

LIGA AGRICOLA E INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZUCAR
Dirección Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar
DIECA



**Estudio Comparativo de 9 Mezclas de Herbicidas
Utilizadas Para el Control de Malezas en el Cultivo de
la Caña de Azúcar en la Región de San Carlos,
Costa Rica.**

Roberto Alfaro Portugal*
José M. Rodríguez Fernández
Javier Bolaños Porras

Grecia, Costa Rica
Julio 2002

I. ANTECEDENTES

El control químico de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar constituye el método de combate más utilizado por los productores actualmente actividad que , representa en la estructura de los costos generales del cultivo cerca del 3,0% en el caso de la caña planta y un significativo 5,4% en la caña en ciclo de soca (*Chaves, 1995*) ; por tal motivo, como estrategia de manejo racional, en las fincas no resulta prudente optar por un sólo método de control si se desea reducir los costos de la actividad.

Un programa de control de malezas óptimo debe visualizarse en forma integral si se quiere tener éxito en esta labor, debido a que no existe un método que sea efectivo por sí sólo; por lo tanto, lo más razonable y técnicamente recomendable es efectuar la combinación de distintas prácticas de control, de manera que estas coincidan con las labores mecánicas, con el fin de ejecutar varias operaciones mediante una sola acción de tal forma que los costos se reduzcan significativamente.

Se debe tener presente que la inversión destinada a realizar el combate de las malezas, no debe en ningún caso exceder las pérdidas previstas alcanzar en el corto, mediano y largo plazo. Por ello, con el fin de tener éxito tanto técnica como económicamente, el método de control seleccionado debe ser el más apropiado y realizarse en el momento oportuno, antes de que la maleza cause daños significativos e irreversibles al cultivo.

Los herbicidas representan una alternativa importante y efectiva para realizar el control de las malezas en la caña de azúcar, aunque generalmente por descuido, desinterés o desconocimiento son usados en forma errónea, causando ineficiencia en el control y generando consecuentemente un incremento significativo en los costos de aplicación (*Chaves et al, 2002*).

En la región de San Carlos, el área cultivada con caña de azúcar se estima cercana a los 6.700 has (13,1% del área nacional), distribuidas mayoritariamente en fincas propiedad de tres ingenios de la zona y tres del Valle Central que acarrear la materia prima; cuenta además con aproximadamente 788 productores independientes debidamente registrados (Zafra 2000/2001) que año a año luchan contra la proliferación masiva de malezas, las cuales se ven muy favorecidas por las condiciones de clima imperantes en la zona, caracterizadas por la alta precipitación, temperatura y humedad (*Chaves et al, 2001*).

Las pérdidas agrícolas provocadas por la competencia de las malezas en las plantaciones cañeras de San Carlos, no ha sido posible determinarlas con exactitud, según lo señala Vargas (1991) citado por (Arias 1999) aunque estima que las mismas alcanzan valores cercanos al 22% de los costos de producción, debido principalmente al control tardío que efectúan en la gran mayoría de fincas de la región.

**** Ing. Agr. Roberto Alfaro Portugal. Programa Agronomía. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar DIECA. Teléfonos: 24-94-1129/24-94-7555
e-mail:ralfaro@laica.co.cr***

Estudios realizados en la zona han demostrado que algunas mezclas de herbicidas químicos fueron eficientes en el control de las malezas a un costo razonable; entre ellas, Vargas (1991) menciona que la mezcla de TERBUTILAZINA + 2,4-D + AMETRINA en la dosis de 2.5 l + 2l + 2.5 l/ha respectivamente fue la que mostró un mayor control de las malezas presentes.

Debido al cambio y la aparición constante de nuevos productos herbicidas, formulaciones, dosis, y precios en el mercado, se hace imperativo valorar en las regiones cañeras nuevas mezclas, que proporcionen al productor un eficiente y económico control respecto a las mezclas más utilizadas en cada una de ellas.

Resulta fundamentalmente importante en las actuales circunstancias, orientar al agricultor cañero respecto a lograr los mayores beneficios técnico-económicos mediante el uso racional, equilibrado y ambientalmente sostenible de los agroquímicos utilizados, en este caso, en el control de malezas.

II. OBJETIVOS

Se establecieron como objetivos básicos e inmediatos del estudio los siguientes:

- 1) Evaluar la eficiencia técnica de 9 diferentes mezclas de herbicidas comerciales recomendadas para realizar el control de las malezas, que afectan el cultivo de la caña de azúcar en la región de San Carlos.
- 2) Determinar el posible efecto negativo que pudiera tener alguno de los productos o mezclas herbicidas evaluadas, sobre los principales indicadores agroindustriales de productividad de la variedad de caña SP 70-1284.
- 3) Estimar y valorar comparativamente el costo y el grado de rentabilidad económica de aplicar los tratamientos evaluados en el presente estudio.
- 4) Obtener resultados pragmáticos desde una perspectiva técnica, ambiental y económica que orienten al productor de caña en cuando al uso óptimo y racional de los productos herbicidas disponibles en el mercado, y recomendados para realizar el control de malezas.

