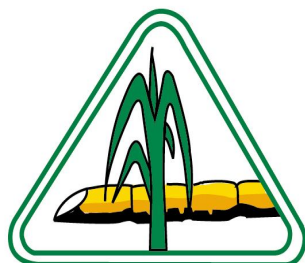


LIGA AGRICOLA E INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZUCAR
Dirección Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar
DIECA



**Estudio Comparativo de 7 Mezclas de Herbicidas
Empleadas en el Control de Malezas en la Caña de
Azúcar en la Zona de Esparza, Puntarenas.**

Roberto Alfaro Portugal*
Carlos Villalobos Méndez
Javier Bolaños Porras

Grecia, Costa Rica
Abril 2002

I. ANTECEDENTES

El cultivo de la caña de azúcar ha representado en Costa Rica una importante actividad empresarial, en la cual tradicionalmente en su manejo agronómico ha prevalecido un elevado componente “*más cultural y menos químico*”, como indicara *Chaves (1997)*; sin embargo, durante los últimos años esta concepción ha sufrido cambios de orientación importantes debido a la gran oferta, diversidad y alta competencia que prevalecen entre las empresas comerciales involucradas en la venta de agroquímicos, en este caso particularmente la vinculada con los herbicidas.

Durante los últimos años, DIECA ha procurado a través de la implementación de un programa específico de investigación, proporcionar los elementos necesarios para que la actividad referente al control de las malezas se realice dentro del concepto de una agricultura de manejo sostenible, orientada a la racionalización de los productos químicos utilizados; integrando para ello, diversos métodos de control que operan complementariamente. Esto permitirá alcanzar una mayor eficiencia y una significativa economía en los recursos destinados a la producción, minimizando el perjuicio provocado sobre el medio ambiente.

Por estas y otras circunstancias, el tratamiento empleado para realizar el control de las malezas en las plantaciones comerciales de caña resulta técnica y económicamente prioritario. Esto aunado a la gran diversidad de productos químicos existentes en el mercado en lo que respecta a formulaciones, ingredientes activos y precios, requiere de la obligada evaluación de dosis, compatibilidad de productos, selectividad y fitotoxicidad a las malezas y al cultivo de la caña de azúcar, costo de la mezcla y su aplicación, etc, en todas las regiones cañeras del país, con el fin de sumar a estos estudios el efecto provocado sobre el medio ambiente.

En la Región del Pacífico Central (Cantones de Puntarenas, Esparza y Montes de Oro) se estima que hay cultivadas en la actualidad cerca de 6.900 hectáreas de caña (*Chaves et al, 2001b*), lo que ubica a la caña de azúcar como uno de los cultivos de mayor importancia económica y social en la zona, pues genera buenos ingresos y fuente de trabajo para una gran cantidad de personas.

Esta gran área cultivada se ve amenazada año con año por la invasión constante de malezas de diversas especies, tanto anuales como perennes, razón por la cual se requiere efectuar aplicaciones de herbicidas para su control, lo cual aumenta algunas veces en forma significativa los costos de producción, generando complementariamente algunos problemas de índole ambiental.

La investigación realizada en este campo en la región ha sido relativamente escasa, siendo uno de los trabajos más recientes el que se efectuó en Azucarera El Palmar por *ALFARO (1999)*, donde la mezcla de **AMETRINA + DIURON + 2,4-D** en las dosis de **2,0 l + 2,0 l + 1,5 l /ha**, respectivamente, fue una de las que más efectividad técnica y eficiencia económica mostró entre las 19 mezclas evaluadas en esa oportunidad.

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

Otras mezclas de productos nuevos evaluados en ese estudio, como aconteció con el **ACETOCLOR (HARNES)** a razón de **3,0 L + 2,4-D (1,5 l/ha)** , así como el **HALOSULFURON METIL (ALLY) + TERBUTRINA (150 gr + 5,0 l/ha)**, presentaron un excelente control después de 60 días de aplicación.

Alternativas de productos y mezclas de herbicidas eficientes para realizar el control de las malezas pueden haber muchas, aunque es notoria la ausencia de estudios serios, objetivos y técnicamente bien concluidos en la agroindustria azucarera, que valoren el efecto de estas mezclas sobre la producción agroindustrial de caña y azúcar, y no sólo verifiquen su efecto sobre las malezas resulta importante; de aquí la relevancia de realizar en esta región la presente investigación.

II. OBJETIVOS

Se establecieron como objetivos básicos del estudio los siguientes:

- 1) Evaluar comparativamente la eficiencia técnica de 7 mezclas de herbicidas comerciales, en lo relativo al control de las diversas malezas que afectan el cultivo de la caña de azúcar en la zona de Esparza.
- 2) Determinar el posible efecto fitotóxico que pudieran presentar las diferentes mezclas de productos herbicidas comerciales evaluadas, sobre los principales indicadores agroindustriales de producción de la variedad SP 71-5574.
- 3) Estimar y valorar comparativamente el costo económico implicado y el grado de rentabilidad generado, al aplicar los tratamientos evaluados en el presente estudio; todo en concordancia con la realidad del mercado azucarero y el comercio de la región.
- 4) Obtener resultados pragmáticos desde una perspectiva técnica, ambiental y económica, que orienten al productor de caña de la zona en cuanto al uso óptimo y racional de los productos herbicidas disponibles en el mercado.
- 5) Identificar la (s) mezcla (s) de mayor eficiencia técnica y rentabilidad, para ser utilizadas por los productores de caña de la región del Pacífico Central.

