

Tolerancia varietal a los herbicidas utilizados en el cultivo de la caña de azúcar.

Randall Ocampo Chinchilla. Programa de Agronomía

Roberto Alfaro Portuguez. Programa de Agronomía

Julio César Barrantes Mora. Coordinador Regional Zona Sur

Álvaro Araya Vindas. Coordinador Regional Zona Norte

Álvaro Angulo Marchena. Coordinador Regional Pacífico Seco (Cañas)

DIECA-LAICA

JUSTIFICACIÓN

- Es reconocido, a nivel mundial, que la tolerancia o susceptibilidad a los herbicidas en caña de azúcar es un aspecto varietal.
- En países como Brasil se investiga bastante este aspecto como parte de los parámetros a evaluar en los programas de mejoramiento genético.
- Existen resultados de investigaciones que indican diferentes niveles de disminuciones en la producción al utilizar distintos herbicidas a diferentes dosis. (México, Venezuela, Argentina, Brasil)

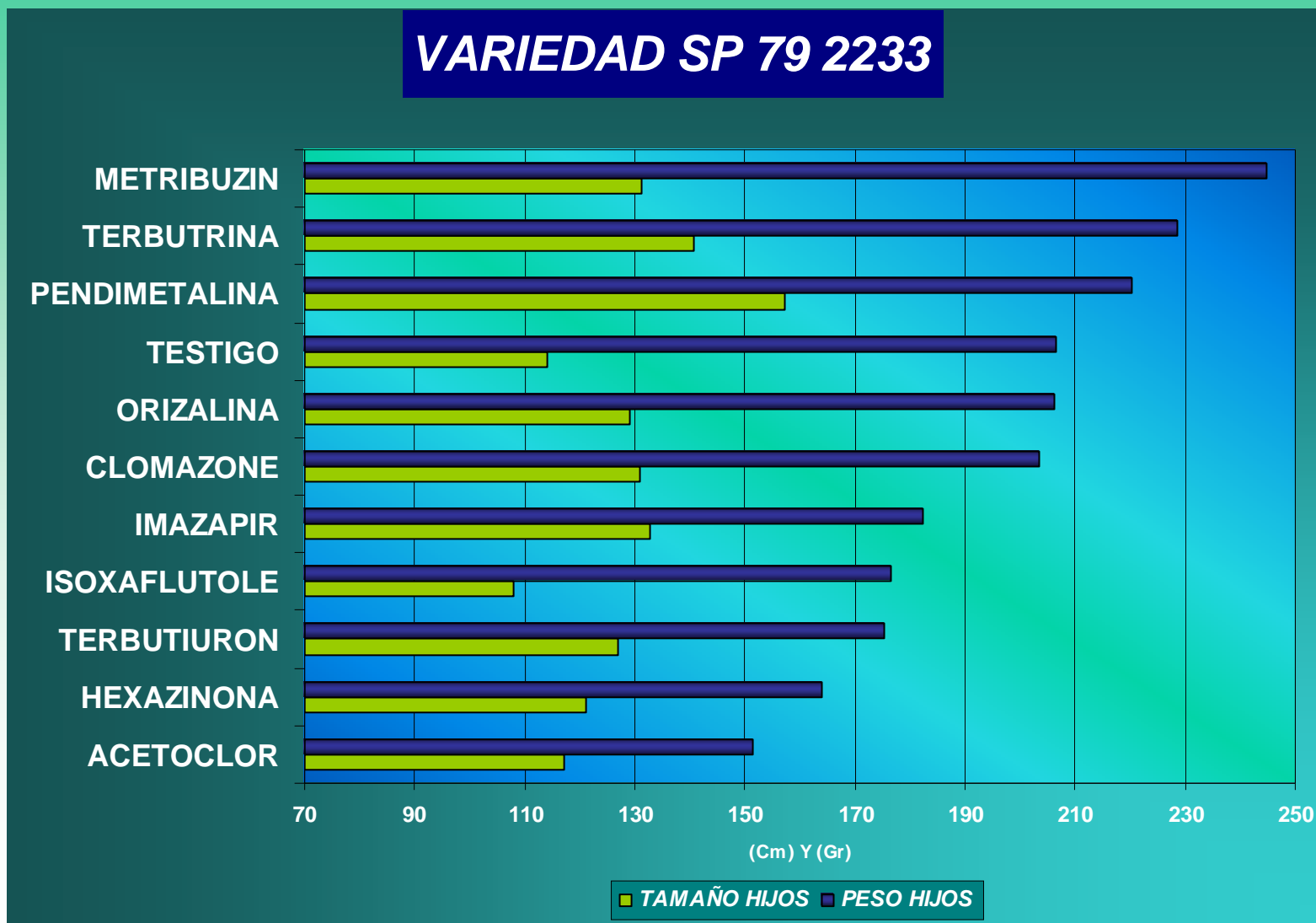
JUSTIFICACIÓN

- Existen antecedentes de que las triazinas estimulan el crecimiento de la Caña de Azúcar(Santilli, M. *et al*, 2010)
- “Si bien los herbicidas son utilizados para el control de malezas, hay evidencias que los mismos tienen cierto efecto positivo en el crecimiento de las plantas cultivadas”
- (Vellini *et al*, 2006) trabajando con subdosis de glifosato aplicado a *Eucalyptus grandis* lograron estimular el crecimiento proporcionando mayores valores de biomasa y ramas laterales.

JUSTIFICACIÓN

- Reis, M.R *et al*, (2008) estudiando la dinámica de nutrientes en el tejido foliar de la Caña de Azúcar, verificaron incrementos en altura de plantas tratadas con ametrina, sugirieron que ésta estimula el crecimiento de las plantas de caña de azúcar.
- 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 esto no ocurrió lo mismo en la variedad TUCCP 77-42

Efecto de 10 herbicidas con efecto pre-emergente en el crecimiento inicial de la Variedad SP 79-2233