III. MATERIALES Y METODOS

a. Ubicación

La prueba experimental se estableció en una de las Fincas del Ingenio Quebrada Azul, ubicado en el cantón de San Carlos, provincia de Alajuela, a una altitud de 65 msnm. La localidad posee una temperatura media anual de 26 °C y una precipitación total anual de 2.697 mm.

b. Unidad Experimental

Cada parcela estuvo constituida de 5 surcos de 9 metros de largo separados a 1,20 m entre sí, para un área total de 54,0 m². Cada parcela fue evaluada y cosechada en su totalidad.

c. Diseño Experimental

El Diseño Experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones y 10 Tratamientos completamente aleatorizados en el campo, para un total de 40 parcelas.

d. Variedad

La variedad de caña de azúcar utilizada en el estudio fue la SP 70-1284 la cual representa una opción importante de uso comercial en la Región. Esa variedad representó en el años 2000 el 17,1% del área total (has) cultivada en el país, y se estima que significó un 2,9% de la caña sembrada en la región productora de San Carlos (Chaves et al. 2001). En el año 2000 dicho clon fue el más cultivado en el país en virtud de sus destacadas características y propiedades tanto agrícolas como industriales.

e. Suelo

La investigación se efectuó en un terreno de topografía plana cuyos suelos califican Taxonómicamente en el orden de los Inceptisoles, cuya textura es Franco Arcillo-Limoso.

f. Tratamientos

Los tratamientos de mezclas y dosis evaluadas en el estudio se seleccionaron originalmente a partir de las recomendaciones hechas por las casas comerciales proveedoras de los productos, y también, por la experiencia adquirida a partir de los resultados obtenidos en otros experimentos similares realizados con anterioridad en otras regiones cañeras del país. Los productos y mezclas evaluadas en el estudio se anotan en los Cuadros 1 y 2, indicando complementariamente el costo implicado por cada tratamiento.

La preparación y aplicación de las diferentes mezclas evaluadas se realizó bajo la estricta supervisión de los técnicos representantes de las casas comerciales interesadas que se hicieron presentes, de la Cámara de Productores de Caña de la zona, del Ingenio Quebrada Azul y también de DIECA, incorporando con ello una alta representatividad y objetividad al estudio.

Las bajas dosis utilizadas en el caso de algunos de los productos evaluados, obedece a un plan preconcebido orientado a determinar la mayor efectividad en el control de las malezas, considerando e integrando un bajo costo, una reducida contaminación y una limitada afección del medio ambiente.

La plantación de caña se sembró el 26 de junio de 1999 y la aplicación de las mezclas herbicidas se realizó el 11 de agosto del mismo año, cuando la caña tenía aproximadamente 2 meses de edad en ciclo de caña planta. La cosecha se efectuó el 11 de abril del 2000 con una edad aproximada de la plantación de 10,5 meses.

Las dosis de los herbicidas aplicadas por hectárea fueron muy precisas, ya que previamente se calibró el equipo (bomba de espalda con boquilla 8002) y también el aplicador.

El tratamiento designado como Testigo se dejó enmalezar libremente, con la finalidad de evaluar y comparar el efecto provocado por la competencia de las malezas sobre los rendimientos agroindustriales del cultivo.

Algunos de los tratamientos evaluados (Cuadros 1 y 2) contienen componentes químicos iguales (genéricos) aunque con diferente nombre comercial, lo que se debe como se mencionó, al interés de las respectivas casas comerciales de que sus productos fueran también valorados como efectivamente ocurrió. Con esta medida se procuro abrir espacio a la evaluación de las diferentes opciones comerciales que el productor de caña tiene dispuestas en el mercado actualmente.

Resulta por tanto importante dejar claro en este punto, que lo que DIECA procura es valorar las diversas opciones que existen en el comercio, con el fin de orientar a los agricultores sobre las alternativas más adecuadas desde una perspectiva técnica de control de las malezas, aunque también de los costos relacionados y el impacto ambiental provocado.

Todas las parcelas experimentales recibieron indiferentemente el mismo manejo técnico de una plantación comercial, marcando su diferencia sólo lo relativo al control de malezas, por lo que cualquier diferencia se presume debida a esa razón.

