sintéticos formulados, ingrediente activo grado técnico, coadyuvantes y sustancias afines de uso agrícola. Registro, uso y control" (Decreto Ejecutivo N° 40059-MAG-MINAE-S, publicado el 12 de enero del 2017), tiene como sustento jurídico esencial y principal la Ley de Protección Fitosanitaria.

Puede afirmarse, sin temor a equívocos, que ambos reglamentos reorientan el sistema de registros a los objetivos legales para los cuales fue creado y que recoge el artículo 23 de esa Ley, que expresamente indica, que los objetivos para los que se crea el registro es primero para disponer de la información sobre los plaguicidas y segundo para velar por su correcta utilización en el país, esos fines del sistema de registros van de la mano con los objetivos de la Ley de Protección Fitosanitaria que expresamente tiene como uno de esos objetivos Regular el uso y manejo de las sustancias de uso agrícola procurando no solo su registro, calidad y comercialización sino la protección de la salud, el ambiente y la agricultura.

El nuevo RTCR representa un avance regulatorio importantísimo, al devolver la rectoría del sistema al MAG-SFE y sin duda que es un gran logro para mejorar el funcionamiento, fluidez y toma de decisiones regulatorias, lo que va en beneficio de los usuarios del sistema y de los productores agrícolas.

## **2. Participación de los Ministerios de Salud y Ambiente en el proceso de otorgamiento de registros conforme a sus facultades legales y constitucionales.**

En el fundamento legal se incluyeron disposiciones que no tienen relación con la materia regulada, más que todo para justificar la participación de los Ministerios de Salud y Ambiente de los procesos de registro, participación que de acuerdo a un criterio estrictamente jurídico, no tiene fundamento legal, como hemos venido sosteniendo desde hace mucho tiempo, pese a ello, se mantuvo a los Ministerios de Salud y Ambiente, participando en los procesos de otorgamiento de registros, de manera temporal, en el tanto se ajusta la estructura organizativa del Servicio Fitosanitario del Estado y se devuelve a este la rectoría plena del sistema.

Debemos señalar que esto fue posible aceptarlo a cambio de que se incluyera, y dejara previsto en una disposición transitoria (lo cual quedó plasmado en el Transitorio Quinto), la obligación del Estado costarricense de dotar al Ministerio de Agricultura y Ganadería, dentro de su estructura de las Áreas de Evaluación: química, agronómica, toxicológica y la ecotoxicológica, como parte de la Unidad de Registro de Agroquímicos y Equipos de Aplicación.

El RTCR 484:2016, que entrará a regir a partir del 12 de julio de este año, devuelve al MAG y al SFE las competencias que le había cercenado el anterior reglamento de registro (Decreto Ejecutivo número 33495-MAG-S-MEIC-MINAET) por cuanto:

- Queda formalmente establecido que dentro de la estructura del MAG, específicamente como parte de la Unidad de Registro de Agroquímicos y Equipos de Aplicación, las áreas de Evaluación: química, agronómica, toxicológica y la ecotoxicológica.
- Estas áreas tendrán a cargo la revisión, verificación de cumplimiento de requisitos, evaluación y calificación de los documentos y estudios toxicológicos y ecotoxicológicos y de destino ambiental, que establezca este reglamento en las diferentes modalidades de registro.
- Las nuevas Unidades de Evaluación de la información toxicológica y la ecotoxicológica y destino ambiental, una vez creadas y establecidas en el SFE, asumirán las funciones reglamentarias que les confiere el nuevo RTCR 484:2016, a los Ministerios de Salud y Ambiente, salvaguardando solo las competencias legales y constitucionales de estos ministerios, pero reitero, no así las reglamentarias. Esas competencias son

las que ha definido, de manera precisa la Procuraduría General de la República, en dictamen vinculante número C-255-2009 del 9 de setiembre del 2009, dictamen en el que reafirmó que tanto los Ministerios de Salud como de Ambiente y Energía, en el supuesto de que un plaguicida, que esté debidamente registrado (como IAGT o como plaguicida formulado), cause daños inaceptables a la salud o al ambiente, tienen atribuciones y competencia para impedir la importación, fabricación, manipulación, almacenaje, transporte, comercialización, suministro y aplicación, como medida precautoria o cautelar, mientras se declara lesivo el acto de registro, esto por cuanto el acto de registro del plaguicida, no conlleva per se su uso indiscriminado; todo lo contrario, cuando se demuestra que es un agente dañino para la salud y el ambiente, inmediatamente el Ministerio de Salud y de Ambiente, pueden y deben, adoptar todas medidas necesarias para garantizar esos derechos fundamentales a toda la población, lo que nos permite concluir que estos ministerios, si el SFE, conforme a sus competencias legales, realiza la evaluación de la información toxicológica y ecotoxicológica, por medio de sus unidades correspondientes los Ministerios de Ambiente y de Salud no intervienen en el proceso de otorgamiento de registros.

### 3. Principio de no repetición de estudios.

Uno de los pilares más importantes que cimienta el nuevo sistema de registros es la incorporación, tanto al Reglamento de Actualización (Considerando 6º) como al nuevo Reglamento Técnico de Registro (considerando XIII) es la inclusión del principio general de la no repetición de estudios.

Costa Rica se adhirió formalmente a la

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el 10 de julio de 1947 y a la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas a partir del 19 de junio de 1948, y esas dos organizaciones internacionales de referencia, reconocen que la generación repetitiva de los estudios e información respecto de todos los riesgos potenciales/reales para cada fabricante de un plaguicida puede ser innecesaria y éticamente no deseable.

Por otra parte el Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas, promueve y recomienda que el proceso de registro debe llevar es llevar a cabo, evaluaciones de riesgos y adoptar decisiones de gestión de riesgos, basadas en todos los **datos o informaciones disponibles**, para reducir los riesgos para la salud y el ambiente.

El principio de no repetición de estudios, se convierte así en pilar fundamental de nuestro sistema de registros que debe ser observado por las autoridades nacionales, por ello los registrantes están facultados para invocar dicho principio, al solicitar la exención de alguno de los ensayos o estudios que se establecen en el Reglamento de Registro, cuando ya existe información, datos de prueba y estudios disponibles que puedan referenciarse sin necesidad de correr nuevamente los ensayos o estudios y esto es aplicable específicamente para la cumplir con los requisitos e información del legajo técnico, es decir todo lo relacionado con los efectos toxicológicos, ecotoxicológicos de eficacia biológica y de comportamiento y destino ambiental.

La incorporación de este importante principio en los dos nuevos reglamentos (Actualización de expedientes y RTCR para registro), es la base para que en un corto plazo el gobierno de Costa Rica,

ojalá esta administración, emita un decreto ejecutivo, mediante el cual nuestro país, adopte para todos los procesos de registro de insumos agrícolas ( medicamentos veterinarios, semillas, fertilizantes, coadyuvantes, etc.), no es posible que sigamos encareciendo los procesos de inscripción y autorización de comercialización de los insumos agrícolas por la majadería de nuestras autoridades y funcionarios de estar solicitando datos, estudios y ensayos, absolutamente innecesarios toda vez que ya existe suficiente información para demostrar lo que se quiere con la repetición de los ensayos y estudios, resulta inaceptable que a moléculas que tiene treinta o más años en el mercado les estén pidiendo como requisito de inscripción correr ensayos toxicológicos, ecotoxicológicos y de comportamiento en suelo, agua y aire, cuando mundialmente ya se conocen los efectos y comportamiento de esas moléculas.

#### **4. Uso de Información técnica referenciada.**

El considerando XI del nuevo Reglamento Técnico de Registro, deja fundamentado filosóficamente el uso de la información referenciada y tiene un gran valor práctico en el ordenamiento de los registros actuales y la transición entre el viejo sistema de registro y del que se plantea con este nuevo reglamento.

