

# **TOLERANCIA VARIETAL A LOS PRINCIPALES HERBICIDAS Y SUS MEZCLAS APLICADOS EN LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA REGIÓN SUR DE COSTA RICA**

*Randall Ocampo Chinchilla<sup>1/</sup>  
Roberto Alfaro Portugal<sup>2/</sup>  
Julio C. Barrantes Mora<sup>3/</sup>*

## **RESUMEN**

Se evaluó el efecto sobre la producción de los principales herbicidas post emergentes aplicados sobre el follaje de cuatro variedades comerciales de caña de azúcar, con el objetivo de identificar su grado de tolerancia o susceptibilidad a los mismos. El estudio se realizó en la zona sur de Costa Rica donde predominan suelos Ultisoles deficitarios nutricionalmente pero con una alta permeabilidad. En el estudio se utilizaron parcelas de 4 surcos de 6 metros de largo para un área 36 m<sup>2</sup> ordenadas en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y en un arreglo de tratamientos factorial de 6 x 4. Las variedades evaluadas fueron Q 96, LAICA 03 805, LAICA 04 825 y B 89-1351, aplicadas en planta y soca con los herbicidas: Ametrina, Terbutrina, Diuron, Hexazinona, Triclopyr, y MSMA, más un tratamiento testigo sin herbicida, sobre el cual se realizaron las comparaciones respectivas sobre el rendimiento del cultivo. Para la evaluación se realizaron observaciones visuales de posibles síntomas de intoxicación y a la cosecha se pesaron las parcelas completas, además, se realizaron los correspondientes muestreos y análisis industriales para poder determinar rendimientos agrícolas (t.caña/ha), industrial (kg Azúcar/t.) y agroindustrial (t. Azúcar/ha). Se identificaron variedades tolerantes y susceptibles determinándose también porcentajes de disminución en la producción de hasta un 16% en la producción agrícola en caña planta para algunos casos específicos; mientras que en caña soca las disminuciones fueron menores. Se observaron comportamientos muy diferenciados entre las variedades y su reacción productiva en los ciclos de caña planta y primera soca con tendencia a ser más afectadas en el ciclo de caña Planta.

<sup>1/</sup>Ingeniero Agrónomo. Funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA* Costa Rica. E-mail: [rocampo@laica.co.cr](mailto:rocampo@laica.co.cr). Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555 / Fax (506) 24-94-44-51.

<sup>2/</sup>Ingeniero Agrónomo. Funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA* Costa Rica. E-mail: [ralfaro@laica.co.cr](mailto:ralfaro@laica.co.cr). Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555 / Fax (506) 24-94-44-51.

<sup>3/</sup>Ingeniero Agrónomo. Funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA* Costa Rica. E-mail: [jcbarrantes@laica.co.cr](mailto:jcbarrantes@laica.co.cr). Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555 / Fax (506) 24-94-44-51.

El efecto de cada herbicida tuvo un comportamiento igualmente diferenciado entre las variedades, lográndose, sin embargo observar una tendencia en la mayor o menor fitotoxicidad causada por cada uno al ver los efectos sumados y promediados por cada herbicida específico, de igual manera al observar la producción promedio de las variedades para cada herbicida específico se logró evidenciar cuales variedades son más tolerantes o susceptibles a los herbicidas en general.

## **INTRODUCCIÓN**

Los herbicidas utilizados para el combate químico de malezas en caña de azúcar en Costa Rica, así como en el resto del mundo normalmente presentan selectividad al cultivo, sin embargo, es reconocido también, que tienen efecto directo en la producción, normalmente disminuyendo el tonelaje (rendimiento agrícola); sin embargo, también se ha logrado determinar que en algunos casos pueden estimular la producción, siendo esto, muchas veces determinado por las dosis utilizadas. En la caña de azúcar es conocido que la fitotoxicidad producida por los herbicidas es un aspecto plenamente varietal; esta característica hace que algunas variedades sean más susceptibles que otras; por ello, es normal que se investigue bastante este aspecto como parte de los parámetros a evaluar en los programas de mejoramiento genético. Existen resultados de investigaciones que indican disminuciones y en algunos casos incrementos en la producción al utilizar distintos herbicidas a diferentes dosis; México, Venezuela, Argentina, Cuba y Brasil son ejemplos donde se ha investigado al respecto. Algunos casos concretos son el de Reis, M.R *et al*, (2008) que estudiando la dinámica de nutrientes en el tejido foliar de la Caña de Azúcar, verificaron incrementos en altura de plantas tratadas con ametrina, ellos sugirieron que ésta estimula el crecimiento de las plantas de caña de azúcar; sin embargo otros autores como Martín, J.R. (1978) al evaluar dosis crecientes de este mismo herbicida (ametrina) obtuvo disminuciones de hasta 30 ton de caña/ha en algunas variedades al utilizar dosis de más de 3,5 kg/ha del producto comercial Gesapax , lo que evidencia que la toxicidad de los herbicidas resulta de una interacción específica entre herbicida-dosis-variedad por lo que no se puede generalizar. Otros autores como Santilli, M *et al*. (2010) encontraron diferencias significativas en altura,

índice de área foliar y peso fresco en la variedad LCP 85 384 al utilizar diferentes dosis de herbicida; sin embargo, no ocurrió lo mismo en la variedad TUCCP 77-42, lo que pone en evidencia nuevamente como el factor varietal es determinante en cuanto a tolerancia o susceptibilidad a los herbicidas en el cultivo de la caña de azúcar.