III. MATERIALES Y METODOS

a. Ubicación

La prueba experimental se estableció en los terrenos de la Finca del Centro Agrícola Cantonal, ubicada en Marañonal de Esparza, provincia de Puntarenas, a una altitud de 220 msnm. La

localidad posee una temperatura media anual de 23 °C y una precipitación total anual de 1600 mm/año.

b. Unidad Experimental

Cada parcela experimental estuvo constituida por 5 surcos de 9 metros lineales de largo sembrados a 1,50 m entre sí, para un área total de 67,5 m², la cual fue evaluada y cosechada en su totalidad.

c. Diseño Experimental

El Diseño Experimental utilizado para comparar estadísticamente los tratamientos en el campo, fue el de Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones y 8 tratamientos completamente aleatorizados, para un total de 32 parcelas.

d. Variedad

La variedad de caña utilizada en el estudio fue la SP 71-5574, la cual representa una de las variedades comerciales más cultivada en esta y otras regiones cañeras del país. Dicha variedad es la tercera más cultivada a nivel nacional y representa en la actualidad, el 8,84% del área (ha) total cultivada con caña de azúcar en el país. Se estima en un 10,77% su área sembrada propiamente en la Región cañera de Puntarenas (*Chaves et al, 2001a*).

e. Suelo

La investigación se efectuó en un terreno cuyos suelos califican en el Orden Taxonómico de los Inceptisoles y, cuya textura es Franco Arcillosa con un contenido de Materia Orgánica del 7,8%.

f. Tratamientos

Los tratamientos de mezclas y dosis evaluadas fueron establecidas y seleccionadas originalmente a partir de las recomendaciones hechas por las casas comerciales proveedoras de los productos, para lo cual se respetó sus criterios y sugerencias ; así como también, con base en 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 tratamientos evaluados se indican en los Cuadros 1 y 2, anotando complementariamente los costos respectivos correspondientes para cada tratamiento, según precios del comercio dispuestos al usuario que los adquiere.

En el Cuadro 1 se anotan los nombres genéricos correspondientes a cada uno de los productos comerciales herbicidas que formaron parte de los tratamientos evaluados y, que como se indicó, se mencionan en el Cuadro 2.

Cuadro 1.
Nombre Comercial y Genérico de los Herbicidas Evaluados en la Prueba de Mezclas de Herbicidas en Esparza, Puntarenas.

Nombre Comercial *	Formulación	Nombre Genérico
VELPAR	90 WG	Hexazinona
AMIGAN	65 WP	Terbutrina 25 % + Ametrina 40 %
ASULOX	40 SL	Asulam
DIURON	80 WP	Diuron
FLASH	7,5 SL	2,4-D (6%) + Picloran (1,5%)
GESAPAX	50 SC	Ametrina
GESAPRIM	90 WG	Atrazina
IGRAN	50 SC	Terbutrina
MERLIN	75 WG	Isoxaflutole

* **Marcas Registradas**

La preparación, dosificación y aplicación de las diferentes mezclas en el campo, se realizó tomando en cuenta el criterio y la supervisión de los técnicos representantes de las casas comerciales interesadas y, también, de los técnicos de DIECA, lo que proporcionó objetividad y representatividad al estudio.

Las bajas dosis utilizadas en algunos de los productos evaluados obedece a un plan preconcebido, orientado a procurar alcanzar la mayor efectividad en el control de las malezas, considerando e incorporando para ello un bajo costo y una reducida contaminación y afección potencial del medio ambiente. En dichos casos se trabajo con la dosis más baja recomendada por la empresa representante.

La plantación de caña se sembró el día 5 de junio del año 2000 utilizando la tecnología agrícola recomendada por DIECA para el cultivo en la región. La aplicación de las mezclas de herbicidas se realizó en estado de post emergencia temprana el día 4 de agosto de ese año, cuando la caña tenía aproximadamente 2 meses de edad. La plantación experimental se cosechó el día 06 de abril del año 2001, con una edad aproximada de 10 meses en ciclo de caña planta.

Las dosis de los productos herbicidas aplicadas por hectárea fueron determinadas de manera muy precisa, ya que previamente se calibró el equipo con bomba de espalda (CARPI) equipada con boquillas 8002, con la cual se aplicó un volumen de 300 l/ha.

Cuadro 2.
Tratamientos Comerciales Evaluados en el Estudio de Diferentes Mezclas de Herbicidas en la Región de Esparza, Puntarenas.

Tratamiento No.	Producto y Dosis/ha	Costo del Tratamiento*	
		¢	\$
1	GESAPAX 50 SC (2,0 L) + DIURON 80 WP (2,5 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 L)	14.904,1	45,16
2	VELPAR 90 WG (0,2 kg) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 L)	12.511,4	37,91
3	IGRAN 50 SC (3,0 L) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 L)	16.461,9	49,88
4	MERLIN 75 WG (0,1 kg) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 L)	15.131,9	45,85
5	AMIGAN 65 WP (4,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 L)	13.042,8	39,52
6	ASULOX 40 SL (3,0 L) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 L)	14.748,0	44,69
7	GESAPAX 50 SC (3,0 L) + GESAPRIN 90 WG (2,0 L) + FLASH 7,5 SL (2,0 L)	15.930,5	48,27
8	TESTIGO	18.592,0	56,33
PROMEDIO		15.165,3	45,95

* Precios Consultados al Distribuidor y Almacenes de las Cámaras de Productores de Caña del país.

Tipo de Cambio: 1US \$= ¢330,03

Al Tratamiento Testigo (No 8) no se le aplicó ningún herbicida químico, por lo que luego de efectuar la aplicación de los tratamientos evaluados en el estudio, se le realizó a esas parcelas una chapia general en forma manual (deshierba), con el objeto de comparar el efecto que sobre la producción podrían presentar eventualmente las diferentes mezclas de herbicidas evaluadas sobre el mismo.

Sin embargo, dicha chapia se realizó en forma tardía y de manera algo ligera, motivo por el cual fue insuficiente para evitar y eliminar la competencia de las malezas sobre el cultivo, como oportunamente se comentara en los resultados.