CUADRO 1
NOMBRE COMERCIAL Y GENERICO DE LOS HERBICIDAS ESTUDIADOS
EN LA REGION DE SAN CARLOS, COSTA RICA.

NOMBRE COMERCIAL*	FORMULACION	NOMBRE GENERICO
AMIGAN	65 WP	Ametrina/Terbutrina
ATERBUTOX	50 SC	Atrazina/Terbutrina
VELPAR	K 63 WP	Hexazinona/Diurón
FENOXAL	48 SL	2,4-D(30%) + MCPA (18%)
TRUPER	13 EC	2,4-D(12%) + Fluroxipir (1%)
ESTERON	40 SL	2,4-D
DACONATE	72 SL	MSMA
DREXEL	80 WG	Diurón
DIURON BAYER	80 WP	Diurón
DIUREX	80 SC	Diurón
DIUROLAQ	50 SC	Diurón
PROWL	50 EC	Pendimentalina
MERLIN	75 WG	Isoxaflutole
COMBINE	50 SC	Tebuthiuron
IGRAN	50 SC	Terbutrina

* **Marcas Registradas**

g. Variables Evaluadas

Para determinar y valorar de manera objetiva la eficiencia de los productos herbicidas y las mezclas estudiadas, se utilizó varios criterios diferentes que permiten de acuerdo con el objetivo pragmático y utilitario que el estudio persigue, dictaminar las mejores opciones técnicas y económicas para el agricultor cañero de la región.

Con este principio se dispuso de los siguientes criterios valorativos:

1) Control de Malezas

Las evaluaciones de campo se realizaron a los 30, 60 y 90 días después de efectuada la aplicación de las mezclas herbicidas en las parcelas. Dichas evaluaciones fueron realizadas en cada época en forma simultánea e independiente por parte de 6 profesionales especialistas en el cultivo, que desconocían la identificación y ubicación previa de los tratamientos a evaluar, procurando obtener con ello una mayor objetividad en los resultados.

De acuerdo con su criterio y experiencia personal, cada técnico considero y aplico siguiendo la escala de calificación de 0 a 100, el porcentaje de control de malezas efectuado por cada uno de los tratamientos, los cuales posteriormente se promediaron y cuyos resultados se exponen en el Cuadro 4.

Las variables utilizadas por DIECA para valorar el control de las malezas en el campo fueron las siguientes:

Escala de Control:

ADECUADA = Superior a un 85%

PARCIAL = Entre un 60 y un 84%

DEFICIENTE = Inferior a un 60%

Todas las parcelas tratadas presentaron en principio una buena cobertura de las malezas originarias del lugar, entre las cuales se tienen las siguientes:

<u>Ipomoea</u> spp	Churristate	<u>Paspalum conjugatuns</u>	Zacate amargo
<u>Digitaria sanguinalis</u>	Guarda rocío	<u>Euphorbia</u> spp	Hierba lechosa
<u>Conmelina</u> spp	Canutillo	<u>Rottboellia cochinchinensis</u>	Caminadora
<u>Ageratum conyzoides</u>	Santa Lucía	<u>Paspalum fasciculatum</u>	Gamalote
<u>Melampodium divaricatum</u>	Florequilla		

2) Variables Industriales

Se tomó durante la cosecha de la plantación una muestra de caña representativa en cada parcela, la cual se analizó posteriormente en el laboratorio químico del Ingenio Quebrada Azul, siguiendo los mismos principios metodológicos que aplica LAICA para realizar el pago del azúcar a los productores entregadores de materia prima.

Se determinó en dichas muestras los valores de Brix (%), Pol (%) Caña, Pureza (%) de los Jugos, contenido de Fibra (%) Caña y también el Rendimiento Industrial dado en kilogramos de azúcar por tonelada de caña molida.

3) Variables de Producción

Durante la cosecha se procedió a pesar en su totalidad toda la caña industrializable de cada parcela, la cual se proyectó a toneladas por hectárea. Posteriormente se integro la Producción de Caña (t/ha) y el Rendimiento Industrial (kg/t), en un valor agroindustrial que permitió conocer la Producción de Azúcar (toneladas) por hectárea.

4) Valoración Económica

Complementariamente se determinó el precio de venta (en mostrador) de los productos comerciales dispuestos en los almacenes de las Cámaras de Productores de caña del país que los disponían , utilizando para el cálculo el valor más bajo, con el fin de no distorsionar y provocar variaciones importantes en los resultados obtenidos por este motivo.

Los precios utilizados son los que públicamente se colocan en los almacenes para la venta de los agroquímicos a los productores.