En Costa Rica este aspecto ha sido evaluado principalmente en herbicidas pre-emergentes, en este caso Alfaro, R. (2011) encontró diferencias a nivel productivo entre variedades al aplicarlas con los diferentes herbicidas con efecto pre-emergente disponibles en el mercado como alternativa para esta estrategia de control de malezas; así como herbicidas con mayor efecto fitotóxico que otros en general para el cultivo.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de los herbicidas con acción post emergente sobre la producción de las variedades más importantes o promisorias de la region sur de Costa Rica.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar los niveles de tolerancia y/o susceptibilidad de algunas de las variedades más sembradas en la región sur de Costa Rica.
2. Identificar los herbicidas con mayor efecto fitotóxico para algunas de las variedades más sembradas en la región Sur de Costa Rica.
3. Determinar las mezclas de herbicidas más apropiadas para cada variedad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se estableció en un suelo del Orden Ultisol con textura Franco Arcillosa ubicado en el Distrito de San Pedro, Cantón de Pérez Zeledón, perteneciente a la Provincia de San José, geográficamente ubicado entre las coordenadas 09°16'53" Latitud Norte y 83°33'03" Longitud Oeste a una altitud de 560 msnm con una precipitación media de 3515 mm/año y una temperatura promedio de 24,9 °C. El diseño estadístico utilizado fue de un bloques completos al azar con 3 repeticiones, en arreglo factorial de 6 x 4. La unidad experimental (parcela) estuvo constituida de 4 surcos de 6 metros de largo, con una distancia entre surco

de 1,5 metros para un total de 36 m<sup>2</sup>. Se seleccionaron cuatro variedades comerciales: LAICA 03-805, LAICA 04-825, Q 96 Y B 89-1351, tomando en cuenta su importancia en la región en cuanto a áreas de siembra en ese momento. Posterior a la siembra a todas las parcelas se les realizó el manejo recomendado en la región con excepción en el control de las malezas las cuales fueron controladas en preemergencia utilizando el herbicida Pendimetalina 50 EC (incluyendo el Testigo), el cuál en investigaciones anteriores ha demostrado no causar efectos fitotóxicos ni disminuciones en la producción; esto con el fin de evitar cualquier alteración por competencia de las malezas. A cada variedad se le aplicaron los herbicidas (5 en total) por separado y dirigidos directamente al follaje en caña planta y en dos de sus socas. Previo a la aplicación se calibró el equipo, (bombas de espalda de 16 litros con boquilla Tejeet AI 11003) con una descarga promedio de 300 l/ha. Para todos los herbicidas se duplicó la dosis normalmente utilizada y recomendada a nivel comercial en el país para su uso en mezclas para el control de las malezas en el cultivo (ver cuadro 1) La aplicación del herbicida se realizó entre los 60 y 90 días luego de germinada la caña (en el caso de caña planta o plantilla) o del rebrote (en el caso de las socas).

**Cuadro 1**  
**Herbicidas y dosis utilizadas en el ensayo**

<b>Herbicida</b>	<b>Formulación</b>	<b>Dosis PC/ha (kg)</b>	<b>Dosis i.a./ha (kg)</b>
Diuron	80 WG	4	3,2
Ametrina	50 SC	6	3
Triclopyr	48 EC	1	0,48
Hexazinona	75 WG	0,65	0,49
Terbutrina	80 WG	4	3,2
MSMA	72 SL	2	1,4

La evaluación se realizó por observación visual entre los 8 y 15 días posterior a la aplicación con el fin de identificar cualquier síntoma de fitotoxicidad y para la

cuantificación del efecto se cosecharon y pesaron las parcelas completas a los 12 meses con el fin de determinar el rendimiento agrícola o rendimiento de campo (toneladas de caña por hectárea), además se tomaron las respectivas muestras de cada tratamiento para el correspondiente análisis industrial que determino los kg de azúcar por tonelada de caña y así al final obtener el correspondiente rendimiento agroindustrial (toneladas de azúcar por hectárea) como dato final de producción.



Figura 1. Aplicación de los herbicidas a las diferentes variedades del estudio.

Las aplicaciones con los herbicidas se llevaron en dos fases según los objetivos planteados; en la primera fase (caña planta y primer soca) se aplicaron los herbicidas individualmente con el fin de determinar su efecto en la producción de cada variedad. En la segunda fase se evaluaron las mezclas de los herbicidas más utilizados para el control de malezas en Costa Rica, en el cuadro 2 se muestran las dosis utilizadas de cada herbicida al aplicarlos en mezcla.