Con el fin de asegurar una mayor efectividad de los productos y las mezclas evaluadas, se acondiciono el agua utilizada en la aplicación a un pH aproximado de 4,5, utilizando para ello un acidificante natural (CQ -250 2,5%) a una dosis de 1,0 ml/litro de agua.

Todas las parcelas experimentales recibieron el mismo manejo agronómico de la plantación, marcando su diferencia solo en lo relativo a la variable control de malezas.

Las diferentes alternativas comerciales de control químico evaluadas en el presente estudio, permitieron disponer de un amplio rango de posibilidades de control sobre las malezas más frecuentemente encontradas en esta importante región cañera.

La combinación (mezcla) de los diferentes productos comerciales se estableció con base en las características y propiedades de cada herbicida, procurando controlar de la manera potencialmente más eficiente la amplia gama de malezas presentes en el campo. La dosis utilizada de cada producto seleccionado y evaluado fue como se indicó, la menor, con base en la recomendación del fabricante o representante, en procura de reducir costos y evitar un posible impacto negativo sobre el medio ambiente.

Las dosis de algunos de los productos fueron ajustadas como ya se indico, de acuerdo a su comportamiento y antecedentes en otros experimentos; así como también, se tomo muy en cuenta el precio de la mezcla, el cual como hipótesis de trabajo se estima que en principio no debe sobrepasar los \$60 (¢19.801,80).

g. Variables Evaluadas

Para determinar y valorar la eficiencia de los productos herbicidas y las mezclas evaluadas, se utilizo 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.

Con este principio se dispuso de los siguientes criterios valorativos:

a) Control de Malezas

Para ello se realizaron dos evaluaciones de control a los 60 y 90 días después de efectuada la aplicación, por parte de 3 profesionales especializados que desconocían la identificación y ubicación de los tratamientos a evaluar, procurando obtener con ello una mayor objetividad en los resultados del tratamiento evaluado en cada oportunidad.

De acuerdo con su criterio, preparación y experiencia personal, cada técnico consideró y aplicó siguiendo una Escala de Calificación de 0 a 100, el porcentaje de control de malezas efectuado por cada uno de los tratamientos estudiados, los cuales posteriormente se promediaron y cuyos resultados se exponen en el Cuadro 5.

La Escala utilizada por DIECA para valorar el control de las malezas en el campo fue la siguiente:

Escala de Control:

ADECUADA= Superior a un 85%
MODERADA= Entre un 60 y un 84%
DEFICIENTE= Inferior a un 60%

Todas las parcelas tratadas presentaron en principio una buena cobertura con respecto a las malezas presentes en el lugar, cuyo tamaño promedio fue de 15 a 20 cm, con excepción de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*, la cual por su rápido crecimiento sobrepasaba los 60 cm de altura al momento de realizar la aplicación.

Algunas de las malezas más importantes presentes e identificadas en el lugar del estudio fueron:

<u>Rottboellia cochinchinensis</u>	Caminadora, Zacate Indio
<u>Conmelina difusa</u>	Siempre Viva
<u>Digitaria sanguinalis</u>	Guarda Rocio
<u>Borreria lavéis</u>	Chiquizacillo
<u>Ipomoea spp</u>	Churristate
<u>Bidens pilosa</u>	Muriseco
<u>Desmodium tortuosum</u>	Pega Pega
<u>Emilia sonchifolia</u>	Clavelillo
<u>Plimenus burmani</u>	Zacate Ratón

Ante la presencia de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* la cual se encontró dispersa en el campo experimental en una relativa poca cantidad, no se estimó necesario valorar el control de los productos en forma independiente respecto a esta maleza, motivo por el cual las valoraciones fueron generales en las 3 evaluaciones realizadas.

b) Variables Industriales

Se valoró durante la cosecha de la plantación una muestra de caña representativa obtenida en cada parcela, en el laboratorio químico de Azucarera El Palmar, empleando los principios metodológicos que aplica oficialmente LAICA para realizar el pago de la materia prima (caña) a los productores. Se determinó en dichas muestras los valores de Brix (%), Pol (%) Caña, Pureza (%) de los Jugos, la Fibra (%) Caña y el Rendimiento Industrial, dado este en kilogramos de azúcar por tonelada de caña molida.

c) Variables de Producción Agroindustrial

Durante la cosecha de las parcelas se peso en su totalidad toda la caña industrializable obtenida y proyecto a toneladas de caña por hectárea. Se relaciono e integro posteriormente la Producción de Caña (t/ha) y el Rendimiento Industrial (kg/t) en un valor agroindustrial conjunto, que permitió conocer la Producción de Azúcar obtenida por unidad de área (t/ha).

d) Valoración Económica

Se determino el precio de venta (en mostrador) de los productos comerciales dispuestos al público en los almacenes de las Cámaras de Productores de caña del país, utilizando el valor más bajo con el fin de no inducir variaciones importantes por este motivo. Los precios utilizados son los que públicamente se colocan para la venta de los agroquímicos a los productores.

IV. RESULTADOS

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del Análisis Estadístico de Varianza (ANDEVA), correspondientes a las variables agroindustriales evaluadas a partir de la cosecha de las parcelas tratadas, evidenciando que únicamente se presentaron diferencias estadísticas Altamente Significativas (1%) entre los tratamientos para la variable Producción de Caña (t/ha). El resto de variables no mostró sufrir efecto e influencia de las mezclas de herbicidas evaluadas con probabilidad estadística.

Cuadro 3.
Cuadros Medios de las Variables Agroindustriales Evaluadas en el Estudio de Mezclas Herbicidas en Esparza.