Los reglamentos de registro anteriores a este nuevo RTCR (en especial los reglamentos que se promulgaron en los decretos ejecutivos número: 22337-MAG-S y el 33495-MAG-S-MEIC-MINAET) no tenían regulado el uso de información referenciada toda vez que no existía un marco jurídico y técnico, que regulara su uso sin menoscabo de los derechos de propiedad intelectual de los registrantes, recordemos que es con la incorporación de nuestro país a la OMC y en especial con la suscripción

del CAFTA y posteriormente con la promulgación de la Ley de información no divulgada, que queda establecido en Costa Rica el esquema vigente para la determinación, no solo de lo que comprenden los datos de prueba, sino el régimen jurídico para su protección.

Ese marco jurídico nacional e internacional define, con absoluta claridad, que es lo que se protege, el plazo de protección y el uso libre luego de expirado ese plazo, sobre esto último el nuevo RTCR dispone expresamente que “Mientras esté vigente la protección de los datos de prueba en el expediente, esta información no podrá ser utilizada por otros registrantes para sustentar sus registros, salvo que el titular del derecho lo autorice. Una vez vencido el plazo de protección, no se requiere autorización del titular del derecho para sustentar el registro”, lo anterior deja establecido el uso de datos de prueba como referencia en los procesos de registro por equivalencia y para la actualización de expedientes de los registros vigentes.

En materia de datos de prueba, para registro de agroquímicos y su régimen de protección, encontramos leyes especiales de diverso rango, tales como el Acuerdo Internacional por el que se establece la Organización Mundial del Comercio (OMC), aprobado por Costa Rica, mediante Ley número 7445 del 20 de diciembre de 1994, también la Ley número 8622 del 21 de noviembre de 2007, que es la Ley que aprueba el CAFTA y la Ley de información no divulgada, N.º 7975, de 4 de enero de 2000 y sus reformas. En un nivel de menor rango jerárquico encontramos dos reglamentos emitidos por el Poder Ejecutivo en ejercicio de la potestad reglamentaria que le confiere el ordinal 140 en sus incisos 3 y 18 de nuestra Constitución Política vigente. Esos reglamentos son el decreto ejecutivo

número 34927-J- S-MAG que es el reglamento a la ley de información no divulgada y el Reglamento Técnico: "RTCR 484:2016. Insumos Agrícolas. Plaguicidas Sintéticos Formulados, Ingrediente Activo Grado Técnico, Coadyuvantes y Sustancias Afines de Uso Agrícola. Registro, Uso y Control.

Los datos de prueba, durante su plazo de protección solo pueden ser utilizados por el titular o por terceros autorizados por este. También pueden ser utilizados por la ANC, en casos en que medie una causa relacionada con la protección de intereses colectivos tales como la salud, el ambiente, la seguridad alimentaria o el patrimonio agrícola del país, una vez vencido el plazo de protección de los datos de prueba, otros fabricantes distintos al titular, pueden hacer referencia a esos datos de prueba en caso que fuese necesario, sin requerir de la autorización del titular, esto por cuanto no existe ninguna norma nacional e internacional que lo prohíba, además el país debe prevenir el abuso de los derechos de propiedad intelectual por sus titulares o el recurso a prácticas que limiten de manera injustificable el comercio o redunden en detrimento de la transferencia internacional de tecnología.

A partir de la expiración del plazo de protección de los datos de prueba del IAGT, incluidos y aportados en el legajo de información técnica, es que posteriores registrantes de ese IAGT podrán utilizar dichos datos sin necesidad de hacer una repetición de los estudios y ensayos, no solo porque así lo dispone el régimen jurídico aplicable a los datos de prueba, sino por consideraciones éticas, lo cual es congruente y coincidente con el principio de no repetición de estudios, que promueven tanto la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como la Organización Mundial de la Salud (OMS), organizaciones mundiales de referencia que reconocen

que la generación repetitiva de los estudios e información, respecto de todos los riesgos potenciales/reales para cada fabricante de un plaguicida, puede ser innecesaria y éticamente no deseable.

En materia de registro y comercialización de agroquímicos, tiene especial relevancia lo relativo a los datos de prueba, que son los estudios e investigaciones, realizados por el fabricante original en cuatro áreas:

- A)- Estudios toxicológicos agudos, crónicos y sub- crónicos, los cuales permiten medir los posibles efectos que tendrá el químico en la salud de las personas.
- B)- Estudios eco-toxicológicos que determinan los posibles efectos del químico en el ambiente.
- C)- Estudios de destino y comportamiento ambiental, para determinar los efectos de los plaguicidas en el suelo, agua y aire.
- D)- Ensayos de eficacia biológica y de residuos, los cuales se realizan para determinar si el producto es efectivo para los usos que se proyecta recomendar y para determinar si el producto es o no residual en los cultivos a utilizar y si esos residuos se encuentran dentro de los límites permisibles por la normativa nacional o internacional de referencia (Codex alimentarius).

Es esa base jurídica y científica, que permite incorporar al nuevo sistema de registro el uso de datos de prueba referenciados lo cual es sumamente importante pues permite que los plaguicidas formulados que se encuentren registrados que no tengan registro de IAGT asociado a esa formulación puedan utilizar la referenciación de los datos de prueba para completar su expediente y obtener su

registro de IAGT y además queda previsto en el RTCR, que los ingredientes activos grado técnico que no cuenten con protección de datos de prueba, protección patentaria o perfil de referencia que les permita registrarse por equivalencia, se podrán registrar presentando datos de prueba referenciados.

### 5. Reconocimiento y aceptación de las evaluaciones realizadas en países de la OCDE para registro de IAGT.

El quinto pilar sobre el que se sostiene el nuevo sistema de registros es la aceptación de las evaluaciones toxicológicas, ecotoxicológicas, de destino y comportamiento ambiental, realizadas en países de la OCDE a los Ingredientes Activos Grado Técnico.

Este pilar no es nuevo en Costa Rica, esto porque desde hace poco menos de veinte años, se promulgó el decreto ejecutivo número: 27529-MAG publicado 11 enero 1999: que permitió la equiparación de requisitos registro y reconoce como equivalentes el cumplimiento de requisitos armonizados de registros de plaguicidas de otros países. En efecto a partir del año 1999 es que se comienzan a registrar plaguicidas formulados y algunos técnicos, sin requerir de la autorización o "licencia" de las compañías transnacionales, esto porque el Gobierno del período 1998-2002, permitió estos registros al verificar que no existía impedimentos jurídicos, licencias comerciales, patentes o derechos de propiedad intelectual protegidos que impidieran que sujetos distintos al fabricante original inscribieran y comercializaran plaguicidas formulados.

En el período 1998-2002, el Gobierno promulgó tres decretos ejecutivos para facilitar el registro y por tanto para promover la ampliación de la oferta a los agricultores, esos decretos son suscritos el 15 de diciembre de 1998 y publicados en la

gaceta del 6 de Enero de 1999, bajo números: 27529-MAG, 27530-MAG y 27532-MAG, con esos decretos se permitió lo siguiente:

- a-) Permitir el reconocimiento de registros de otros países.
- b-) Permitir que los plaguicidas pos-patente pudiesen comercializarse con la denominación de genéricos, dando a los órganos técnicos la facultad para simplificar el trámite de registro de estos plaguicidas.
- c-) Eximir del cumplimiento de algunos requisitos el registro de los genéricos, contemplados en un listado de ingredientes activos a los cuales se les habían vencido los plazos de protección patentaria y de los datos de prueba, básicamente se les eximía de presentar las propiedades físico químicas y las metodologías analíticas.

En Costa Rica, durante el período de gobierno de 1998-2002, el Presidente de turno, tomó la decisión política de abaratar los insumos agrícolas, con una acción concreta: la ruptura de los monopolios en las moléculas utilizadas para la formulación de plaguicidas. Los resultados de esa política de ruptura de monopolios y de las acciones regulatorias y administrativas, adoptadas por el Gobierno de Costa Rica en el período 1998-2002 y que continuó su sucesor del período 2002-2006 podemos reflejarla con cifras: Período 1998-2002: 521 registros de plaguicidas aprobados.