**Cuadro 2**  
**Herbicidas y dosis utilizadas al aplicarlos en mezcla**

<b>Herbicida</b>	<b>Formulación</b>	<b>Dosis PC/ha (kg)</b>	<b>Dosis i.a./ha (kg)</b>
Diuron	80 WG	2	1,6
Ametrina	50 SC	3	1,5
Triclopyr	48 EC	0,5	0,24
Hexazinona	75 WG	0,5	0,375
Terbutrina	80 WG	2	1,6
MSMA	72 SL	1	0,72
2,4-D	60 SL	2	1,2

Las mezclas utilizadas en esta segunda fase fueron : Diuron + Terbutrina; Diuron + Ametrina; Hexazinona + Diuron y Hexazinona + MSMA ; además de las mezclas Diuron + Terbutrina y Diuron + Hexazinona se realizaron dos combinaciones de tratamientos: uno agregándole 2,4-D a la mezcla y el otro agregando Triclopyr ,ambos para el control de malezas dicotiledóneas y en el caso de la mezcla Diuron + Ametrina sólo se realizó un tratamiento agregándole Triclopyr a la mezcla.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el cuadro 3 referente al análisis de varianza de las variables productivas de la primera cosecha se observa que se presentaron diferencias altamente significativas entre las variedades en las variables producción de caña y azúcar (Tm / ha). También se presentaron diferencias altamente significativas entre el efecto de los herbicidas pero solo en la producción de caña / ha. Sin embargo en la interacción Variedades –Herbicidas como se aprecia en dicho cuadro no se presento ninguna significancia.

**Cuadro 3**  
**Análisis de varianza para las variables productivas en la primera cosecha**

F var	GL	% Brix	PF	% Pol	PF	% Pureza	PF	kg Azúcar /t	PF	t Caña /ha	PF	t Azúcar /ha	PF
Bloques	2	13,53	0	7,4	0	15,42	0,01	739,73	0	1.424,97	0	18,21	0
VARIEDADES	3	2,19	0	1,02	1	2,89	1	102,37	1	369,67	0,02	9,58	0,01
HERBICIDAS	6	0,9	1	0,25	1	1,43	1	25,14	1	243,91	0,04	3,44	0,16
VARIEDADES * HERBIC.	18	1,74	1	1,11	1	2,54	1	111,11	1	80,99	1	2,53	0,3
ERROR	54	2,01		1,24		3,08		124,36		100,57		2,12	
total	83	179,04		106,53		260,21		10.653,08		12.310,84		245,73	
CV %		7,13		9,72		9,9		9,72		10,17		12,89	

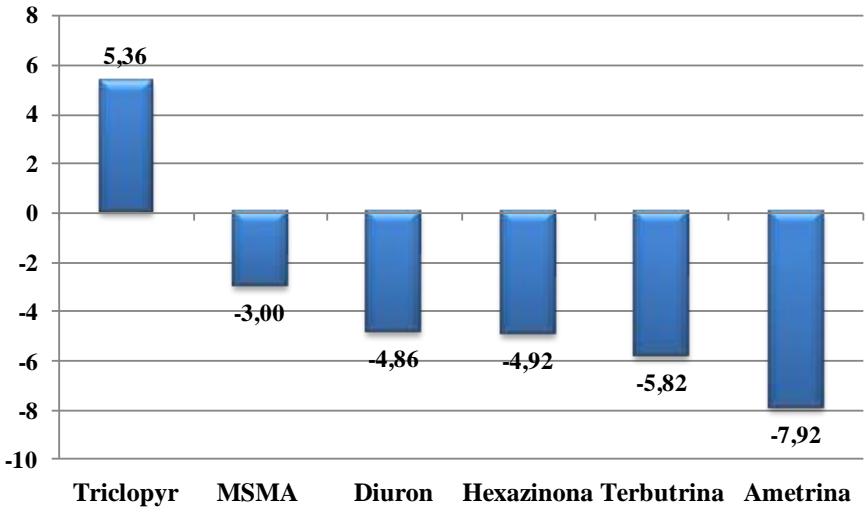
En el cuadro 4 se presenta el resultado de la primera cosecha con todas las variables agroindustriales, observándose claramente una general disminución en la producción de caña y Azúcar respecto al tratamiento testigo provocado sin duda por la aplicación de los herbicidas excepto por el herbicida Triclopir que en contra de lo esperado presentó un incremento en la producción de caña y azúcar por hectárea. Se nota además una disminución significativa en la producción ejercida por el herbicida Ametrina el cual afectó más severamente la producción con una reducción de 8,1 toneladas de caña por hectárea, seguido por la Terbutrina con una disminución de 0,81 toneladas de azúcar por hectárea. Es interesante el caso del herbicida Triclopir el cual indujo un incremento de 5,4 toneladas de caña por hectárea y de 0,78 toneladas de azúcar por hectárea, este comportamiento posiblemente se debe a la presencia en su formulación de hormonas como las citoquininas que inducen en las plantas un mayor crecimiento.