OBJETIVOS GENERALES

1. **Cuantificar el efecto fitotóxico de los herbicidas más utilizados** en el control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar
2. **Identificar los niveles de tolerancia y/o susceptibilidad de algunas de las variedades más sembradas** en 3 distintas Regiones del País.
3. **Identificar los herbicidas con mayor efecto fitotóxico** para algunas de las variedades más sembradas en 3 distintas regiones productoras del país.

OBJETIVOS GENERALES

- **Determinar las mezclas de herbicidas post emergentes más adecuadas según la variedad cultivada.**

Metodología

1. Se ubicaron lotes en las tres regiones (Región Sur, Norte y Pacífico Seco con distintas características de clima y suelo.
2. Se sembraron las parcelas utilizando un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.
3. Se seleccionaron las 4 variedades más sembradas en cada región o con mayor proyección de crecimiento en cuanto a áreas de siembra en ese momento.
4. Se escogieron y aplicaron los 6 herbicidas con efecto post emergente más utilizados en el control de malezas en caña de azúcar según Región.
5. Los herbicidas se aplicaron entre los 2 a 3 meses luego de sembrada o rebrote de la caña y dirigidos directamente al follaje, además, se duplicaron las dosis comerciales normalmente utilizadas en las mezclas.
6. El área del ensayo se aplicó con pre-emergente (Pendimetalina) para evitar efectos por competencia con malezas.

Aplicación Pérez Zeledón primer soca. 2011

VARIETADES EVALUADAS

LAICA 03-805

LAICA 04-825

B 89-1351

Q 96



Herbicidas y dosis evaluadas en los ensayos

Herbicida	Dosis
Diuron 80 WG	4 kg PC/ha
Ametrina 50 SC	6 l PC/ha
Terbutrina 80 WG	4 kg PC/ha
MSMA 72 SL	2 l PC/ha
2,4-D 60 SL	4 l PC/ha
Triclopyr 48 EC	1 l PC/ha
Hexazinona 75 WG	0,65 kg PC/ha