Período 2002-2006: 335 registros. Es decir que en esos dos períodos, se registraron 856 plaguicidas, la gran mayoría de estos registros aprobados y ninguno de estos productos registrados en esos años ha sido retirado del mercado por problemas de salud, eficacia o seguridad ambiental.

Ese es el antecedente normativo directo de este pilar del nuevo sistema de registros, sin embargo y más allá de las consideraciones jurídicas, debemos señalar que este pilar es derivado el principio de no repetición de estudios y del uso de información referenciada (solo que lo que se referencia son los resultados de la evaluación y no los estudios) y le da el fundamento filosófico al registro por incorporación.

De tal manera que ya queda plenamente sustentada, técnica filosófica y jurídicamente, esta modalidad de registro que, como novedad, incluye el nuevo reglamento y sobre la que nos referiremos más adelante.

## 6. Requisitos objetivos y verificables sin facultades discrecionales a los funcionarios que intervienen en el proceso de registros.

Como todo procedimiento administrativo, el proceso de inscripción, tiene por finalidad asegurar el mejor cumplimiento posible de los fines de la Administración; con respeto para los derechos subjetivos e intereses legítimos del administrado, de acuerdo con el ordenamiento jurídico y su objeto más importante es la verificación de la verdad real de los hechos, que sirven de motivo al acto final.

En este caso la autoridad nacional responsable (SFE), realiza la evaluación integral de datos científicos que demuestren que el producto es efectivo para el fin a que se destina y no entraña un riesgo inaceptable para la salud humana, animal ni para el ambiente y finaliza con el dictado del acto administrativo, mediante el cual la autoridad nacional responsable (SFE), aprueba la inscripción para la venta y utilización, de la sustancia de uso agrícola, lo que es congruente con los principios generales del sistema de registro.

El procedimiento rige para la inscripción de los Plaguicidas y dado que el acto final que se dicte, aprobación o rechazo de la solicitud, tiene efectos sobre la esfera jurídica de los administrados, queda sujeto al cumplimiento de lo que preceptúa la Ley General de la Administración Pública (LGAP), incluso el jerarca institucional puede regular discrecionalmente los procedimientos internos pero deberá respetar lo dispuesto en la LGAP.

Un aspecto muy importante es que para el curso del procedimiento de registro de sustancias de uso agrícola, las normas deben interpretarse en forma favorable a la admisión y decisión final de las peticiones de los administrados.

Al tratarse de un Reglamento Técnico el nuevo reglamento de registro, incluyó el considerando XVIII, que deja anclada la obligación legal de los funcionarios públicos en áreas fundamentales para el funcionamiento del sistema:

- **Primero:** la información que presenta un administrado ante una entidad, órgano o funcionario de la Administración Pública, de tal manera que no podrá ser requerida de nuevo por estos, para ese mismo trámite en esa misma entidad u órgano y que además todo trámite o requisito.
- **Segundo:** Los requisitos establecidos en este reglamento para cada modalidad de registro son los únicos requisitos que los ministerios podrán solicitar al registrante, no pudiendo solicitar requisitos adicionales. Los Ministerios podrán solicitar por escrito y por una única vez y de manera justificada, aclaraciones e informaciones adicionales de los ya aportados en la solicitud por el administrado, siendo que esta información resulte imprescindible para la protección de la

salud o el ambiente, y sin que esto implique establecer requisitos adicionales a los ya establecidos en este reglamento para cada una de las modalidades de registro, sus modificaciones, o renovaciones.

- **Tercero:** Los funcionarios que tiene a cargo la evaluación de la información quedan facultados para cuando existan argumentos técnicos y científicos razonables, exonerar el cumplimiento de uno o más requisitos requeridos para el registro o su renovación, de tal manera que queda salvaguardado el derecho de los usuarios para solicitar la exoneración de un requisito o un estudio en cualquier modalidad de registro.
- **Cuarto:** Los plazos establecidos en el RTCR de registro son de cumplimiento obligatorio, el incumplimiento de estos por parte de los funcionarios públicos que intervienen en los procesos de registro acarrearán las sanciones establecidas en la Ley N° 8220 del 4 de marzo de 2002 Ley de Protección al Ciudadano del Exceso de Requisitos y Trámites Administrativos y sus reformas. El administrado está facultado para renunciar, de acuerdo a su interés y conveniencia, a los plazos en aras de evitar retrasos en sus trámites.

Estos cuatro aspectos, incluidos en el RTCR sobre registro, acaban con las prácticas dilatorias y la irresponsabilidad de la administración en la pronta resolución de los asuntos que se someten a su conocimiento, a manera de ejemplo y de acuerdo a los plazos establecidos, una solicitud de registro desde que ingresa hasta que sale con resolución final, no puede excederse de ocho meses y una modificación al registro debe resolverse en treinta días naturales.

### III. Cambios más relevantes del sistema de registros.

El gran avance es que ya contamos un marco jurídico, que tiene previstas las alternativas y vías para resolver los dos problemas más graves que aquejan al sistema de registros de nuestro país, por un lado la parálisis en registro de IAGT y formulaciones asociadas que no cuentan con plazo vigente para la protección de sus datos de prueba y por otro la imposibilidad de renovar los registros de formulaciones que actualmente están en el mercado y que no cuentan con un registro de IAGT asociado.

Ahora el reto y desafío que tenemos, es obligar a los funcionarios a que apliquen ese marco jurídico y que tanto el registro por incorporación como el registro de IAGT genéricos, sea factible haya o no perfil de referencia.

Los cambios y novedades más trascendentes en el nuevo sistema de registro tienen que ver con las modalidades de registro, tanto de IAGT como de formulaciones, lamentablemente para el registro e coadyuvantes y sustancias afines, no pudimos evitar que se incluyeran requisitos exagerados y sin sustento técnico por parte de los Ministerios de Salud y Ambiente.

#### 1.-) Registro de Ingredientes Activo Grado Técnico (IAGT).

- 1.1-) **Registro de Ingrediente Activo Grado Técnico por incorporación:** En cuanto al registro del IAGT, Costa Rica tiene una particularidad y es que tiene establecida la posibilidad de una modalidad de registro, *sui generis*, denominada por incorporación, toda vez que los requisitos, información y procedimiento por la que se regula es

única y diferente a las otras modalidades de registro en Costa Rica.

El Reglamento de Registro de Costa Rica, la modalidad de registro de IAGT por data completa puede hacerse por dos formas una es la data completa propiamente dicha y la otra es la de registro de IAGT por incorporación.

Con esta modalidad de registro podrá inscribirse un ingrediente activo grado técnico nuevo (que son aquellos IAGT que no se encuentran registrados como tales o como componentes de alguna formulación registrada en el país, así como los IAGT viejos ( que son los IAGT de formulaciones registradas en el país pero que no cuentan con Registro de IAGT).

Para que sea posible el registro por incorporación, el registro a incorporar debe provenir de alguno de los países o zonas de referencia que determine la autoridad competente, entendiendo por país de referencia, aquel que, previo al otorgamiento del registro de IAGT, realizan una evaluación integral de los datos técnicos y científicos siguiendo las guías OECD o equivalentes, de manera tal que garantiza un nivel de protección igual o superior al establecido en este reglamento para el registro de IAGT.

La determinación de países o regiones comunitarias de referencia, tiene un procedimiento específico y se inicia de oficio o a solicitud de un interesado, una vez recibida la solicitud, el Servicio Fitosanitario del Estado realiza un análisis de las regulaciones que se aplican para el registro de IAGT en los países o regiones comunitarias.

La evaluación de la información presentada para el registro del IAGT por incorporación será realizada por el Servicio Fitosanitario del Estado y por supuesto que intervienen los otros ministerios en esta evaluación y aprobación del registro, no solo en el caso que el IAGT se pretenda utilizar directamente y no en una formulación (por ejemplo en las fundas para embolsado de Banano que se utiliza IAGT en bajas concentraciones), la información deberá ser revisada y avalada desde el punto de vista agronómico, toxicológico y ecotoxicológico.