**Cuadro 4**  
**Resultados agroindustriales de la primera cosecha (Caña Planta) según herbicida aplicado**

Herbicidas	% Brix	% Sacarosa	% Pureza	kg Azúcar/t	t Caña /ha	t Azúcar /ha
Triclopyr	19,99	17,83	89,1	115,41	107,1 a	12,32
<b>Testigo</b>	<b>20,08</b>	<b>17,7</b>	<b>88,1</b>	<b>113,46</b>	<b>101,7 ab</b>	<b>11,54</b>
Diuron	20,13	18,06	89,62	116,86	96,71 ab	11,33
MSMA	19,58	17,48	89,01	113,96	98,6 ab	11,24
Hexazinona	20,11	18,08	89,7	115,29	96,64 ab	11,1
Ametrina	19,9	17,85	89,7	115,39	93,6 b	10,8
Terbutrina	19,44	17,1	87,72	112,59	95,73 ab	10,73

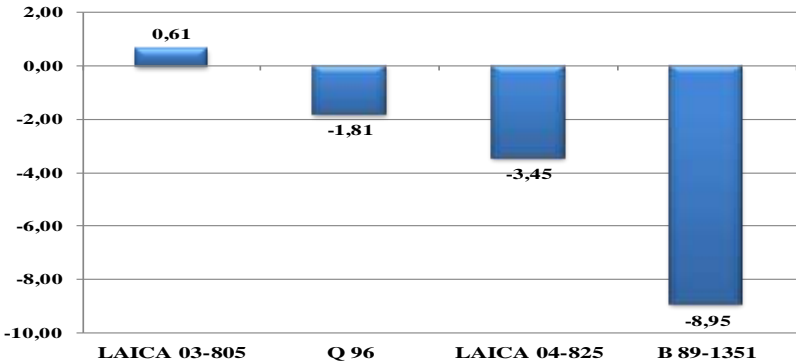
Letras iguales no presentan diferencias significativas según Tukey 5 %

En la Figura 2. Se anotan los porcentajes de incremento o disminución en la producción causada como efecto de cada herbicida evaluado.



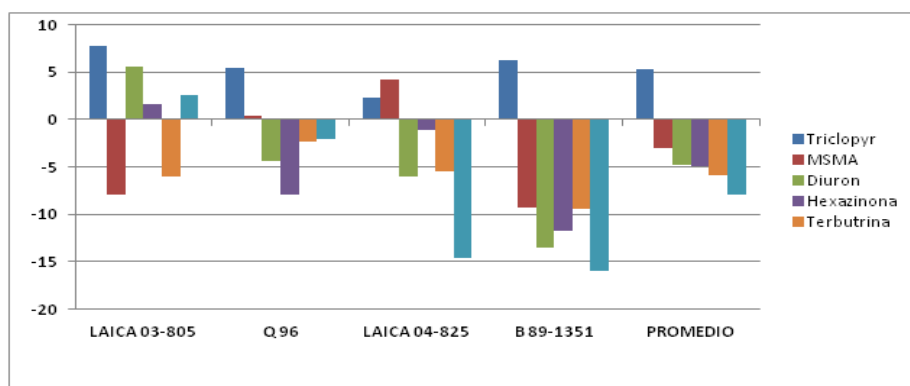
**Figura 2. Porcentaje de incremento o disminución en la producción de caña por hectárea consolidada de las 4 variedades según herbicida evaluado.**

Se nota claramente en dicha figura, como los Herbicidas Terbutrina y Ametrina presentaron las mayores disminuciones en la producción de la caña de azúcar; contrastando estos resultados con el incremento de un 5,36% en la producción inducido como se menciona con el herbicida Triclopir a la dosis de 1 l PC/ha.



**Figura 3. Porcentaje de incremento o disminución en la producción de caña por hectárea inducidos por los herbicidas evaluados. Primera Cosecha. Caña planta.**

Con respecto a la respuesta de las variedades en la figura 3 se nota claramente como la variedad B 89-1351 fue la más susceptible a los herbicidas en general en esta primera cosecha en el ciclo de Caña Planta con una disminución promedio de 8,95% en el tonelaje, contrastando con la variedad LAICA 03-805 que resultó bastante tolerante.



**Figura 4. Porcentaje de incremento o disminución en las toneladas de caña producidas por variedad en interacción con cada herbicida aplicado. Primer cosecha, caña planta.**

Por otra parte en la Figura 4, analizando las interacciones específicas de cada variedad con cada herbicida, se nota de nuevo el aparente efecto de estímulo en la producción al aplicar el herbicida Triclopyr a las diferentes variedades evaluadas y entre las cuales la que menor beneficio obtuvo fue la variedad LAICA 04-825 y la que mayor beneficio presentó fue la variedad LAICA 03- 805, además esta variedad fue la que resultó menos afectada por los herbicidas en general, con excepción de los herbicidas MSMA y Terbutrina los cuales la afectaron en la producción de caña en un 8 % y 6 % respectivamente. Caso contrario la variedad B 89-1351 fue la única variedad afectada por todos los herbicidas entre un 9 y un 16 %, a excepción del Triclopyr. Por su parte los herbicidas Diuron y la Ametrina generaron las mayores disminuciones productivas en esta variedad. En el caso de la variedad LAICA 04-825 igualmente fue el herbicida Ametrina el que mayormente afectó la producción con una disminución en el tonelaje de alrededor de un 15%; mientras que con los demás herbicidas las disminuciones no superaron el 6%.

## RESULTADOS DE LA SEGUNDA COSECHA

Para la segunda cosecha realizada (primer soca) se repitieron los mismos tratamientos ubicados en las mismas parcelas como se mencionaba en el apartado anterior y se encontraron diferencias notorias en el comportamiento productivo de las variedades aducidos a la etapa fenológica, al pasar de caña planta a la primer soca.

En el cuadro 5 se presenta en resultado del análisis de varianza a las variables productivas de la segunda cosecha y se observa que se presento diferencias altamente significativas en todas las variables agroindustriales para las variedades estudiadas. Respecto a los herbicidas aplicados se presentaron diferencias altamente significativas en las variables industriales y en la producción de azúcar por hectárea no así en la producción de caña.