PC= Producto Comercial

• Los herbicidas se asperjaron sobre el follaje

• Se utilizaron bombas de espalda manuales con boquillas AI 11003

• El volúmen de agua promedio fue de 300 l/ha

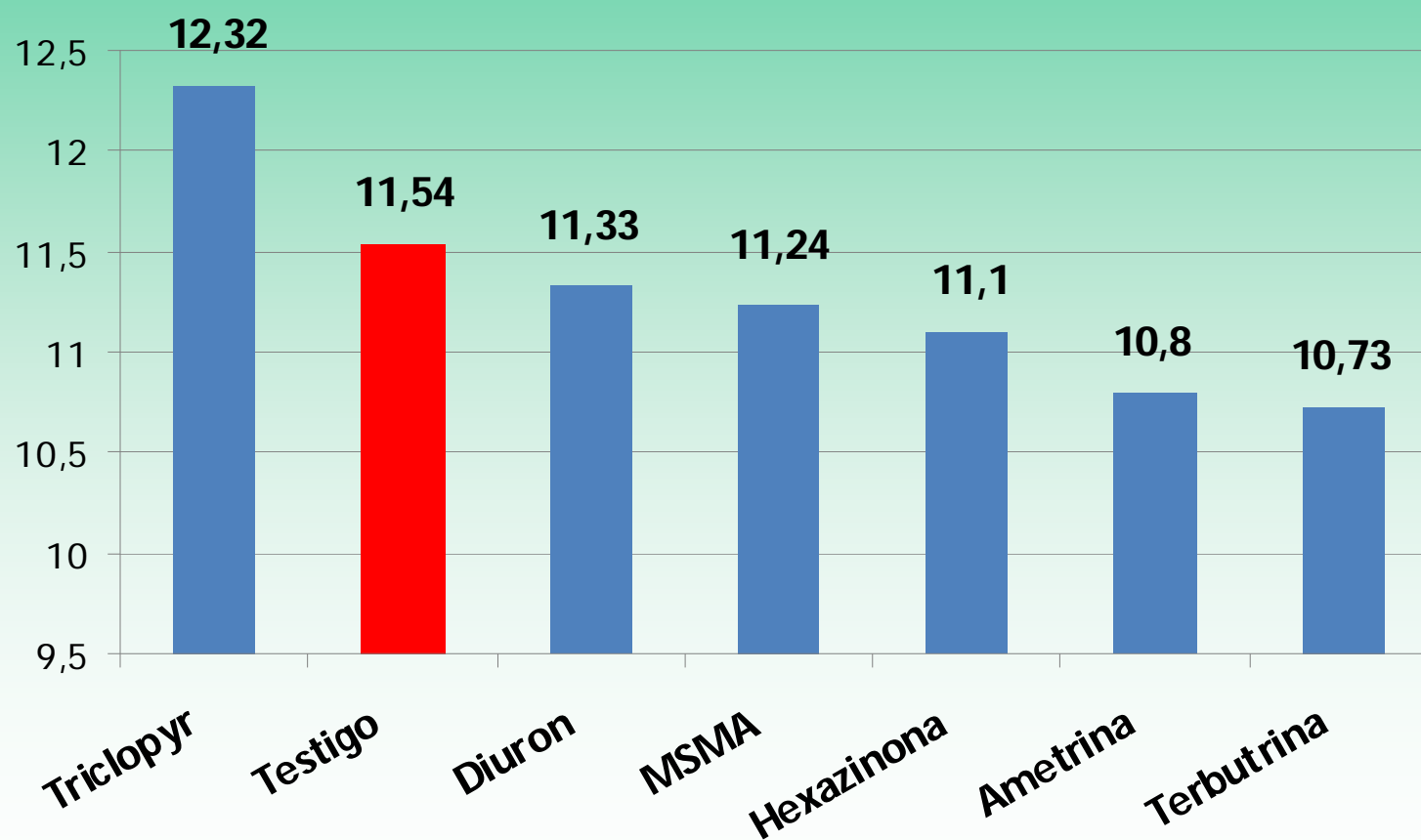
- **PRIMER COSECHA (CAÑA PLANTA) PÉREZ
ZELEDÓN (2011)**