El MINAE y SALUD, intervienen, específicamente está regulado en el literal 8.4.1.4, se indica que estos ministerios solamente verificarán, de acuerdo a sus competencias, que el expediente contenga los estudios, informaciones o justificaciones técnicas correspondientes, además también quedó expresamente contemplado que el uso de un IAGT, que haya sido registrado por la modalidad de registro por incorporación, como respaldo para el registro de un plaguicida sintético formulado, no exime al registrante del cumplimiento de requisitos, ni del procedimiento para el registro de las formulaciones asociadas a un IAGT registrado por incorporación, en especial las evaluaciones de estos ministerios.

En cuanto a requisitos además de los certificaciones y declaraciones que deben presentarse por los registrantes, debe aportarse, la información, documentos, estudios y certificaciones, contemplados en el reglamento de registro para la modalidad de data completa o su debida justificación cuando alguno

de los requisitos no proceda. Adicionalmente se aportará la resolución final que otorgó en el país de origen, que contenga el análisis que hizo para emitir tal resolución y que esta contemple los valores más relevantes (endpoints) de las pruebas ecotoxicológicas, toxicológicas y de destino ambiental de cada estudio.

- 1.2.-) **Registro de IAGT genéricos en ausencia de perfil de referencia que impida su registro por equivalencia:** En CR, la legislación derogada por este nuevo reglamento, establecía que los IAGT viejos (genéricos), solo podían registrarse por equivalencia y única y exclusivamente cuando la AC, contara con un perfil de referencia con data completa, durante diez años se habilitó el registro por equivalencia y no se otorgó un solo registro porque no había (hoy tampoco hay) perfiles de referencia.

Reiteramos que a la fecha no existen perfiles de referencia con data completa, en consecuencia, no se pueden registrar IAGT viejos (sin protección de datos de prueba) ni por equivalencia ni por ninguna otra modalidad, la situación se agrava porque las formulaciones con IAGT genéricos, que se encuentran registradas actualmente, tienen una vigencia del registro que expirará a partir del 2017- 2018-2019 y dado que no pueden cumplir con el requisito de registrar el IAGT con el que están formuladas, porque estos IAGT no se pueden registrar por equivalencia, inexorablemente y por falta de renovación estos registros serán cancelados, dejando a los agricultores sin alternativa de formulaciones a base de IAGT genéricos.

La situación y parálisis en el registro de genéricos se agravó aún más

puesto que los actuales funcionarios del SFE aceptaron la tesis del MINAE de que había que pedir la data completa a todos los IAGT (que estuviesen registrados o que fuesen a registrarse), desconociendo la naturaleza misma de los IAGT pos patente o que no son nuevos y que no cuentan con plazos vigentes de protección de sus datos de prueba, esto porque la principal característica de los plaguicidas genéricos (más que una característica, es su esencia misma) es que por su naturaleza (de ser una copia de la molécula química original o de marca), no generan datos de prueba propios.

Dado lo anterior y ante la ausencia de perfiles de referencia, el nuevo reglamento para superar esa parálisis del registro de IAGT genéricos,, estableció un esquema para posibilitar el registro de IAGT, al indicar que: “Los ingredientes activos grado técnico que no cuenten con protección de datos de prueba, protección patentaria o perfil de referencia que les permita registrarse por equivalencia, se registrarán presentando la información del legajo administrativa y confidencial dispuesta para las modalidades de registro con data completa o por incorporación.

La información del legajo técnico podrá ser aportada por el registrante mediante información referenciada que sea verificable por la AC, excepto los datos referentes a la identidad del IAGT, la información referenciada, es aquella que demuestre técnicamente que puede aplicarse al IAGT o al producto formulado y que no está protegida), definición que absolutamente con-

gruente con el principio de no repetición de estudios que promueve FAO y la OMS y con la doctrina y derecho comparado.

Esta posibilidad de registro, cuando no se cuenta con un perfil de referencia permite el registro de genéricos, lo cual es un gran avance y beneficio para los agricultores nacionales, pues podrán contar con una mayor oferta de insumos para la atención de sus cultivos.

### 1.3.-) **Otorgamiento de registro de IAGT para formulaciones registradas que no cuentan con su IAGT asociado:**

Otra de las novedades y beneficios del nuevo Reglamento Técnico de registros, es que permitirá resolver un problema que el anterior reglamento, pese a que se trató de resolver mediante transitorios decretos (cambio de fabricante) y procesos de reválida, dejó irresoluto.

En Costa Rica un altísimo porcentaje (quizás un 80 u 85%) de las formulaciones, que se comercializan en el mercado, no tiene asociado a su registro el respectivo IAGT, lo cual no solo deja en un estado de vulnerabilidad la protección a la salud y al ambiente, sino que no permite a los registrantes mejorar sus formulaciones o registrar nuevas formulaciones, esto queda resuelto con el nuevo reglamento, además que el MAG-SFE incumple con uno de los objetivos para los cuales se creó el registro que es el disponer y contar con toda la información sobre la seguridad y eficacia de las sustancias de uso agrícola.

El nuevo reglamento en complemento al reglamento de actualización, permite resolver el problema de las formulaciones que no cuentan con un

registro de IAGT asociado, al disponer que los plaguicidas formulados que se encuentren registrados, que no tengan registro de IAGT y la AC no cuente con un perfil de Referencia, para registrarlos por equivalencia, podrán registrar su IAGT correspondiente aportando la información administrativa y confidencial de la data completa y referenciar los datos de prueba que requiere el legajo de información técnica para esa modalidad de registro.

## 2- ) Registro de plaguicidas formulados:

El nuevo reglamento de registro, introduce cambios muy importantes en dos temas determinantes para el registro de formulaciones, uno es en materia de ensayos de eficacia y otro es en cambios menores a formulaciones (sin tramitar un nuevo registro) vamos a referirnos a esos dos cambios, primero los ensayos de eficacia y segundo los cambios menores en las formulaciones.

2.1-) **Ensayos de eficacia:** Respecto de los ensayos de eficacia, es un gran tema, que vamos a desarrollar en este aparte, no solo los resultados de un ensayo constituyen la evidencia científica de los datos que estamos proporcionando a la AC, sino porque es la acreditación de la eficacia del producto para el uso solicitado, máxime cuando se registra y autoriza por primera vez en el país un determinado uso para una formulación.

**2.1.1-) Reglas Generales para los ensayos de eficacia:** Los ensayos de eficacia deben regirse por una serie de factores y principios, técnicos y jurídicos, que evitan no solo información incorrecta o inexacta,

sino la repetición de estudios o ensayos de eficacia biológica, innecesarios, que ocasionan retrasos en el proceso de entrada al mercado de una formulación y que encarecen considerablemente el proceso de registro de un plaguicida formulado.

La regla general para los ensayos de eficacia es que para plaguicidas formulados, cuyo ingrediente activo grado técnico como tal o como componente de una formulación, se registra por primera vez en el país (el nuevo reglamento en su redacción final eliminó la frase “por primera vez”, sin embargo ese cambio no afecta la aplicación de las excepciones a la regla general), se requerirá la realización de un ensayo de eficacia biológica, de acuerdo al protocolo establecido para un cultivo y plaga. En este caso, los demás usos solicitados se podrán soportar mediante ensayos realizados en condiciones agroecológicas similares a las que requiere el cultivo y la manifestación de la plaga en Costa Rica.

Esta regla general se complementa con otra disposición del nuevo que dispone lo siguiente: “En caso de los ensayos de eficacia, fitotoxicidad y residuos, que se presenten ante la AC deberán haber sido desarrollados conforme al protocolo patrón para ensayos de eficacia biológica para plaguicidas de uso agrícola, del Anexo 5 de la Resolución COMIECO 118-2004 y a lo que establece el artículo 33 de la ley N 7664, Ley de Protección Fitosanitaria. Para ensayos realizados en el exterior, serán aceptados si los mismos fueron desarrollados bajo condiciones agroecológicas similares o condiciones controladas.”