Fuente Variación	GL	Porcentaje				Rendimiento Industrial kg azúcar/ha	Toneladas /ha	
		Brix	Pol	Pureza	Fibra		Caña	Azúcar
REPETICIONES	3	0,83	2,93	90,67	0,77	631,21	118,08	2,39
TRATAMIENTOS	7	0,83	3,66	59,12	0,43	322,83	154,50	2,61
ERROR	21	0,90	2,10	30,26	0,68	173,05	23,80	1,26
TOTAL	31	27,14	78,48	1321,28	19,70	7787,46	1935,50	51,96
SIGNIFICANCIA		NS	NS	NS	NS	NS	AS	NS
CV(%)		4,62	9,03	7,04	6,13	13,96	6,88	16,84

CV= Coeficiente (%) de Variación

AS= Altamente Significativo desde la Perspectiva Estadística (1 %)

S = Estadísticamente Significativo (5%)

NS= Estadísticamente No Significativo

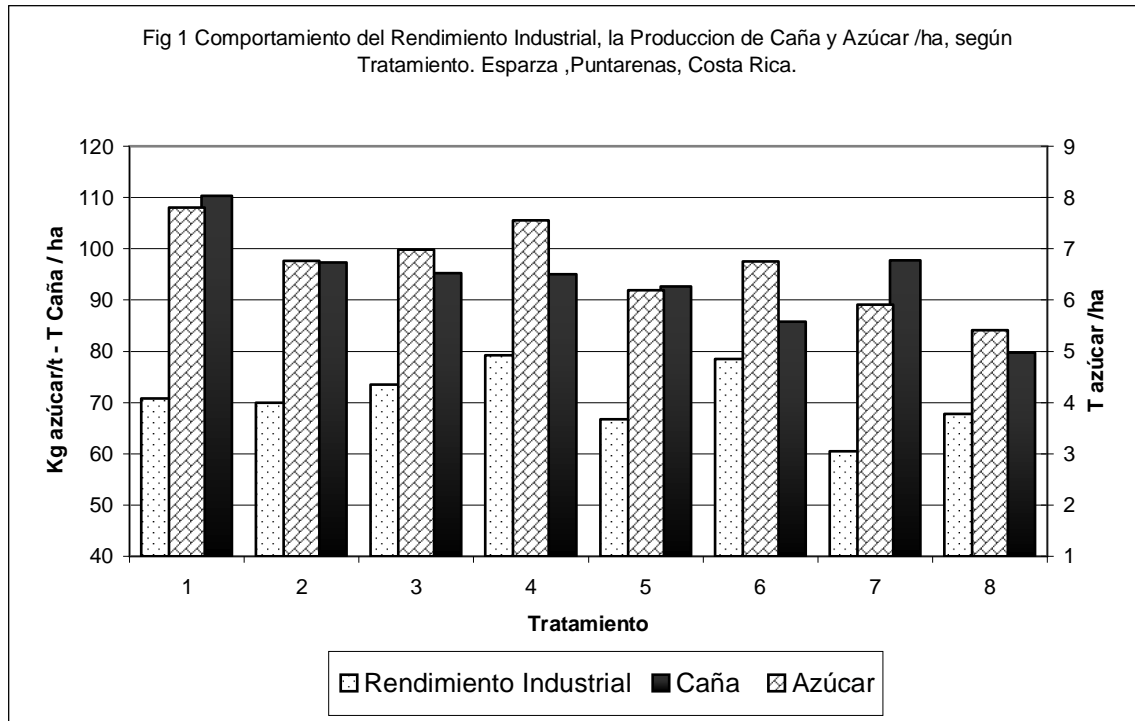
GL = Grados de Libertad

En el Cuadro 4 y la Figura 1 se anota el resultado promedio de todas las variables agroindustriales evaluadas en el estudio, resumidas en los indicadores de calidad del jugo y los índices de productividad agrícola e industrial.

Cuadro 4.
Resultados Agroindustriales Obtenidos en la Prueba de Mezclas de Herbicidas
para el Control de Malezas de la Caña de Azúcar en Esparza.

Tratamiento N°	Por ciento				Rend. Ind. kg Azúcar/t	Toneladas /ha		PRT* (%)	Relación Caña/Azúcar
	Brix	Pol	Pureza	Fibra		Caña	Azúcar		
1	21,02	17,92	85,02	13,8	110,31	70,75 abcd	7,80	144,1	9,1
2	20,46	16,44	80,37	14,0	97,27	70,00 abcd	6,76	124,9	10,3
3	19,57	15,81	78,71	13,4	95,22	73,50 abc	6,98	129,0	10,5
4	20,77	16,35	78,75	13,2	95,05	79,25 a	7,55	139,5	10,5
5	20,16	15,44	76,39	12,9	92,59	66,75 cd	6,19	114,4	10,8
6	20,28	15,14	74,69	13,2	85,80	78,50 ab	6,75	124,7	11,6
7	20,78	16,32	78,47	13,5	97,72	60,50 d	5,91	109,2	10,2
8	20,63	14,90	72,18	13,5	79,75	67,75 bcd	5,41	100,0	12,5
PROMEDIO	20,46	16,04	78,07	13,5	94,21	70,88	6,67	no aplica	10,6
CV(%)	4,62	9,03	7,04	6,13	13,96	6,88	16,84	no aplica	

*PRT= Porcentaje de Diferencia en las Toneladas de azúcar/ha Respecto al Testigo
Valores con Igual Letra no son Estadísticamente Diferentes Entre si,
según prueba de Tukey al 5%.



La concentración de Sacarosa en los tallos resultó sobresaliente como lo evidencia el Cuadro 4, en razón de la relativa buena cantidad de azúcar determinada en los análisis químicos.

Todos los Tratamientos superaron en esa variable al Testigo de manera amplia y con repercusiones económicas muy importantes, aunque sin significancia estadística con excepción del Tratamiento No 4.