Resultados

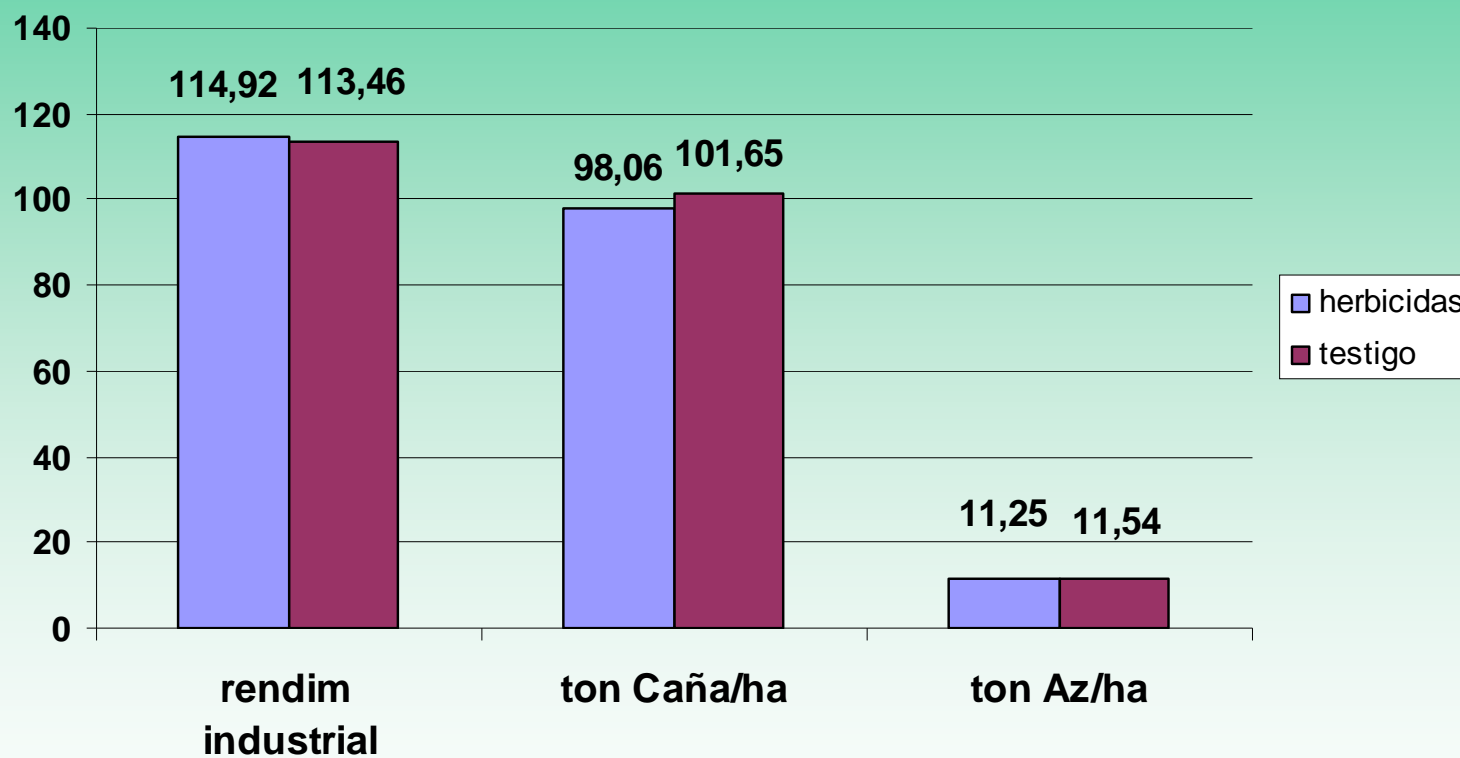
DATOS AGROINDUSTRIALES PRIMER COSECHA. CAÑA PLANTA

HERBICIDAS	brix	fibra	Pol	pureza	rend industrial	ton Caña /ha	ton Az /ha	
Triclopyr	19,99	11,54	17,83	89,1	115,41	107,1	a	12,32
Testigo	20,08	11,35	17,7	88,1	113,46	101,7	ab	11,54
Diuron	20,13	11,69	18,06	89,62	116,86	96,71	ab	11,33
MSMA	19,58	11,4	17,48	89,01	113,96	98,6	ab	11,24
Hexazinona	20,11	11,53	18,08	89,7	115,29	96,64	ab	11,1
Ametrina	19,9	11,54	17,85	89,7	115,39	93,6	b	10,8
Terbutrina	19,44	11,26	17,1	87,72	112,59	95,73	ab	10,73