Reiteramos que los ensayos de eficacia biológica, deben ser desarrollados conforme al Protocolo Patrón para Ensayos en la Eficacia Biológica de Plaguicidas de Uso Agrícola, esta es una normativa regional aplicable a todos los países del área centroamericana que obligatoriamente debe ser utilizada para el diseño y realización de los ensayos de eficacia para el registro de plaguicidas formulados (ver Decreto Ejecutivo 31961, Protocolo patrón para ensayos de eficacia biológica de plaguicidas de uso agrícola, Anexo 5 de la Resolución 118-2004 (COMIECO) de 26 junio del 2004, publicado en La Gaceta 179 del 13 de septiembre del 2004 y que entró a regir desde el 13 de setiembre del 2004).

Corresponde al SFE, la autorización y supervisión de los ensayos de eficacia, cuando estos se realicen en el país, conforme a lo que dispone el artículo 33 de la Ley de Protección Fitosanitaria, no así los realizados en el extranjero, los cuales deben ser desarrollados bajo condiciones agroecológicas similares o condiciones controladas, de tal manera que el SFE lo único que hace es verificar que cumplió con lo que ya hemos indicado (protocolo patrón y condiciones en las que se desarrolló el ensayo).

Destacar que con la redacción de esas dos normas, queda abierta la posibilidad de aportar ensayos de eficacia realizados en el exterior, por lo que no necesariamente debemos realizar el ensayo en el país.

**2.1.2-). Excepciones a la regla general para los ensayos de eficacia:** Obviamente como toda regla general

hay excepciones, sin embargo, las únicas excepciones a la regla general son las que técnicamente se justifican y las que contempla la regulación misma y que como señalábamos tienen como finalidad evitar la repetición de estudios, esas excepciones son:

**2.1.2.1). Registro por equivalencia del o los IAGT componente de la formulación:** Una primera excepción a la regla general es cuando un ingrediente activo grado técnico, componente del plaguicida formulado sometido a registro, se haya registrado bajo la modalidad de registro por equivalencia, la formulación no requerirá la realización de ensayos de eficacia siempre y cuando las evaluaciones de propiedades físico-químicas del producto formulado que se pretende registrar sean semejantes a las que presenta el material ya registrado y cumplen con los parámetros establecidos en la legislación técnica vigente o la de otros organismos internacionales de referencia, previa comprobación por el SFE. La anterior excepción no aplica cuando se solicite un uso nuevo no aprobado previamente en el país, para formulaciones del mismo tipo, pues en esta situación se requerirá la realización de pruebas de eficacia.

**2.1.2.2). Homologación de usos y recomendaciones para cultivos de la misma familia botánica:** Otra excepción a la presentación o realización de ensayos de eficacia se da cuando el registrante haya presentado ante la AC, pruebas de eficacia biológica para un producto comercial determinado, en este caso podrá, para análisis de la AC, presentar la solicitud de la

homologación de usos y recomendaciones para cultivos de la misma familia botánica y para la(s) misma(s) plaga(s), adjuntando la información y documentos que sustenten la solicitud.

**2.1.2.3). Patrón de uso en el cultivo no interfiere en la eficacia:** Una tercera excepción es que cuando ya existen usos aprobados por la AC, respecto a una misma plaga, no será necesario realizar ensayos de eficacia para agregar nuevos cultivos, cuando por el patrón de uso, el cultivo no interfiere en la eficacia, sin embargo cada caso concreto debe ser valorado por la AC.

**2.1.2.4). Homologación de la etiqueta y panfleto, respecto de otras formulaciones ya registradas:** No se trata de una excepción propiamente dicha, a los ensayos de eficacia, aunque si es una situación sui generis, prevista en el Reglamento de Registro de Costa Rica y es que la AC podrá de oficio o a solicitud de parte y previa valoración de cada caso, para formulaciones del mismo tipo, con el mismo IAGT e igual concentración, la homologación de la etiqueta y panfleto, respecto de otras formulaciones ya registradas.

La homologación comprende los aspectos relacionados con los usos autorizados, plagas, cultivos aprobados, dosis, modos de aplicación, rangos de aplicación e intervalos de aplicación. La condición o requisito para solicitar esta homologación es la de aportar un ensayo de validación de eficacia biológica en un cultivo y en una plaga autorizados para la formulación original.

Finalmente indicar que en el texto del

nuevo reglamento se incluyó una disposición transitoria, que debemos ponerle atención, me refiero al transitorio séptimo que dice que En un plazo de seis meses contados a partir de la vigencia de este reglamento, el SFE, el MINAE y el MS, elaborarán una propuesta para el agrupamiento de cultivos, con base en el cual se pueda simplificar el proceso de evaluación de la eficacia biológica de los plaguicidas, así como la evaluación del riesgo para la salud y el ambiente.”

Estamos advertidos que la pretensión del MINAE es intervenir directamente en la aprobación de los ensayos de eficacia, así que desde ya debemos oponernos a esa pretensión, pues el artículo 33 de la Ley de protección Fitosanitaria así como el Decreto Ejecutivo 31961, Protocolo patrón para ensayos de eficacia biológica de plaguicidas de uso agrícola, Anexo 5 de la Resolución 118-2004 (COMIECO) de 26 junio del 2004, son muy claros que la competencia es del SFE y no del MINAE, ni del Ministerio de Salud.

- 2.2-) **Autorización de cambios menores en formulaciones ya registradas y las que a futuro se inscriban en el registro:** Es aceptado, unánimemente y sin discusión o cuestionamiento alguno, que el avance tecnológico y el desarrollo de la investigación permite mejorar la calidad y perfil toxi y ecotoxicológico de muchas sustancias que hoy se utilizan en la industria como coformulantes (inertes, solventes coadyuvantes, sustancias afines, etc.), incluso muchas salen del mercado porque surgen “nuevas sustancias” más amigables con el ambiente y la salud o más efectivas para el fin que se

utilizan. También es una realidad indiscutible que Costa Rica es importador de casi todas estas sustancias.

La normativa actual, no establece la posibilidad de hacer variaciones en las formulaciones, lo que si incluye el nuevo reglamento técnico de registro, como una modificación al registro para la autorización de cambios menores en las formulaciones ya registradas, sin necesidad de tramitar un nuevo registro.

Los cambios menores son cambios en la composición de los auxiliares de formulación del producto, comparada con la composición registrada originalmente por el mismo registrante.

Es importante que señalar que si los nuevos auxiliares de formulación, ya se encuentran en productos registrados en el país, que cuentan con el criterio favorable de MINAE y MINSA o se encuentran en bases de datos reconocidas (EPA, FAO u otras registradas en países OECD) y no existe restricción en su uso, la AC procederá a autorizar los cambios menores, caso contrario, la AC consultará a los Ministerios que corresponda.

El nuevo reglamento establece las causales y los requisitos para esos cambios menores que quedan autorizados y de acuerdo con el reglamento estos cambios, así como cualquier otra modificación a un registro, deben ser resueltas en un plazo de treinta días naturales, contado a partir del recibo de la solicitud con todos los requisitos.

Los cambios menores podrán ser solicitados en los siguientes casos:

- Por cambios durante la producción: Cambios en el proceso de producción que pueden llevar a imprevisibles cambios en las propiedades físico-químicas del producto. Como consecuencia de los cambios en las propiedades físico-químicas, se puede requerir cambios leves en la composición del producto, conforme con los rangos expresados en el anexo K.
- Por el reemplazo de coadyuvante u otros auxiliares de formulación: Si es generada nueva información, el o los coadyuvantes utilizados en un producto actual pueda ser considerado como no deseado o inaceptable (debido a su toxicología o ecotoxicología, perfil/clasificación y/o nuevas regulaciones) y debe ser reemplazado con uno menos peligroso y con similares propiedades.
- Por la escasez o no disponibilidad de un coadyuvante u otros auxiliares de formulación: Cuando la escasez sea derivada de fallas en el suministro, debido a eventos como interrupción de la producción, no disponibilidad de materia prima, suministro interrumpido o a nuevas regulaciones sobre los componentes.
- Por cambios en el comportamiento de un coadyuvante u otros auxiliares de formulación: Cambios en el comportamiento que obedecen a cambios en el proceso de producción del mismo.
- Por cambios en el comportamiento del producto o requerimientos de aplicación: En especial en casos que se hacen cambios menores para

mejorar producto, ya sea para mejorar la dispersión de la espuma, o que este genere menos polvo, mejorar la compatibilidad en los tanques de mezcla o por la implementación de nuevas o modificadas prácticas de aplicación y/o equipos de aplicación que puedan requerir cambios en las propiedades del producto.