En promedio las 7 mezclas alcanzaron conjuntamente un Rendimiento Industrial de 96,28 kg/t y el Testigo de 79,75 kg/t, lo que marca una diferencia en concentración de 16,53 kg/t equivalente al 20,73%, valor concluyente desde la perspectiva económica.

El Tratamiento N 6 mostró un comportamiento algo diferente con relación al resto de las mezclas evaluadas, al concentrar menos sacarosa en sus tallos.

Estos resultados evidencian el efecto de competencia que las malezas provocan sobre el cultivo de la caña, el cual se manifiesta a través de una reducción en el tonelaje al haber menos tallos industrializables, tallos de menor peso y además en estado de inmadurez, lo que afecta la concentración de sacarosa presente en los mismos.

En la prueba de medias (Tukey 5%) aplicada a los diferentes tratamientos evaluados en lo concerniente a producción de materia prima (Cuadro 4), se determinó que el de mayor Producción de Caña (79,25 t/ha) fue el Tratamiento No 4, correspondiente a la mezcla de **MERLIN 75 WG (0,1 kg) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 l)**. Ese resultado no fue sin embargo estadísticamente diferente respecto a los Tratamientos No 1, 2, 3 y 6, pero sí respecto a los Tratamientos No 5, 7 y el 8 que corresponde al Testigo sin aplicación de químicos (chapia).

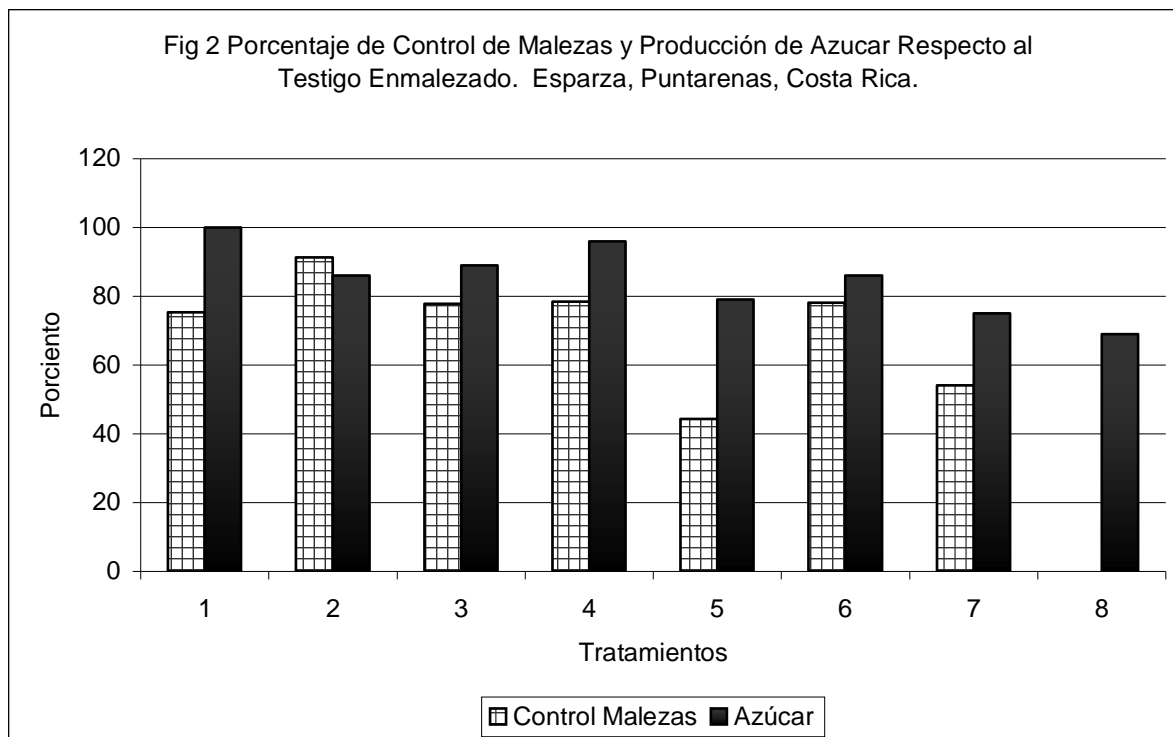
En cuanto a la Producción de Azúcar (t/ha) el Tratamiento No 1 de **GESAPAX 50 SC (2,0 l) + DIURON 80 WP (2,5 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 l)** presentó el mayor índice de productividad, en razón de alcanzar el mayor Rendimiento Industrial con una concentración de 110,31 kg de azúcar/t de caña, superando al Testigo en un equivalente a 30,56 kg/t (38,3%) y 2,4 t/ha de azúcar (44,2%), lo que es económicamente muy importante.

Por su parte, el Tratamiento No 4 (**MERLIN 75 WG + DIURON 80 WP + FLASH 7,5 SL** en las dosis evaluadas (Cuadro 2), también supero a los demás tratamientos y al Testigo en un 19,2% (15,3 kg) y 2,1 t de azúcar (38,6%) en esas mismas variables.

En términos de eficiencia Productiva de Azúcar (t/ha), los Tratamientos No 1 y 4 evidenciaron el mejor nivel de Rendimiento Agroindustrial, aunque como se indicó, sin alcanzar significancia estadística con respecto al resto de tratamientos estudiados; esto en virtud de que no hubo diferencia.

El indicador donde se determino la Relación Caña/Azúcar más apropiada, la cual mide la cantidad de caña (t) que es necesaria procesar (moler) para fabricar una tonelada de azúcar en el ingenio, fue superior en los Tratamientos No 1, 7 y 2, respectivamente; los cuales mostraron una materia prima de mejor calidad industrial. Por el contrario, el Tratamiento Testigo fue el de más bajo nivel seguido por el No 6, al requerir más cantidad de materia prima para elaborar la misma unidad de azúcar en la fábrica, lo que tiene una gran implicación en materia de costos.