CUADRO 2
TRATAMIENTOS COMERCIALES EVALUADOS EN EL ESTUDIO
DE HERBICIDAS REALIZADO EN LA REGION DE SAN CARLOS.

TRATAMIENTO No.	PRODUCTOS COMERCIALES	DOSIS POR HECTAREA	COSTO/HA *	
			¢	\$
1	AMIGAN 65 WP + DIUREX 80 SC + FENOXAL 48 SL	3,0 kg + 1,5 L + 2,0 L	18.069,0	54,75
2	VELPAR K63 WP + TRUPER 13 EC	2,5 kg + 2,0 L	19.179,0	58,11
3	DACONATE 72 SL + DREXEL 80 WG + TRUPER 13 EC	2,0 L + 1,5 kg + 1,5 L	12.308,0	37,29
4	PROWL 50 EC + DIURON BAYER 80 WP + TRUPER 13 EC	3,0 L + 2,0 kg + 1,5 L	20.893,0	63,31
5	MERLIN 75 WG + DIURON BAYER 80 WP + TRUPER 13 EC	110 gr + 2,0 kg + 1,5 L	16.782,0	50,95
6	COMBINE 50 SC + DIURON BAYER 80 WP + TRUPER 13 EC	1,5 L + 2,0 kg + 1,5 L	22.928,0	69,47
7	IGRAN 50 SC + DIUROLAQ 50 SC + ESTERON 40 SL	3,0 L + 2,0 L + 1,5 L	18.586,0	56,32
8	ATERBUTOX 50 SC + DIUREX 80 SC + FENOXAL 48 SL	4,0 L + 1,5 L + 1,0 L	18.523,0	56,13
9	MERLIN 75 WG + IGRAN 50 SC + TRUPER 13 EC	110 gr + 2,0 L + 2,0 L	16.643,0	50,43
10	TESTIGO (Enmalezado)		—	—

* TIPO DE CAMBIO 1US= ¢330,03

* Precios mínimos obtenidos en los almacenes de las Cámaras de Productores de Caña de todo el país

IV. RESULTADOS

En el Cuadro 3 se presenta el resultado del Análisis de Varianza del experimento, verificando que en las variables agroindustriales de productividad la diferencia estadística en el caso de los Tratamientos fue altamente significativa (1%), únicamente en el caso de la variable de Producción de Caña (t/ha).

CUADRO 3
Cuadros Medios de las Variables Agroindustriales y de Control de Malezas de las Mezclas de Herbicidas Evaluadas en San Carlos.

Fuente de Variación	GL	Porcentaje				Rendimiento Industrial (kg azúcar/t)	Toneladas/ha	
		Brix	Pol	Pureza	Fibra		Caña	Azúcar
Repeticiones	3	1,85	4,55	25,44	0,61	87,40	398,11	2,98
Tratamientos	9	0,27	0,78	6,96	0,49	59,48	484,46	6,20
Error	27	0,64	1,21	10,05	0,34	95,89	148,46	2,93
Total	39	25,39	52,41	410,34	15,38	3386,59	9562,94	143,81
Significancia		NS	NS	NS	NS	NS	AS	NS
CV (%)		3,91	6,19	3,66	4,71	8,85	13,11	16,67

AS- Diferencia Estadística Altamente Significativa al Nivel del 1% de Probabilidad

NS- Diferencia Estadística No Significativa

CV- Coeficiente de Variación (%)

GL- Grados de Libertad

En el Cuadro 4 y la Figura 1 se presentan los resultados obtenidos en las evaluaciones de control (%) de las malezas realizados por los 6 evaluadores a los 30, 60 y 90 días posteriores a la aplicación de los herbicidas.

En el promedio general de dichas evaluaciones, los tratamientos No 1, 2, 3, 4 y 5 presentaron en orden descendente el mejor control de malezas, alcanzando en todos los casos valores superiores al 80% a los 90 días después de efectuada la aplicación lo que revela una alta residualidad y persistencia en su efecto; sin embargo, la presencia de las malezas Paspalum fasciculatum (Gamalote) y Rottboellia cochinchinensis (Zacate Indio o Peludo) provocaron diferencias sustanciales en la efectividad del control inducido por las diferentes mezclas en estudio.

Es importante señalar que a pesar de la posible subjetividad que pueda darse en las evaluaciones de control de malezas realizadas en el campo, los bajos Coeficientes de Variación determinados demostraron que hubo mucha similitud en dichas valoraciones, como era de esperar en virtud de la representatividad prevista.