- Por el desarrollo de investigación y tecnología: La sustitución de componentes y auxiliares de la formulación por otros que implican un menor riesgo para la salud y el ambiente y que no afectan el comportamiento del producto.

Los requisitos para la autorización de los cambios menores en los productos químicos formulados, coadyuvantes y sustancias afines son los siguientes:

- Solicitud del cambio menor, indicando lo siguiente: La razón, descripción del cambio, la composición del nuevo producto respaldada a través de un certificado de composición, emitida por el formulador, la cual deberá contener número CAS y nombre IUPAC de todos los constituyentes de la formulación y la concentración y funciones de los constituyentes utilizados, impurezas superiores a 1g/kg del IAGT utilizado e impurezas relevantes con su límite de detección.
- Solicitud de cambios menores que se tendrá como declaración jurada donde se indique que: el producto se mantiene con el mismo uso, no cambia el tipo de formulación, coadyuvante o sustancia afín, la clasificación del producto es la misma o menos peligrosa, las propiedades biológicas y ambientales del producto no cambian o mejoran, el nivel de eficacia se mantiene o mejora. Además, indicarse en la declaración

jurada que los cambios menores no tendrán ningún efecto adverso sobre las propiedades físico / químicas, toxicológicas y ecotoxicológicas y que estos cambios no tendrán ninguna influencia negativa en el uso / aplicación del producto, y que el tiempo de duración, usos previstos, el tipo de formulación, coadyuvante o sustancia afín y método de aplicación permanecen sin cambios.

- Corresponde a la AC verificar si los nuevos auxiliares de formulación se encuentran en las bases de datos señaladas en el numeral 13.1.10 o si se encuentran dentro de productos previamente registrados en el país que cuentan con el criterio favorable de MINAE y MINSA. Se debe aportar la descripción del proceso de formulación indicando los ingredientes y equipos utilizados, así como las condiciones que se controlan durante el proceso (flujograma del proceso).
- Aportar las Hojas de Seguridad de los auxiliares de formulación que cambian.

### 3.-) Registro de coadyuvantes y sustancias afines:

Este tema no quedó bien regulado, nos parece que se le hicieron concesiones excesivas e injustificadas al MINAE. Para regular esta materia se debió considerar que Costa Rica, ya cuenta con un Decreto Ejecutivo N° 28113-S, que tiene por objeto regular el registro de productos peligrosos, según criterios consignados en el anexo 1 (Guía para la Clasificación de Productos Peligrosos), de ese decreto.

La GUIA PARA LA CLASIFICACION DE PRODUCTOS PELIGROSOS, reúne en un solo documento, criterios de clasificación obtenidos del "Código de Regulaciones Federales 40", de los Estados Unidos de

América y de las "Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas de la ONU". Precisamente en esta guía están incluidas todas las sustancias que la industria utiliza en los procesos de formulación de agroquímicos (dentro de los que están los auxiliares de formulación, los coadyuvantes y las sustancias afines).

Pese a que ya existe una reglamentación y requisitos, el nuevo reglamento técnico de registro, establece también un procedimiento y requisitos, para el registro de estas mismas sustancias, pese a que lo único que varía, con relación a las registradas mediante el Decreto Ejecutivo N° 28113-S, es el uso al cual están destinadas.

Reiteramos que se trata de las mismas sustancias químicas y por ello tienen la misma clasificación, toxicidad y peligrosidad, pues son las que se utilizan en la industria farmacéutica, industria química, agricultura y uso doméstico, de tal manera que nos parece que lo que existe es un trato discriminatorio y una clara intención de Costa Rica de establecer obstáculos técnicos al comercio, por la vía de los requisitos y procedimientos de registro que contempla el reglamento técnico para registro de plaguicidas, en cuanto al registro de coadyuvantes y sustancias afines.

No existe justificación técnica o científica y mucho menos jurídica, para que Costa Rica, establezca requisitos toxicológicos, ecotoxicológicos y hasta de destino ambiental, para sustancias químicas, que ya están clasificadas internacionalmente de acuerdo a su peligrosidad, de tal manera que estamos ante un tratamiento diferenciado y por tanto discriminatorio, para el registro de las mismas sustancias químicas que utiliza la industria en general en sus procesos de formulación de

fármacos, químicos de uso agrícola o doméstico, industria alimentaria, industria química para artículos de aseos personal o desinfección, esto significa ni más ni menos que la imposición de un obstáculo técnico al comercio (OTC), que violenta el Acuerdo sobre OTC de la OMC.

Es evidente que el texto publicado, con relación al registro de coadyuvantes y sustancias afines, constituye un obstáculo técnico al comercio, al establecer y exigir estudios y requisitos que para usos distintos al agrícola no se piden para su autorización e inscripción, lo cual es evidentemente discriminatorio.

Mi recomendación a las empresas es que se acojan al principio de no repetición de estudios y utilicen datos de prueba referenciados para cumplir con los requisitos toxicológicos, ecotoxicológicos y de destino ambiental que incluyeron los Ministerios de Salud y Ambiente en el nuevo reglamento.

#### **IV. Ordenamiento de los registros vigentes y actualización de expedientes, etiquetas y panfletos.**

El Poder Ejecutivo, designando para ello al Ministerio de Agricultura y Ganadería, pretende mediante el Reglamento para la actualización de expedientes de registro de los expedientes de IAGT y productos formulados, Decreto Ejecutivo N° 39995-MAG del 15 de diciembre 2016, Publicado el 16 de enero del 2017, resolver los problemas de desorden, incertidumbre y falta de información en los expedientes de registro, que amparan las inscripciones de los IAGT y plaguicidas formulados, con registro vigente pero que fueron otorgados con una normativa distinta al decreto ejecutivo N° 33495-MAG-S-MINAE-MEIC del 31 de octubre de 2006.

Este decreto es un gran avance y resuelve un problema que inició en el año 2004 y que aún no había sido resuelto por las anteriores administraciones, pues tiene previstas las alternativas y vías para resolver los dos problemas más graves que aquejan al sistema de registros de nuestro país, por un lado la parálisis en registro de productos nuevos y genéricos y por otro la imposibilidad de renovar los registros de formulaciones que actualmente están en el mercado.

Constituye el instrumento jurídico que permite la aplicación del nuevo reglamento de registro, al uniformar la vigencia de los registros y al asociar las formulaciones al fabricante actual de sus materias primas y de sus procesos de formulación. Corresponderá a la administración activa, específicamente al Servicio Fitosanitario del Estado, cumplir con los plazos indicados para cada una de las diferentes situaciones jurídicas que se pretende resolver con este decreto, lo cual os obliga a ser más eficientes y oportunos en el dictado de las resoluciones correspondiente.

Sus ventajas y beneficios son los siguientes:

- 1.-) Garantiza que ningún plaguicida formulado, que se comercialice en Costa Rica, pueda estar registrado y por ende comercializado, sino cuenta con un IAGT asociado que tenga niveles de impurezas relevantes (que son las que tienen importancia toxicológica y ecotoxicológica) superiores a los niveles especificados en los estándares internacionales de referencia (FAO, EPSA, IUPAC).
- 2.-) Permite al Estado costarricense contar con la información actualizada sobre los sitios y orígenes de formulación,

nombre y ubicación física de los formuladores, así como los componentes del producto y la descripción detallada de los procesos de formulación de todos los productos formulados que se comercializan actualmente en Costa Rica.