En la interacción Variedades –Herbicidas en esta cosecha se presentaron diferencias altamente significativas en el rendimiento industrial (kg azúcar / t. caña).

**Cuadro 5**  
**Análisis de varianza para las variables productivas de la Segunda Cosecha**

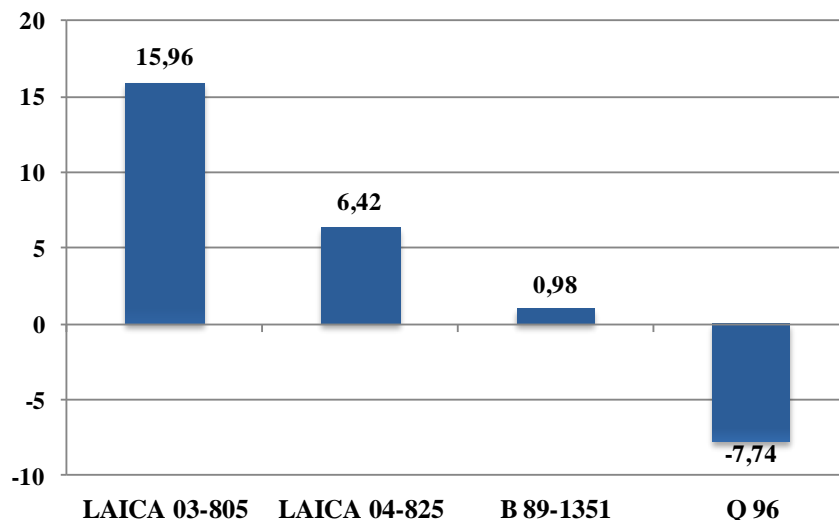
F var	GL	%Brix	PF	% Pol	PF	% Pureza	PF	kg Azúcar /t	PF	t Caña /ha	PF	t Azúcar /ha	PF
Bloques	2	2,63	0	0,58	0,4	2,19	0,05	70,45	0,2	177,63	0,3	0,83	1
<b>VARIEDADES</b>	3	14,25	0	23,17	0	17,91	0	207,06	0	5.746,93	0	87,78	0
<b>HERBICIDAS</b>	6	1,75	0,1	0,43	1	2,99	0	164,25	0	295,8	0,1	9,15	0
<b>VARIEDADES*HERBICID.</b>	18	1,2	0,1	0,62	0,3	1,21	0,05	84,34	0	251,51	0,1	5,82	0,1
ERROR	54	0,78		0,54		0,67		40,11		151,95		3,77	
total	83	121,9		113,5		134,37		5.431,33		32.103,17		628,11	
CV %		3,98		5,3		4,08		4,73		11,54		13,57	

**Cuadro 6**  
**Resultados agroindustriales de la segunda cosecha (primer soca) según herbicida aplicado**

Herbicidas	% brix	% pol	% pureza	kg Azúcar/t	t Caña /ha	t Azúcar /ha
Triclopyr	22,31	20,60 a	92,30 a	142,98 a	116,78	16,71 a
Diuron	22,27	20,27 a	91,02 ab	141,71 a	108,44	15,31 ab
Ametrina	22,62	20,57 a	91,01 ab	142,85 a	105,13	14,97 ab
Terbutrina	22,03	19,94 ab	90,50 ab	137,82 ab	105,73	14,60 ab
<b>Testigo</b>	<b>22,15</b>	<b>20,21 ab</b>	<b>91,25 ab</b>	<b>140,1 ab</b>	<b>103,00</b>	<b>14,40 ab</b>
Hexazinona	21,37	19,12 b	89,38 b	131,97 b	106,76	14,13 b
MSMA	22,18	20,14 ab	90,80 ab	138,49 ab	101,60	14,08 b

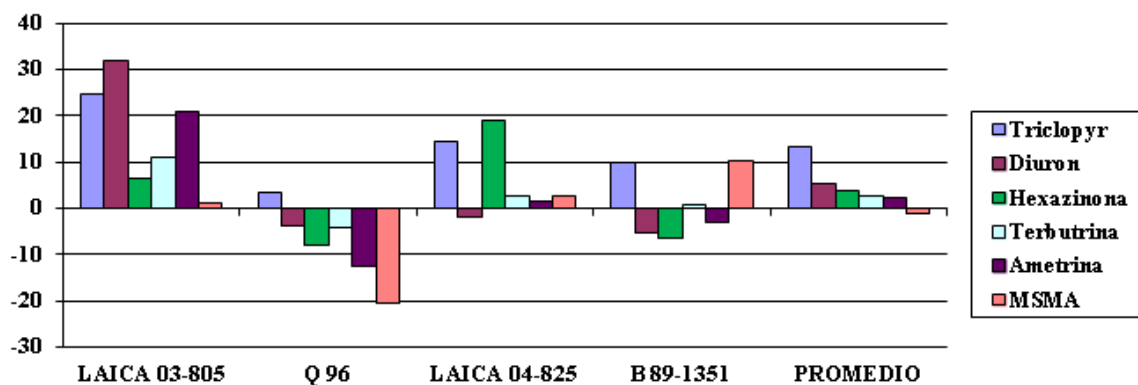
Valores con igual letra no difieren estadísticamente según tukey al 5 %.