En el Cuadro 5 y las Figuras 2 y 3 se exponen los resultados promedio de las variables agroindustriales obtenidas durante la cosecha de las parcelas tratadas, observándose que entre los tratamientos mencionados como más efectivos en cuanto a productividad agroindustrial, se tiene que el Tratamiento No 4 correspondiente a la mezcla de **PROWL 50 EC + DIURON 80 WP + TRUPER 13 EC** en las dosis de 3,0 l; 2,0 kg y 1,5 l/ha, respectivamente, presentó la mayor Producción de Azúcar (11,48 t/ha) con lo cual superó al Testigo en un 60% (4,34 t/ha). Le siguió muy de cerca el Tratamiento No 7 de **IGRAN 50 SC (3,0 l) + DIUROLAQ 50 SC (2,0 l) + ESTERON 40 SL (1,5 l)** que produjo 11,31 t/ha de azúcar.

A esos tratamientos les siguió el Tratamiento No 1 de **AMIGAN 65 WP + DIUREX 80 SC + FENOXAL 48 SL** con (11,01 t/ha). Los anteriores índices de productividad representaron valores correspondientes a un 60, 58 y 54% más de azúcar que el Testigo Enmalezado, respectivamente, lo que resulta productivamente muy significativo e incuestionable económicamente.

Todos los tratamientos superaron significativamente (1%) al Testigo Enmalezado en cuanto a producción de caña, sin mostrar las mezclas herbicidas diferencias estadísticas entre sí; pese a lo cual el Tratamiento No 7 fue el mejor al producir 105,74 toneladas de caña/ha, con lo que superó al Testigo en un 58% equivalente a 40 t/ha; le siguió el Tratamiento No 4 con 104,44 t de caña.

En general el control de malezas ejercido por los tratamientos fue bueno y calificado por **ALFARO, RODRIGUEZ Y BOLAÑOS (2002)** como **ADECUADO** en el caso específico de los Tratamientos No 1, 2 y 3, pues superó en un 85% el control hasta los 90 días. Los Tratamientos No 4 y 5 alcanzaron también esa calificación hasta los 30 días, luego de lo cual perdieron efecto. El resto de Tratamientos calificó en una Escala de Control nombrada como **MODERADA** (60 – 84%).

El Tratamiento No 9 fue en términos de control de malezas la mezcla que calificó como más deficiente, en virtud del bajo control (promedio de 64,6%) que ejerció durante todo el experimento.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Vargas (1995), en varios estudios efectuados en la Región Norte, al evaluar herbicidas como **AMIGAN 65 WP** y **PROWL 50 EC** en mezcla con otros productos destinados al control general de malezas en esta zona cañera.

Es muy evidente el efecto negativo que sobre la Producción de Caña y Azúcar induce la presencia y permanencia de las malezas en la plantación, compitiendo abiertamente con el cultivo como aconteció en el caso del Tratamiento Testigo, el cual fue superado hasta en un 60% en lo que respecta a en la Producción de Azúcar como sucedió con el Tratamiento No 4. Todos los tratamientos evaluados superaron al Testigo en más del 33% en lo que respecta a la Producción de Azúcar.

En vista de no verificarse en los tratamientos estudiados una clara correlación (negativa) entre un menor control de malezas (Cuadro 4) y una menor Producción de Azúcar (Cuadro 5) como se aprecia en la Figura 2, es viable considerar que gran parte de las diferencias existentes en productividad entre los diferentes tratamientos en estudio, se debió a un efecto negativo que podría alcanzar niveles fitotóxicos de la mezcla de herbicidas utilizada, como ha quedado demostrado en otros estudios similares efectuados en otras regiones, lo cual deberá sin embargo ser evaluado con mayor especificidad y rigor científico.

Es importante señalar que en el presente caso la presencia de malezas no pareció afectar de forma determinante el Rendimiento Industrial (kg/t) de la plantación, puesto que la concentración de sacarosa en los tallos no se vio tan significativamente afectada como lo demuestra el Testigo, pese a que los Tratamientos No 2, 7 y 4 mostraron una concentración de sacarosa inferior. La variable más afectada por las malezas fue la Producción de Caña, en cuyo caso el Testigo Enmalezado produjo como se indico con anterioridad 40 toneladas menos, equivalentes al 37,8% con respecto al Tratamiento No 7, el cual mostró el mejor índice productivo de caña (Figura 3).

Las diferencias de los Tratamientos fueron tan marcadas en cuanto a Producción de Caña, que el Tratamiento de productividad más bajo (No 3), supero en 24,14 t/ha al Testigo, lo que significo un 26,9% (Figura 2).

La mejor Relación Caña/Azúcar la mostró el Tratamiento No 9, al reportar un índice de 8,6 toneladas de caña necesarias procesar (moler) para fabricar una tonelada de azúcar. Le siguieron en orden de importancia los Tratamientos No 6, 5, 8 y 3, siendo el No 2 por el contrario el más deficiente.