- 3-) Otorga seguridad jurídica a los registrantes y productores agrícolas, en cuanto al abastecimiento de los formulados que hoy se comercializan evitando el vencimiento de los registros actuales (que en su mayoría expirarían a partir del 10 de enero del 2017) y a su vez, dispone de los mecanismos para que la autoridad cuente con información técnica y química, que le permite garantizar que los plaguicidas que se comercializan actualmente, no representan riesgo inaceptable para la agricultura la salud o el ambiente, además de que fácula a estas autoridades para cancelar todo registro que no cumpla con las especificaciones que garanticen seguridad y eficacia.
- 4-) Ordena y actualiza las etiquetas y panfletos con los que se comercializan las formulaciones en Costa Rica, de tal manera que los factores que intervienen en el uso de un plaguicida y su comportamiento agronómico, ambiental y de salud, son un fiel reflejo del expediente del producto.

## V. Otorgamiento de registros al amparo del RTCR: 484:2016.

Ya nos referimos a las materias reguladas y en especial a los tipos de sustancias que se registrarán al amparo del nuevo reglamento de registro, así que vamos a ver algunas particularidades del procedimiento de registro y sobre todo los

plazos en los que debe otorgarse los registros, según sea la sustancia y la modalidad de registro a la que se acojan.

No vamos a referirnos a aspectos técnicos relacionados con los requisitos por no ser materia de esta exposición, aunque es importante que los regulatorios de las empresas, así como los profesionales independientes, revisen con detenimiento el elenco de requisitos y documentos, que deben aportarse de acuerdo a la sustancia y modalidad de registro que se haya determinado por parte de los interesados.

- 1-) **Registro de IAGT:** Los IAGT pueden registrarse por cuatro modalidades o esquemas de registro, cabe aclarar que en realidad las modalidades por excelencia, son el registro de IAGT por data completa y el Registro por equivalencia, lo usual es que las nuevas moléculas (moléculas que contienen una entidad química de la que nunca se han otorgado en el país, registros de IAGT o de formulaciones) se registren bajo la modalidad de data completa mientras que las moléculas viejas (aquellas que no tiene plazo de protección de los datos de prueba porque se encuentran registradas como IAGT o en formulaciones inscritas en el país) lo hacen por equivalencia, toda vez que bajo esta modalidad lo que deben hacer para registrarse es demostrar la equivalencia química con el perfil de referencia y no tienen que presentar ningún dato de prueba o información técnica. La novedad del nuevo reglamento técnico de registro es que establece una modalidad de registro *sui generis* que es la de registro de IAGT por incorporación y que ya comentamos.

Cuando el registro del IAGT se hace por data completa, el plazo máximo que debe transcurrir desde que se presenta la solicitud hasta que finaliza el trámite con la resolución donde el SFE aprueba o rechaza el registro del IAGT solicitado, es de ocho meses; si el registro de IAGT se hace por incorporación ese plazo se reduce a tres meses. En el caso del registro de IAGT por equivalencia el plazo para resolver es de cinco meses, al igual que si el registro del IAGT se solicita, cuando no hay perfil de referencia.

2- ) **Registro de Plaguicidas formulados:** En lo que atañe al registro de plaguicidas químicos sintéticos formulados, el plazo para resolver es de ocho meses, al igual que para el IAGT por data completa y en el proceso de evaluación intervienen los tres Ministerios.

Debemos recordar que en Costa Rica, a efecto de posibilitar el registro de IAGT, que no gozan de protección patentaria y que ya no cuentan con protección de sus datos de prueba, se optó por un sistema de registro que requiere, como requisito previo al formulado, el registro del IAGT, además hay otros pre-requisitos, que la autoridad de registro verifica, antes de iniciar el análisis de una solicitud de inscripción de un producto formulado, precisamente a esos pre-requisitos son:

2.1-) **-Inscripción del formulador en el registro de personas físicas o jurídicas:**

El primero de estos pre-requisitos es que cuando el formulador es nacional, debe estar inscrito en el registro de personas físicas o jurídicas como compañía formuladora, lo cual no ofrece mayor problema pues este es un dato que debe de verificar la AC, en

sus propias bases de datos oficiales, por lo que el solicitante de un registro no debe aportar ningún documento o certificación para acreditar este hecho aunque si debe asegurarse que dicho registro se encuentre al día y vigente, pues de no estar en orden el SFE puede rechazarle la solicitud de registro.

2.2-) **-Autorización del titular del registro del IAGT:**

Un pre-requisito administrativo establecido para la modalidad de registro de plaguicida formulado, es indispensable que el registrante sea el titular del registro del o los ingrediente(s) activo(s) grado técnico que se utilicen para formular el plaguicida químico formulado, o que el registrante cuente con la autorización del titular del registro del o de los ingrediente(s) activo(s) grado técnico que se utilice(n) para formular el plaguicida químico formulado.

2.3-) **Datos de prueba con protección vigente:**

No se otorgará el registro, cuando cualquier plazo de protección para los datos de prueba del o de los ingrediente(s) activo(s) grado técnico que se utilicen para formular el plaguicida químico formulado no haya expirado, a menos que el titular del (los) registro(s) de dicho(s) ingrediente(s) activo(s) grado técnico haya autorizado el uso de dichos datos de prueba.

3- ) **Registro de Coadyuvantes, Plaguicidas de origen mineral y las sales inorgánicas, sustancias obtenidas de la fermentación aeróbica, u otro proceso a partir de un organismo vivo.**

Respecto de los coadyuvantes ya expresamos que no quedó bien regulado y respecto del registro de las

sustancias obtenidas de la fermentación aeróbica, u otro proceso a partir de un organismo vivo y del registro de productos químicos de origen inorgánico, quedó previsto (transitorio Cuarto) que en un plazo de seis meses a partir de la vigencia del nuevo RTCR 484.2016, el Servicio Fitosanitario del Estado (no incluye a los Ministerios de salud y de Ambiente) deberá elaborar un reglamento con los requisitos para el registro de estas sustancias.

En el ínterin es decir hasta tanto no se cuente con ese reglamento, se aplica lo dispuesto, en lo que sea aplicable, el nuevo RTCR 484.2016, de momento y mientras no se dicte el reglamento en mención se aplica el reglamento técnico por tanto, opera el plazo ordinario de ocho meses, que debe transcurrir desde que se presenta la solicitud hasta que finaliza el trámite con la resolución donde el SFE aprueba o rechaza el registro del IAGT solicitado, igual plazo opera para registrar un coadyuvante.

#### **4-) Modificaciones a los registros o anotaciones marginales.**

Los registros vigentes en cualquiera de sus modalidades, podrán ser modificados por su titular, previo cumplimiento de los requisitos y formalidades que se establecen en este reglamento, sin que dichas modificaciones impliquen tramitar un nuevo registro. Con cualquiera de las modificaciones que se hagan el registro conservará el número correspondiente, así como la fecha de otorgamiento y vigencia del mismo.

Por motivos de tiempo no voy a referirme a las causales, ni a los requisitos de cada una, sin embargo

debo decir que se incluyeron algunas posibilidades de hacer cambios en los registros (anotaciones marginales) que no estaban contempladas en el anterior reglamento. El plazo para resolver las solicitudes de modificación al registro quedó establecido en treinta días naturales.

Es importante destacar que se incorporó al reglamento la suspensión de los plazos, esto quedó regulado así: “La AC y los otros Ministerios, podrán dentro de este plazo que se establece en el numeral 8.8.5 solicitar aclaraciones, por escrito sobre la información suministrada por el solicitante. En estas situaciones concretas procederán a dar un plazo de hasta 60 días hábiles al registrante, para que este pueda suministrar lo requerido y si lo considera necesario otorgarle una audiencia.

En caso de no cumplir con lo solicitado se procederá al archivo de la solicitud. El registrante podrá renunciar parcial o totalmente al plazo y también podrá solicitar por única vez que el plazo sea prorrogado siempre y cuando justifique su petición de prórroga. En los casos en que la AC o los otros ministerios requieran aclaraciones, el plazo de ocho meses se suspende hasta tanto se cumpla con lo apercibido, cesando la suspensión del plazo una vez recibidas las aclaraciones solicitadas al registrante.”