Como se observa en el cuadro 6, nuevamente al igual que en la primera cosecha, las parcelas de las variedades aplicadas con Triclopir incrementaron su producción en un 13,4% en las toneladas de caña por hectárea y un 16% en azúcar por hectárea. Mientras que el MSMA afectó levemente la producción de caña por hectárea lo que al final llevó a una disminución en la producción de azúcar por hectárea. El caso, para esta segunda cosecha, que llama la atención es el de la Hexazinona que afectó el porcentaje de sacarosa y la pureza en las variable industriales, lo que causó una disminución considerable del rendimiento industrial (kg Azúcar por tonelada de caña) por lo que repercutió negativamente en la producción de azúcar por hectárea. Para los demás herbicidas se observa cómo no hubo afectación alguna en la producción y por lo contrario más bien algunos incrementaron la producción.



**Figura 5. Porcentaje de incremento o disminución en la producción de caña por hectárea en las diferentes variedades evaluadas. Segunda Cosecha. Primera Soca**

Para esta segunda cosecha se nota un comportamiento distinto de las variedades, siendo menos afectadas por los herbicidas; se confirma el alto grado de tolerancia de la variedad LAICA 03-805; mientras que la B 89-1351, que resultó ser bastante susceptible a los herbicidas en general en la primera cosecha, para esta primer soca no fue mayormente afectada como se observa en la figura 5. Por otra parte la variedad Q 96 se salió del comportamiento normal de las demás variedades evaluadas presentando mayores niveles de susceptibilidad que en la primera cosecha.



**Figura 6. Porcentaje de incremento o disminución en la producción de caña por hectárea por variedad según herbicida aplicado. Segunda Cosecha.**

Revisando las interacciones de cada variedad con cada herbicida, ilustradas en la figura 5. se confirma como, a excepción de la Q 96, las variedades en general se vieron poco afectadas por la aplicación de los herbicidas. La variedad LAICA 03-805 se presenta como una variedad tolerante y lejos de verse afectada por los herbicidas se nota un estímulo importante en la producción con la mayoría de los mismos, principalmente con el Diuron y Triclopyr. La variedad B89-1351 fue la más afectada en la primer cosecha, como se mencionó con anterioridad, pero en soca pareciera que adquiere una mayor resistencia; por otra parte, la variedad LAICA 04-825 no sufrió disminuciones considerables en la producción en ningún caso. La variedad Q 96 presentó un comportamiento particular y distinto al de las demás variedades en comparación a la primera cosecha, donde fue más afectada por los herbicidas en la producción de cerca de un 21% con el MSMA y un 13% con la Ametrina.

### **EVALUACIÓN DE MEZCLAS (Tercera cosecha)**

En el cuadro 7 se presenta el resultado del análisis de varianza efectuado a la tercera cosecha del estudio con la salvedad que en esta ocasión se utilizaron mezclas de herbicidas. Se observa en el análisis como se presentaron diferencias altamente significativas en las variables % Pureza, Rendimiento Industrial (kg azúcar /t) y producción de caña y azúcar por hectárea, entre las variedades estudiadas. Respecto a las mezclas no se presentaron diferencias significativas entre ellas, al igual que en la interacción entre variedades y las mezclas de herbicidas.

**Cuadro 7**  
**Resultado del Análisis de Varianza para las variables productivas en la Tercer Cosecha al evaluar las Mezclas de Herbicidas**

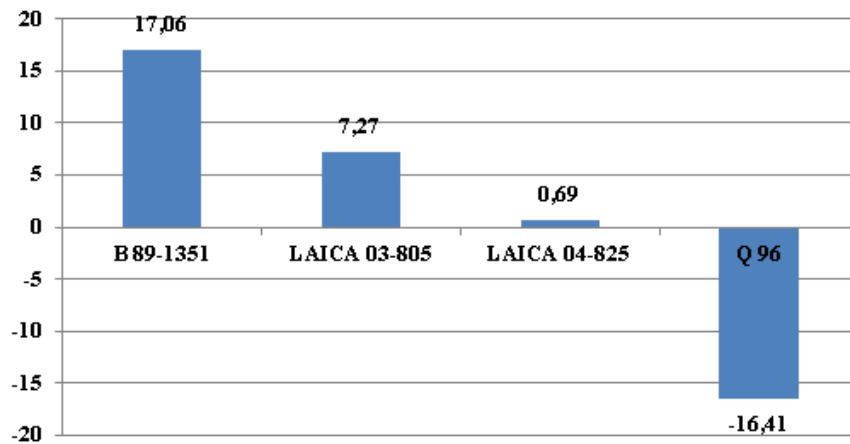
ANdeVA	GL	% Brix		% Pol		% Pureza		kg Azúcar /t		t Caña /ha		t Azúcar /ha	
		CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)	CM	P(f)
F de V	2	19,19	0	14,18	0	302,21	0	331,34	0	851,76	0,01	7,11	0,14
Bloques	3	1,25	0,32	2,4	0,08	38,49	0,03	109,98	0,08	3162,87	0	48,97	0
Variedad	6	0,66	1	0,69	1	7,4	1	15,21	1	226,68	0,28	3,62	0,4
Herbicida	18	1,17	0,36	0,83	1	12,77	0,45	38,43	1	98,3	1	1,58	1
Variedad* Herbic.	54	1,05		0,99		12,5		45,84		175,69		3,44	
Error	83	123,83		108,3		1668,85		4250,88		23808,9		397,26	
Total (SC)		4,59		5,1		3,99		5,1		16,16		17,1	
CV%													