Económicamente el Tratamiento que presento la mejor Relación Beneficio/Costo fue el No 9 (B/C=2,20) correspondiente a la mezcla de **MERLÍN 75 WG + IGRAN 50 SC + TRUPER 13 EC** en las dosis de 110 gr + 2,0 l + 2,0 l/ha, respectivamente, debido a que el rendimiento de la caña tratada con esta mezcla no fue afectada negativamente, por lo que superó al Testigo Enmalezado en un 50% (3,63 t) en cuanto a Producción de Azúcar (t/ha) y 27,0 t (41,1%) de Caña. Sin embargo, el control promedio de malezas ejercido por esta mezcla no fue lo suficientemente efectivo (Cuadro 4), debido a que el herbicida **MERLÍN 75 WG** no fue como se indico anteriormente, muy eficiente en el control tardío de malezas en el campo por ser un herbicida de acción preemergente.

Por su parte, el Tratamiento No 1 presento también una de las mayores relaciones Beneficio/Costo (2,17), complementada con un excelente control de malezas hasta los 90 días posteriores a la aplicación.

Por el contrario, el Tratamiento No 2 (**VELPAR K63 WP (2,5 kg) + TRUPER 13 EC (2,0 l)**) fue económicamente el más deficiente, pues su relación B/C fue inclusive inferior a la del Testigo Enmalezado, lo que es atribuible a su baja productividad de azúcar y alto costo de la mezcla.

En el presente estudio se mencionaron los nombres comerciales y sus respectivas formulaciones, debido a que se ha comprobado en otros estudios diferencias significativas entre productos genéricos, debido presuntamente a razones atribuibles a la calidad técnica del herbicida utilizado.

CUADRO 4
RESULTADO DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS A LAS DIFERENTES
MEZCLAS DE HERBICIDAS EN LA REGION DE SAN CARLOS.

TRATAMIENTO No.	Porcentaje de Control de Malezas							
	30 DIAS	CV (%)	60 DIAS	CV (%)	90 DIAS	CV (%)	PROMEDIO	CV (%)
1	95,0	2,96	90,7	5,31	88,0	7,69	91,26	5,32
2	93,8	2,89	88,1	2,83	89,5	2,23	90,45	2,98
3	95,5	2,69	88,1	1,13	80,8	81,8	88,11	4,00
4	87,1	4,38	82,9	4,57	82,1	5,29	84,06	4,75
5	89,2	4,04	81,6	5,55	84,1	5,71	84,96	5,10
6	78,5	1,97	75,1	5,92	77,0	9,35	76,88	5,75
7	80,1	7,35	65,7	15,31	69,8	13,94	71,88	12,20
8	75,5	9,13	64,8	14,63	66,7	85,11	69,03	16,29
9	71,8	14,10	57,8	18,42	64,3	14,58	64,65	15,70
10*	0	—	0	—	0	—	0	—

* Testigo Enmalezado

Las evaluaciones en cada época son el promedio de 6 evaluaciones realizadas por igual número de técnicos

CUADRO 5
RESULTADOS AGROINDUSTRIALES DE LA EVALUACION DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL
CONTROL DE MALEZAS EN LA CAÑA DE AZUCAR EN LA REGION DE SAN CARLOS.

Tratamiento No.	Porciento				Rend. Ind. kg azúcar/t	Toneladas/ha		PRT (%)	Relación Caña/Azúcar
	Brix	Pol	Pureza	Fibra		Caña	Azúcar		
1	20,22	17,61	87,09	12,05	110,86	98,77 ab	11,01	154	8,97
2	20,15	16,90	83,86	12,87	102,00	94,25 ab	9,56	133	9,86
3	20,45	17,81	87,07	12,32	111,52	89,88 ab	10,05	140	8,94
4	20,57	17,57	85,37	11,77	109,68	104,44 ab	11,48	160	9,10
5	20,67	18,05	87,25	12,55	112,65	94,07 ab	10,55	147	8,92
6	20,42	17,91	87,60	12,10	113,16	93,14 ab	10,64	149	8,75
7	20,22	17,28	85,33	11,92	107,47	105,74 a	11,31	158	9,35
8	20,42	17,87	87,49	12,35	111,97	90,18 ab	10,07	141	8,95
9	21,05	18,55	88,13	12,55	116,55	92,77 ab	10,77	150	8,61
10	20,47	17,77	86,75	12,67	110,16	65,74 b	7,14	100	9,21
Promedio	20,46	17,73	86,59	12,31	110,60	92,89	10,25	No aplica	9,06
CV (%)	3,91	6,19	3,66	4,71	8,85	13,11	16,67		—
Significancia	NS	NS	NS	NS	NS	AS	NS		—

Cada Valor es Producto del Promedio de 4 Repeticiones

PRT: Porcentaje de Diferencia de los Tratamientos Evaluados Respecto al Testigo Enmalezado

Relación Caña/Azúcar=Cantidad (Toneladas) de Caña Necesarias Para Fabricar 1 Tonelada de Azúcar

Cuadro 6
Análisis Económico de los Tratamientos de Diferentes Mezclas de
Herbidas Evaluadas en la Región de San Carlos, Costa Rica.