También se incorporó la posibilidad de objetar y debatir los dictámenes técnicos de los Ministerios, se redactó la norma así: “8.8.7. La AC una vez recibidos los dictámenes los pondrá en conocimiento del registrante solo cuando estos resultan negativos, a

efecto de que este pueda impugnarlos, para lo cual el registrante deberá en un plazo de 10 días hábiles presentar, a la AC, los argumentos técnicos, científicos o jurídicos y las pruebas de sustento, por los cuales no está conforme con el o los dictámenes de los Ministerios de Ambiente, Salud y Agricultura y Ganadería. Los Ministerios tendrán un plazo de 10 días hábiles para resolver las objeciones del registrante y rendir el dictamen definitivo.

Si a lo anterior le sumamos la obligatoriedad de los funcionarios de resolver dentro de los plazos establecidos y que tampoco pueden requerir de nuevo por estos, para ese mismo trámite requisitos que ya están aportados en otros expedientes, así como que solo podrán solicitar los requisitos establecidos en este reglamento para cada modalidad de registro son los únicos requisitos que los ministerios podrán solicitar al registrante, no pudiendo solicitar requisitos adicionales, podemos afirmar que logramos una importante y sustantiva mejora en la agilidad de los trámites de registro.

## **VI. Aspectos operativos que requieren de mejora para el funcionamiento del nuevo sistema de registros.**

Hay ciertos aspectos de organización administrativa de las oficinas a cargo de los registros de plaguicidas que deben ser ajustadas a la materia que tiene a cargo, uno de esos aspectos es el del acceso a los expedientes, debe hacerse los cambios necesarios para que los registrantes tengan acceso permanente a sus

expedientes de registro de sus IAGT o de sus formulaciones, de ahí que es necesario establecer el esquema de expediente electrónico y abandonar el sistema de expediente físico en papel, sin embargo, mientras el sistema se siga operando mediante expedientes físicos, el acceso a los expedientes debe garantizarse por los días y horas en que las oficinas de registro están abiertas al público.

Podríamos intentar resumir los principales cuellos de botella en la operatividad del sistema y que atentan contra el funcionamiento expedito del sistema:

- **Acceso a los expedientes de registro:** este es un problema muy serio pues se está limitando el acceso a los expedientes de registro por parte de sus titulares, existe en el SFE un problema administrativo que incide en esto y en la práctica si una empresa quiere revisar su expediente debe esperarse hasta un mes para poder hacerlo.

Respecto del derecho al acceso al expediente de registro, que la limitación a este derecho, por parte de la AC, por imperativo legal, obliga a que la decisión que negare el conocimiento y acceso, total o parcial, deberá ser suficientemente motivada y que incluso puede ser recurrida por el administrado mediante los recursos de revocatoria o apelación.

El actual sistema que tiene el establecido el SFE es violatorio de derechos fundamentales del administrado en especial los consagrados en los ordinales 30 y de la Constitución Política y 272 de la Ley General de la Administración Pública, de no subsanarse esta grave

deficiencia administrativa hará inminente la presentación de recursos de amparo contra el SFE con las consecuencias que esto acarrea.

- **Sistema de recepción de documentos:** Este es otro aspecto administrativo funcional que debe corregirse, no existe un sistema ágil, seguro y expedito para que el usuario presente documentos, esto porque actualmente se debe esperar cita para poder hacer entrega de diferentes gestiones y esto no es procedente ni aceptable. Resulta sumamente grave que el SFE establezca un sistema arbitrario de citas para presentar documentos y peticiones.

Esta deficiente práctica administrativa del SFE violenta el derecho de petición consagrado en el artículo 27 de la Carta Magna y de los numerales 284, 285, siguientes y concordantes de la Ley General de la Administración Pública.

- **Uniformidad de criterios técnicos y jurídicos:** Este problema lo resumimos en lo siguiente: no existe certeza que casos idénticos se resuelvan igual por parte del SFE, ni en criterios jurídicos, técnicos y mucho menos científicos, en este tema impera la inseguridad, la discrecionalidad y los resultados de una gestión dependen en buena medida del funcionario al que le corresponda resolver, lo que denota la subjetividad y fragilidad del sistema de registro. Ojo con esto porque es sumamente peligroso y eventualmente se convierte en un probable foco de corrupción administrativa.
- **Incumplimiento de plazos:** Es quizás de las más graves faltas en las que está incurriendo la unidad de registro, pues existe un grosero incumplimiento

reiterado e injustificado de los plazos por parte de esa unidad del SFE. Tanto de los artículos 255, 258, siguientes y concordantes de la Ley General de la Administración Pública como del artículo 6 de la Ley 8220. Debemos reconocer que también las empresas han abusado de la solicitud de ampliación de plazos, estas prácticas tienen que desterrarse, caso contrario vamos a tener problemas con el funcionamiento del sistema.

- **Revisión y mejora de la base de datos oficial:** este es un problema que atenta contra la seguridad y confiabilidad de una base de datos oficial, esto porque los datos de la base de datos no necesariamente coinciden con los expedientes físicos y urge solucionar este problema.

Hemos visto casos en los cuales de manera unilateral y arbitraria la Unidad de Registro modifica las bases de datos y la información sobre un producto. Debemos advertir que esta práctica administrativa de la unidad de registro del SFE es constitutiva de delito, además de la flagrante violación de garantías fundamentales como el derecho a la defensa y el debido proceso.



# Anexos

Documentación complementaria de ayuda, consulta y referencia.

Alfaro Portuguez, R. 2015. Control de la deriva en la aplicación de herbicidas en el cultivo de la caña de azúcar. Grecia, Costa Rica. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, LAICA (Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar). 26 p.

**[01 CONTROL DE DERIVA.pdf](#)**

Chaves Solera, MA. 1995. Los coadyuvantes: clave del éxito en la aplicación efectiva y eficiente de plaguicidas. San José, Costa Rica. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, LAICA (Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar). 161 p.

**[02 LOS COADYUVANTES.pdf](#)**

Vargas Yong, S. 2017. Costa Rica pone en vigencia importantes cambios en materia de registro y control de calidad de los fertilizantes y enmiendas para suelo. San José, Costa Rica. CANAPROGE (Cámara Nacional de Agroinsumos y Productos Genéricos). 5 p.

**[03 FERTILIZANTES REGISTRO Y CONTROL DE CALIDAD.pdf](#)**

Decreto N° 39994, 2016. Reglamento técnico: RTCR 485:2016. Sustancias químicas. Fertilizantes y enmiendas para uso agrícola. Tolerancias y límites permitidos para la concentración de los elementos y contaminantes. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. 15 diciembre.

**[04 DECRETO No 39994-MAG TOLERANCIAS EN CONCENTRACIONE ELEMENTOS.pdf](#)**

Decreto N° 39995, 2017. Reglamento para la actualización de la información de los expedientes de registro de ingrediente activo, grado técnico y plaguicidas formulados. Diario Oficial La Gaceta. Costa Rica. 16 enero.

**[05 DECRETO No 39995-MAG ACTUALIZACION REGISTROS.pdf](#)**

Decreto 40059, 2017. Reglamento técnico: RTCR 484:2016. Insumos agrícolas. Plaguicidas sintéticos formulados, ingrediente activo grado técnico, coadyuvantes y sustancias afines de uso agrícola. Registro, uso y control. Diario Oficial La Gaceta. 12 enero.

**[06 REGLAMENTO TECNICO CENTROAMERICANO 4842016-INSUMOS AGRICOLAS.pdf](#)**

RTCA 65.05.54:15. 2015. Reglamento Técnico Centroamericano. Fertilizantes y enmiendas de uso agrícola. Requisitos para el registro. COMIECO (Consejos de Ministros de Integración Económica Centroamericana). 25 p.

**[07 REGLAMENTO TECNICO CENTROAMERICANO 65055415-FERTILIZANTES Y ENMIENDAS DE USO AGRICOLA.pdf](#)**