En el cuadro 8, se presentan los resultados agroindustriales obtenidos en esta cosecha en respuesta a la aplicación de las diferentes mezclas de herbicidas, como se menciona a pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticas significativas para ninguna variable, es importante analizar la respuesta productiva respecto al tratamiento testigo, ya que como se observa en dicho cuadro se presentó un incremento en la producción de caña y azúcar (t/ha) en la mayoría de las parcelas tratadas con las diferentes mezclas de herbicidas, con excepción de la mezcla Diuron + Ametrina, sin embargo por las diferencias insignificantes podría considerarse igual al testigo.

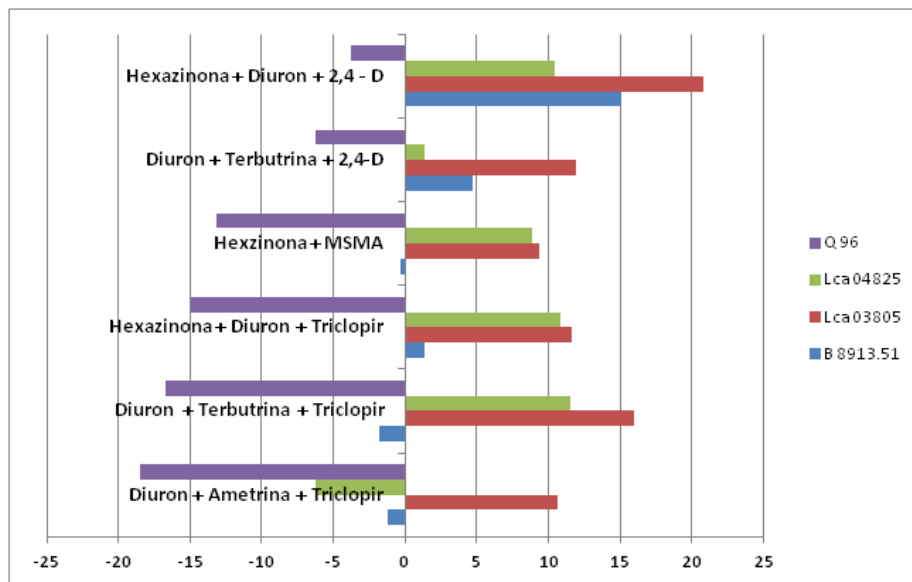
**Cuadro 8**  
**Resultados agroindustriales de la tercera cosecha según mezcla aplicada**

<b>Mezcla Herbicida</b>	<b>% Brix</b>	<b>% Pol</b>	<b>% Pureza</b>	<b>kg Azúcar/t</b>	<b>t caña/ha</b>	<b>t Azúcar/ha</b>
Hexazinona + Diuron + 2,4-D	22,51	19,66	88,73	132,17	90,42	11,89
Diuron + Terbutrina + 2,4-D	22,73	19,99	89,59	134,38	82,73	11,11
Hexazinona + Diuron + Triclopyr	22,43	19,59	88,09	133,18	82,02	10,89
Diuron + Terbutrina + Triclopyr	22,19	19,28	87,56	131,44	82,07	10,78
Hexazinona + MSMA	22,11	19,44	89,22	132,69	81	10,71
Testigo Sin Herbicidas	22,15	19,33	87,71	131,19	79,8	10,44
Diuron + Ametrina + Triclopyr	22,18	19,58	89,05	133,35	76	10,16

En el caso particular de la respuesta varietal a la aplicación de las mezclas, se observa como la variedad más afectada fue Q 96 al igual que en la cosecha anterior cuando se aplicaron únicamente los herbicidas, esta variedad tradicionalmente se ha considerado como susceptible a la aplicación de los herbicidas en general por lo que con estos resultados se confirma esta situación varietal, como se ilustra en la figura 6. Se puede decir que la única variedad afectada al aplicar las mezclas fue la Q 96. Es evidente el cambio radical que tuvo la variedad B 89-1351 respecto a la primera cosecha donde fue la variedad más afectada por los herbicidas y en esta tercera cosecha incluso con la aplicación de las mezclas.