Estas diferencias entre los diferentes Tratamientos evaluados en cuanto a Producción de Azúcar (t/ha), pueden ser debidas posiblemente a la competencia inducida por las malezas no controladas, aunque también, a un posible efecto fitotóxico ejercido por la mezcla sobre el cultivo y que es reflejado negativamente en la producción. Esta condición se aprecia en la Figura 2, al comparar el control de malezas ejercido por los tratamientos respecto a la Producción de Azúcar (t/ha) obtenida, en virtud de que no se verifica una correlación positiva entre los tratamientos que muestran un mayor control de las malezas y aquellos con una mayor Producción Agroindustrial. Por ejemplo, se tiene que el Tratamiento No 1 fue el de mayor Producción de Azúcar (7,8 t/ha) aunque no fue precisamente el que presento el mayor control de malezas (75,31%), logro que si aconteció con el Tratamiento No 2 (91,25%).

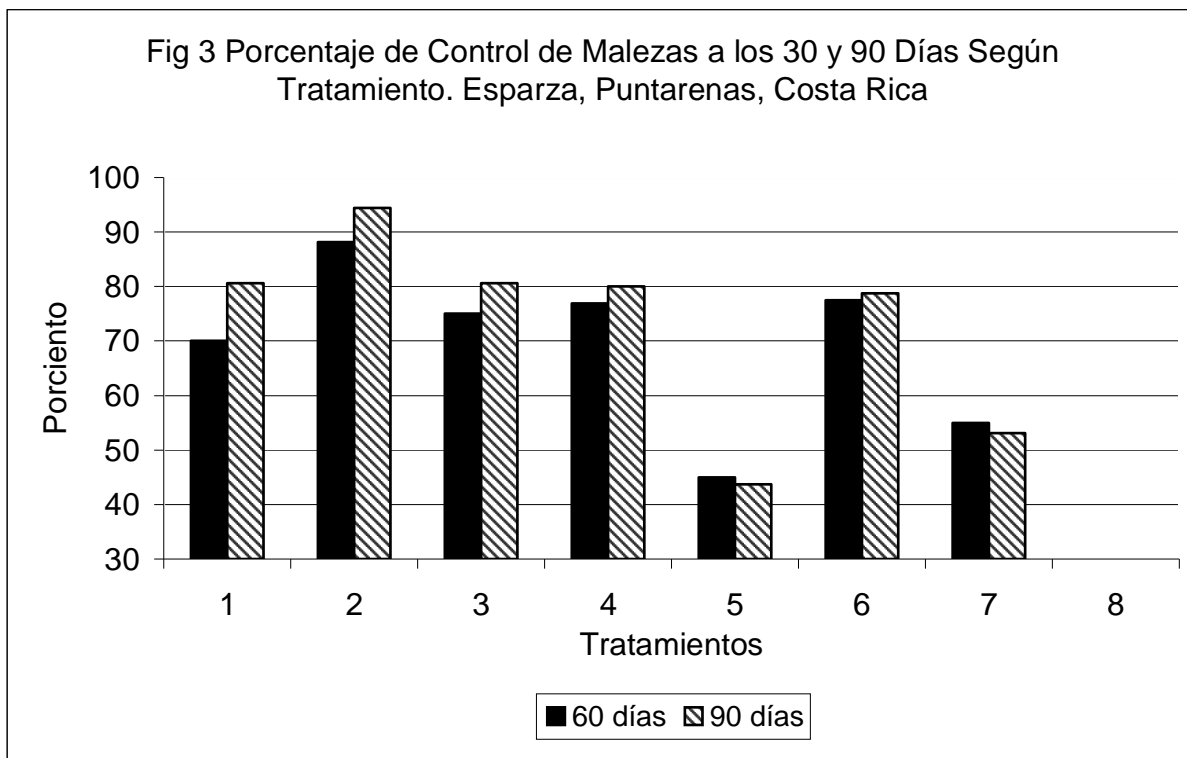


En otros estudios similares el Tratamiento Testigo ha generado una Producción mayor de azúcar con respecto a los demás tratamientos evaluados, al no presentarse competencia por parte de las malezas en caso de haber deshierba y, al no acontecer también un posible efecto fitotóxico de los herbicidas sobre el cultivo, a pesar de la referida selectividad que algunos de ellos tienen indicada y presumen poseer.

En el presente estudio por causa de lo acontecido al Testigo y mencionado con anterioridad, no es prudente ni recomendable utilizar ese Tratamiento como patrón de referencia, sea como

Testigo sin herbicida, ni tampoco como Testigo a libre competencia (deshierbado) o con competencia (enmalezado), por lo que su empleo como comparativo es algo limitado.

En lo que respecta a la variable de Control General de Malezas (Figura 3 y Cuadro 5), se presentaron en el estudio diferencias marcadas entre los diversos tratamientos evaluados y, únicamente la mezcla No 2 (**VELPAR 90 WG (0,2 kg) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 l)**) fue capaz de proporcionar un control adecuado (más de un 90%), transcurridos 90 días después de efectuada la aplicación.



Este resultado concuerda con otros estudios similares realizados en otras regiones cañeras del país, donde esta mezcla presentó un buen grado de control, principalmente ante la presencia de la maleza **Rottboellia cochinchinensis**.

Algunos Tratamientos como el No 1, 2, 3 y 4 fueron capaces de mantener arriba de un 80% el efecto de control de las malezas transcurridos 90 días, aunque presentaron un nivel de control moderado a los 60 días. Destaca el bajo grado de control que sobre las malezas ejerció el Tratamiento No 5 (**AMIGAN 65 WP (4,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 l)**), tanto a los 60 como a los 90 días, pues no supero el 44%.