Tratamiento No.	t/ha Caña	kg/ha Azúcar	t/ha Azúcar	Costos Fijos(¢)	Costos Variables(¢)		Costos Totales(¢)	Ingresos(¢)		Relación Beneficio/Costo
					Cosecha	Control		Bruto	Neto	
1	98,77	110,86	11,01	151.353	227.171	18.069	396.593	858.682	462.090	2,17
2	94,25	102,00	9,56	151.353	126.775	19.176	387.304	749.646	362.342	1,94
3	89,88	111,52	10,05	151.353	206.724	12.308	370.385	783.678	413.293	2,12
4	104,44	109,68	11,48	151.353	240.212	20.893	412.458	896.032	483.574	2,17
5	94,07	112,65	10,55	151.353	216.361	16.782	384.496	822.533	438.037	2,14
6	93,14	113,16	10,64	151.353	214.222	22.928	388.503	828.723	440.220	2,13
7	105,74	107,47	11,31	151.353	243.202	18.586	413.141	884.121	470.981	2,14
8	90,18	111,97	10,07	151.353	207.414	18.523	377.290	785.295	408.006	2,08
9	92,77	116,55	10,77	151.353	213.371	16.643	381.367	838.128	456.762	2,20
10	65,74	110,16	7,14	132.761	151.202	0	283.963	557.662	273.699	1,96

El costo de control se refiere únicamente al costo generado por los productos herbicidas utilizados
 Costo por Corta, Carga y Acarreo = ¢2.300,00/TM

Precio por kg de Azúcar= ¢73,71 pagado al productor en Régimen de Cuota

Precio por kg de Melaza= ¢12,10 (se considero un promedio 39,44 kg/t)

Costos Fijos =25% de los costos de establecimiento

Costo de aplicación por hectárea= ¢ 6.853,60 (\$20,80) (16 horas hombre/ha)

En los ingresos se contemplo por concepto de melaza ¢449,27/t de caña

Tipo de cambio US= ¢ 330,03

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio es factible concluir lo siguiente:

- Si se comparan los tratamientos con las diferentes mezclas de herbicidas respecto a la parcela enmalezada (Testigo), se evidencia un claro efecto negativo de estas sobre la Producción de Caña y Azúcar inducido por la presencia permanente de malezas en el cultivo, pese a lo cual sólo la producción de caña mostró efecto significativo (1%) con carácter estadístico. No hubo tampoco efectos notorios sobre la concentración de sacarosa en el tallo (Rendimiento Industrial), exceptuando los Tratamientos No 2 y No 7 donde esa variable fue inferior respecto a la del Testigo.