**Figura 6. Porcentaje de incremento o disminución en la producción de caña por hectárea consolidada de las 4 variedades según mezcla de herbicidas aplicada.**



**Figura 7. Porcentaje de incremento o disminución en la producción de caña por hectárea por variedad según mezcla aplicada. Tercera Cosecha.**

En la interacción entre las mezclas y las diferentes variedades se analizó la variable producción de caña (T/ha) en la disminución o incremento en las toneladas de caña respecto al tratamiento testigo sin aplicación de herbicida para cada variedad. Como se observa en la figura 7, la mezcla Diuron + Hexazinona + 2,4-D presentó una leve disminución en el tonelaje de caña únicamente en la variedad Q96, con las otras variedades se lograron por el contrario incrementos hasta de más de 20 toneladas como sucedió con la variedad LAICA 03-805 la cual continúa presentando una alta tolerancia genética a los herbicidas en general. Con la mezcla Diuron + Terbutrina + 2,4-D la variedad Q 96 de nuevo fue la más afectada en la producción, las demás variedades superaron al tratamiento testigo, pero se vieron más afectadas con esta mezcla que con la anterior. Con la mezcla Hexazinona + MSMA además de la variedad Q96, la variedad B 89-1351 presentó una disminución importante en la producción respecto a las mezclas anteriores. La presencia del herbicida Triclopir respecto a su homólogo en el control de malezas dicotiledóneas pareciera que no perjudica la producción de las variedades con excepción de Q 96 la cual se ve más afectada con la presencia de este herbicida que con el 2,4-D. Sin embargo pareciera que para las variedades no afectadas es más favorable en la mezcla con Diuron + Terbutrina que cuando a la misma se le agrega 2,4 -D. Con la aplicación de Diuron + Ametrina + Triclopir la variedad Q 96 presentó la menor producción de caña, perdiéndose más de 15 Toneladas de caña / ha. También con esta mezcla se vio afectada en forma negativa la variedad LAICA 04-825, pareciera que el herbicida Diuron y su sinergismo presente en esta mezcla provocan dicha disminución en esta variedad.

## **CONCLUSIONES**

- El ciclo de la plantación es un factor determinante, en la mayoría de los casos, viéndose más afectados los rendimientos en caña planta que en las socas, probablemente debido a que en la soca la cepa está mejor conformada, con mejor sistema radicular y al crecimiento más acelerado en etapas iniciales en las plantaciones en soca. Tomando en cuenta que las aplicaciones se realizan a temprana edad (2 a 3 meses)

- La tolerancia o susceptibilidad a los herbicidas es una condición meramente genética y diversa la cual no se puede inferir aunque se conozcan los progenitores de la variedad. Ejemplo concreto resulta la variedad LAICA 03-805 variedad muy tolerante que proviene de un cruce biparental entre SP 70-1143 y Q 96 siendo ésta última la variedad más susceptible entre las evaluadas.
- Luego de realizadas las aplicaciones de los tratamientos herbicidas no se notaron síntomas de fitotoxicidad de ningún herbicida a excepción de los tratamientos aplicados con MSMA, por lo que se deduce que no necesariamente se deben notar síntomas visibles expresos de toxicidad para que el cultivo sufra disminuciones en la producción.
- Se identificaron variedades susceptibles viéndose estas afectadas en más de un 5% en promedio e inclusive en casos puntuales con más de un 15% de disminuciones en el rendimiento de campo, la variedad Q 96 fue la más susceptible principalmente en las socas; y la variedad B 89-1351 principalmente afectada por los herbicidas en el ciclo de Caña Planta o Plantilla.
- Por otra parte se identificaron variedades bastante tolerantes a los herbicidas; principalmente la LAICA 03-805, esta variedad prácticamente no se ve afectada por ningún herbicida en particular ni ninguna mezcla utilizada a nivel comercial en ninguno de sus ciclos productivos.
- El herbicida Triclopir aplicado solo y en el doble de la dosis comercial incremento la producción de caña en todas las variedades y en dos cosechas.
- Sin embargo la presencia del herbicida Triclopir aplicado en dosis normales y en mezcla afecto más severamente a la variedad Q 96 que el herbicida 2,4-D ambos dirigidos al control de dicotiledóneas en la mezclas.
- La mezcla que mas afecto a todas las variedades fue Diuron + Ametrina +Triclopir, seguida por la mezcla Hexazinona +MSMA.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ALFARO, R. 2011. Tolerancia Varietal de la Caña de Azúcar a diferentes Herbicidas pre-emergentes recomendados para el control de *Rottboellia Cochinchinensis*. DIECA-LAICA. San José, Costa Rica.
2. DÍAZ, J.C. 1980. Tolerancia de tres variedades de Caña de Azúcar a algunos herbicidas en suelo Ferralítico Rojo. Ciencias de la Agricultura No. 6 p 43-61. La Habana. Cuba. Disponible en: [www.agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2009%2FCU%0901.xml%3BCU2009100537](http://www.agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2009%2FCU%0901.xml%3BCU2009100537)
3. MARTIN, J.R. 1978. Uso de herbicidas en caña de azúcar, Efecto Fitotóxico, modos de Aplicación y Control de Malezas en las variedades B 43-62, JA 60-5 Y C 87-51. Tesis de Grado. Universidad Agraria de La Habana. Cuba.
4. OCAMPO, R; ALFARO, R; ARAYA, A; ANGULO, A. 2012. Tolerancia Varietal a mos herbicidas utilizados para control de malezas en Costa Rica. In: V Congreso Tecnológico de DIECA. Grecia, Costa Rica.
5. RINCONES, C. *et al.* 1983. Comportamiento de diez variedades de caña de azúcar a dosis excesivas de Ametrina. Caña de Azúcar vol 01(2): 57-76. Venezuela.
6. SCHIAVETTO, A.R.*et al* 2011. Tolerancia de cana de acucar a herbicidas availada pela diferencia dos tratamentos. Planta Daninha vol. 30. Vicosa. Enero – Marzo 2012.