Un aspecto que posiblemente influyo en algún grado sobre estos resultados fue la presencia (aunque en forma de cepas) de **Rottboellia cochinchinensis**, para lo cual algunos de los herbicidas valorados en el presente estudio no fueron capaces por motivos de composición química o de dosificación, de controlarla satisfactoriamente cuando se realizó la respectiva aplicación.

Si se valoran los Coeficientes (%) de Variación (CV) obtenidos a partir de las evaluaciones de control realizadas por los técnicos calificadores (Cuadro 5), es posible señalar en virtud de sus bajos índices, la coincidencia y consistencia de los resultados y por ende la objetividad alcanzado en la misma.

Cuadro 5.
Porcentaje de Malezas Controladas por los Tratamientos Evaluados en
Esparza, Puntarenas.

Tratamiento No.	Porcentaje de Control de Malezas					
	60 días	CV (%)	90 días	CV (%)	Promedio	CV (%)
1	70,00	8,74	80,63	12,45	75,31	10,59
2	88,13	6,40	94,38	2,86	91,25	4,63
3	75,00	27,73	80,63	9,37	77,81	18,55
4	76,88	13,45	80,00	16,92	78,44	15,18
5	45,00	44,77	43,75	16,88	44,37	30,82
6	77,50	14,25	78,75	6,10	78,12	10,17
7	55,00	5,30	53,13	21,43	54,06	13,36
8*	0	—	0	—	0	—

*** Testigo**

Por medio del Análisis y Evaluación Económica de los tratamientos (Cuadro 6) se determinó la Relación Beneficio/Costo por hectárea, considerando tanto los Ingresos percibidos por concepto de pago de azúcar (¢73,71/kg) y miel (¢12,10/kg), según valores de liquidación en cuota de la Zafra 2000/2001, y los gastos implicados por la cosecha y el costo de aplicación de cada tratamiento. No se incluyen en esa estimación otros costos involucrados, los cuales se asume son iguales para todos los tratamientos. Como se observa en dicho cuadro, el tratamiento más rentable fue el No 1 con una Relación Beneficio/Costo de 1,84, favorecido por presentar el mayor Rendimiento Industrial (kg de azúcar/t), seguido por el Tratamiento No 4 al retornar 70 centavos libres por cada colón o dólar invertido.

Todos los tratamientos evaluados inclusive el Testigo resultaron económicamente rentables en grado diverso, mostrando este último sin embargo el más bajo índice con 1,39, lo que implica que por cada colón (o dólar) invertido se recuperaron 39 centavos libres, lo cual traducido a la producción de una hectárea implican un monto de ¢119.589 libres.

Cuadro 6.
Análisis Económico de las Diferentes Mezclas de Herbicidas
Evaluadas en la Zona de Esparza-Puntarenas.

Tratamiento No.	t/ha caña	kg azúcar/t Rendimiento	t/ha azúcar	Costos Fijos (¢)	Costos variables (¢)		Costos Totales (¢)	Ingresos (¢)		Relación Beneficio/ Costo
					Cosecha	Control		Bruto	Neto	
1	70,75	110,31	7,80	151.353	162.725	14.904	328.982	606.724	277.742	1,84
2	70,00	97,27	6,76	151.353	161.000	12.511	324.864	529.729	204.865	1,63
3	73,50	95,22	6,98	151.353	169.050	16.462	336.865	547.517	210.652	1,63

4	79,25	95,05	7,55	151.353	182.275	15.132	348.760	592.115	243.355	1,70
5	66,75	92,59	6,19	151.353	153.525	13.044	317.922	486.254	168.332	1,53
6	78,50	85,80	6,75	151.353	180.550	14.748	346.651	532.810	186.159	1,54
7	60,50	97,72	5,91	151.353	139.150	15.931	306.434	462.807	156.373	1,51
8	67,75	79,75	5,41	144.449	155.825	9.296	309.620	429.209	119.589	1,39

Costo de Control se Refiere Únicamente al Costo de los Herbicidas Utilizados Excepto en el Tratamiento Testigo, Cuyo Costo fue el de una Deshierba.

Costo por Corta, Carga y Acarreo= **¢2.300,00/TM.**

Precio del Azúcar en Cuota Pagada al Productor= **¢73,71/kg.**

Los Costos Fijos Incluyen un 25% del Costo de Establecimiento de la plantación.

Costo de la Aplicación por Hectárea= **¢6.853,60 (\$20,77) (16 horas hombre/ha).**

En los Ingresos se Contempló **¢ 449,27/t** de caña por pago de Melaza a un Precio **¢12,10** y un Promedio de **32,13 kg/t**
Tipo de Cambio US= **¢330,03.**

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

- Todos los tratamientos evaluados superaron al Testigo en cuanto a Rendimiento Industrial (kg de azúcar/t) y Producción de Azúcar (t/ha), no así en Producción de Caña (t/ha), contrario a lo obtenido en otros estudios similares. Este comportamiento se atribuye al efecto provocado por la competencia de las malezas no controladas efectivamente, por causa de un control ineficiente en el caso particular del Testigo, como se menciona oportunamente.
- Estadísticamente hubo diferencias significativas al nivel del 1% sólo en lo relativo a la Producción de Caña (t/ha), entre los tratamientos No 1, 2, 3, 4 y 6 respecto a los otros; lo que se expreso individualmente también en la prueba de medias (Tukey 5%).
- Pese a que no fueron estadísticamente diferentes, los tratamientos mostraron concentraciones de sacarosa en sus tallos muy diferentes, siendo la del Tratamiento No 1 (**GESAPAX 50 SC (2,0 l) + DIURON 80 WP (2,5 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 l)**) la mejor con 110,31 kg/t; seguida por la del Tratamiento No 7 cuya diferencia fue de 12,6 kg/t entre ambos. Con respecto al Testigo las diferencias fueron del 38,3% y el 22,5%, respectivamente, lo que es importante.
- La mejor productividad de caña la presentó el Tratamiento N 4 (**MERLÍN 75 WG (0,1 kg) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 l)**), al alcanzar un promedio de 79,25 t/ha, lo que significó un 17,0% más (11,5 t) que lo producido por el Testigo.