- Las diferencias presentes en la Producción de Caña entre las mezclas evaluadas, se estima que se debe a un posible efecto negativo (presuntamente fitotóxico) provocado por los herbicidas aplicados, pese a su aparente selectividad. Lo anterior como se indicó no alcanzó sin embargo diferencias de carácter estadísticamente significativas.
- El mayor Rendimiento Industrial (kg azúcar/t) se alcanzó con el Tratamiento No 9. La mayor Productividad de Caña (t/ha) con el No 4 y la de Azúcar (t/ha) con el No 1. La mejor Relación Caña/Azúcar y la mayor Relación Beneficio/Costo la mostró también el No 9.
- Algunos tratamientos (No 7, 8 y 9) no fueron muy eficientes en cuanto al control que ejercieron sobre las malezas presentes, pese a lo cual su Producción de Azúcar (t/ha) fue relativamente buena al igual que su Relación Beneficio/Costo. El bajo grado de control obtenido podría generar eventualmente a futuro un incremento sistemático y creciente de las especies de malezas no controladas y, con ello, provocar una competencia desmedida con el cultivo afectando con ello la producción agroindustrial, para lo cual deberá posteriormente hacerse una enorme inversión para su control.
- El tratamiento que logro combinar un mayor efecto de control de malezas con una alta producción agroindustrial y una mayor relación Beneficio/Costo, fue la mezcla de **AMIGAN 65 WP + DIUREX 80 SC + FENOXAL 48 SL** (Tratamiento No 1) en las dosis de 3,0 kg + 1,5 l + 2,0 l/ha, respectivamente.
- La mezcla (No 2) de **VELPAR K63 WP (2,5 kg) + TRUPER 13 EC (2,0 l/ha)** ofreció también un excelente control de malezas al igual que se evidenció en otros estudios; aunque el Rendimiento Industrial (kg/t) obtenido en la caña tratada con esta mezcla presento una tendencia negativa sobre la Productividad de Azúcar, afectando con ello la rentabilidad final obtenida en estas parcelas tratadas. Su nivel de rentabilidad fue inclusive inferior respecto al Testigo Enmalezado.
- El herbicida **DACONATE 72 SL** no es un producto selectivo para la caña de azúcar por lo que afectó la Producción de Caña (t/ha). Pese a ser el tratamiento más económico fue al final uno de los de más baja rentabilidad.
- A pesar de las condiciones de alta humedad del lugar, la mayoría de las mezclas evaluadas controlaron adecuadamente las malezas presentes proporcionando un buen control hasta los 90 días después de realizada la aplicación, como aconteció principalmente con los Tratamientos No 1, 2, 3, 4 y 5, los cuales superaron el 80% de control.
- Algunas mezclas fueron más efectivas que otras principalmente en cuanto al control de la gramínea conocida como **Paspalum fasciculatum** (Gamalote) diseminada en todo el terreno experimental situación que también aconteció con la **Rottboellia cochinchinensis**.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación es factible establecer algunas recomendaciones importantes para futuras evaluaciones:

- ➔ Para procurar un buen control de malezas en la región de San Carlos, se debe considerar el posible uso de las mezclas **AMIGAN 65 WP (3,0 kg) + DIUREX 80 SC (1,5 l) + FENOXAL 48 SL (2,0 l)**; así como también la de **VELPAR K 63 (2,5 kg) + TRUPER 13 EC (2,0 l/ha)**.
- ➔ Resulta necesario realizar pruebas semicomerciales con los productos comerciales más sobresalientes aquí evaluados, con el fin de validar su accionar bajo otras condiciones y localidades de la región.
- ➔ Controlar la maleza en forma oportuna reducirá significativamente el costo de la aplicación y mejorara notablemente la efectividad de los herbicidas, por lo que este principio debe adoptarse como una práctica racional técnicamente recomendable y económicamente rentable.
- ➔ Evaluar la posible fitotoxicidad y afección de algunos de los agroquímicos estudiados sobre los índices de productividad agroindustrial de la caña de azúcar. Se sugiere realizar estudios específicos sobre esta materia.
- ➔ Llevar hasta cosecha los estudios que se realicen con herbicidas con el objeto de tener una valoración más objetiva entre control de malezas, productividad agroindustrial y rentabilidad económica.

VII. LITERATURA CONSULTADA

- 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.
- 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. 11p.
- ARIAS AGUILAR, G.A. 1999. Periodo Crítico de Interferencia de Malezas en el Cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) Ciclo Planta, Variedad Pindar en el Ingenio Quebrada Azul. San Carlos. Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 71p.

- BARRIOS, J.P. 1997. Control de Rottboellia cochinchinensis (Caminadora) en Caña Soca con Pendimetalina Guatemala, 1997. Congreso de ATACORI "Roberto Mayorga C.", 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica. II Tomo. p: 25-28
- CHAVES SOLERA, M y otros. 2002. Situación de los Rendimientos Agrícolas de la Caña de Azúcar en Costa Rica Durante el Año 2001. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, febrero. 97 p.
- CHAVES SOLERA, M y otros. 2001. Censo de Variedades de Caña de Azúcar de Costa Rica Año 2000. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, marzo. 87 p.
- CHAVES SOLERA, M.A. 1995. Costos de Producción Agrícola de la Caña de Azúcar – Mayo 1995. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, junio. 42 p.
- VARGAS A, J. 1991. Evaluación de 8 Mezclas de Herbicidas en el Cultivo de la Caña de Azúcar en Hacienda Boca Arenal, Ingenio Cutris, San Carlos, Costa Rica. In: Congreso de Tecnología Azucarera de Centroamérica. ATACA., 9, San José, Costa Rica, 1991. Resúmenes. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica. p: 13.
- VARGAS A, J. 1995. Alternativas de Control Integrado de Rottboellia cochinchinensis (Lour) WD. Clayton en Plantaciones de Caña de Azúcar, Ciclo Planta y Soca de la Región de San Carlos. Costa Rica, LAICA-DIECA. agosto 1995. 27 p.