- La producción de azúcar fue alta en los Tratamientos N 1 y 4, al obtener 7,80 y 7,55 t/ha, respectivamente, correspondientes a un 44,2% y 39,6% sobre el Testigo. Pese a lo anterior, todos los Tratamientos fueron estadísticamente similares entre sí, pues no hubo diferencias probabilísticas entre ellos.
- En cuanto al control de malezas, el Tratamiento No 2 (**VELPAR 90 WG + DIURON 80 WP + FLASH 7,5 SL**) supero a las restantes 6 mezclas evaluadas, debido a que tuvo una mayor capacidad de controlar eficientemente la maleza **Rottboellia cochinchinensis** presente en todas las parcelas tratadas, aunque su producción agroindustrial no fue todo deseable que se esperaba.
- Económicamente el tratamiento más rentable fue el No 1 al presentar la Relación Beneficio/Costo más alta; sin embargo, desde la perspectiva del control de malezas esta mezcla no fue tan efectiva como la de otros Tratamientos, lo que parece indicar que en algunos casos no existe ni puede establecerse una correlación directa entre un mayor control de las malezas y una mayor productividad agroindustrial en la caña de azúcar.
- Las diferencias encontradas en el estudio pese a que no alcanzan en algunos casos significancia estadística, se traducen en importantes implicaciones y consecuencias de índole económico, que viabilizan diferencialmente la capacidad de empleo de las mezclas de herbicidas por parte de los productores de caña.
- Resulta necesario seguir evaluando posibles efectos tóxicos de productos y mezclas herbicidas sobre la caña de azúcar, pues pese a que no son muy evidentes, si se manifiestan en los Rendimientos Agroindustriales del cultivo.

VI. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos y las conclusiones fundamentadas en los mismos en la presente investigación, se recomienda lo siguiente:

- Para efectuar el control de malezas en las plantaciones de caña de azúcar de la Región del Pacífico Central, se deben tomar en consideración las siguientes mezclas con sus correspondientes dosis por hectárea: **GESAPAX 50 SC (2,0 l) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 l)** o en su caso **MERLÍN 75 WG (0,1 kg) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 l)**, cuando no se encuentre presente la maleza conocida como Caminadora, Arrocillo, Zacate Indio o Peludo (**Rottboellia cochinchinensis**).

- Cuando se tenga la presencia de **Rottboellia cochinchinensis** en el campo, se debe entonces utilizar alternativamente la mezcla **VELPAR 90 WG (0,2 kg) + DIURON 80 WP (2,0 kg) + FLASH 7,5 SL (2,0 l)**.
- Se sugiere efectuar estudios específicos controlados de fitotoxicidad, con el objeto de identificar posibles efectos de esa naturaleza hacia la caña de azúcar por parte de algunos productos herbicidas y sus mezclas.
- Es necesario realizar pruebas de campo a nivel semicomercial con estas mezclas, con el fin de validar y verificar su accionar bajo otras condiciones y localidades de cultivo de la región.
- Controlar la maleza oportunamente reducirá el costo de la aplicación y mejorará significativamente la efectividad de la aplicación, lo que debe adoptarse como una práctica normal y de resultados económicamente muy rentables.

VII. LITERATURA CONSULTADA

- ALFARO P, R. 1996. Algunas Consideraciones Sobre el Control Químico de Malezas en la Caña de Azúcar. Grecia, Costa Rica, LAICA-DIECA, octubre. 99 p.
- ALFARO, R. 1999. Prueba Comparativa de 19 Mezclas de Herbicidas en el Cultivo de la Caña de Azúcar en el Pacífico Central. In: Congreso de ATACORI "Randall E. Mora A.", 13, Carrillo, Guanacaste, 1999. Memoria. San José, Costa Rica, ATACORI, setiembre. p: 113-114.
- ALFARO P, R; RODRÍGUEZ R, M.; BOLAÑOS P, J. 2001. Evaluación de 11 Mezclas de Herbicidas para el Control de **Rottboellia cochinchinensis** y otras Malezas en Hda. Tempisque S.A., Guanacaste. Grecia, Costa Rica, LAICA-DIECA, mayo. 15 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.
- ARIAS AGUILAR, G.A. 1999. Período 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.
- CHAVES SOLERA, M.A. 1997. Resumen del Desarrollo Histórico de la Caña de Azúcar en Costa Rica. In: Congreso de ATACORI "Roberto Mayorga C.", 11, San Carlos, Costa

Rica, 1997. Memoria. San José, ATACORI. Tomo I. p: 112-121.

CHAVES SOLERA, M; RODRÍGUEZ R, M; VILLALBOS M, C; ANGULO M, A; CALDERON A, G; ALFARO P, R; RODRÍGUEZ F, JM; BARRANTES M, J.C. 2001 a. Censo de Variedades de Caña de Azúcar de Costa Rica Año 2000. San José, Costa Rica, Costa Rica, LAICA-DIECA, marzo. 87 p.

CHAVES SOLERA, M; BARRANTES M, JC; VILLALOBOS M, C; ANGULO M, A; RODRÍGUEZ R, M; CALDERON A, G; RODRÍGUEZ F, JM; ALFARO P, R. 2001b. Estimación del Área Sembrada con Caña de Azúcar en Costa Rica Durante el año 2000, Según región productora. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, setiembre. 126 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