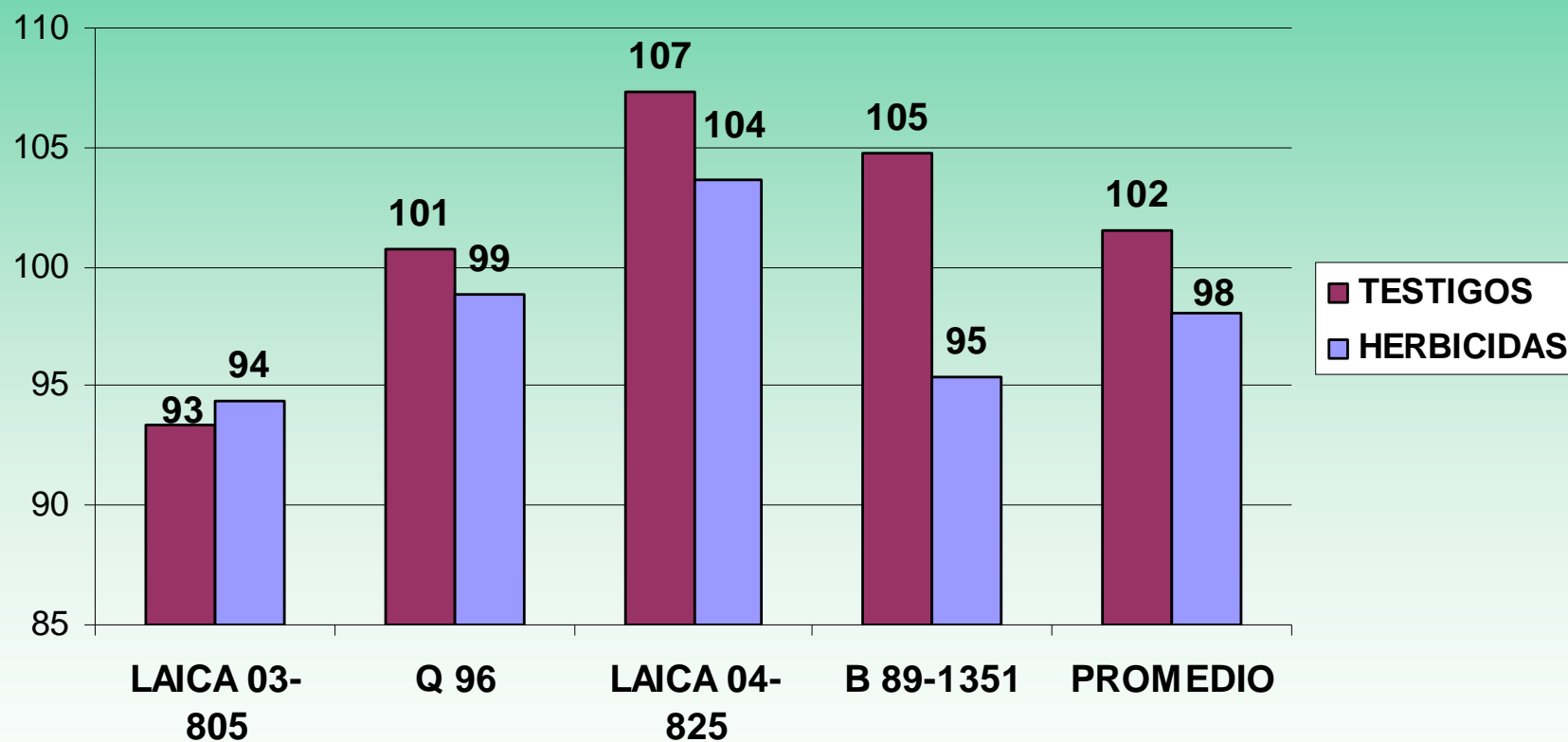
Rendimiento agroindustrial (ton Az/ha) según herbicida aplicado



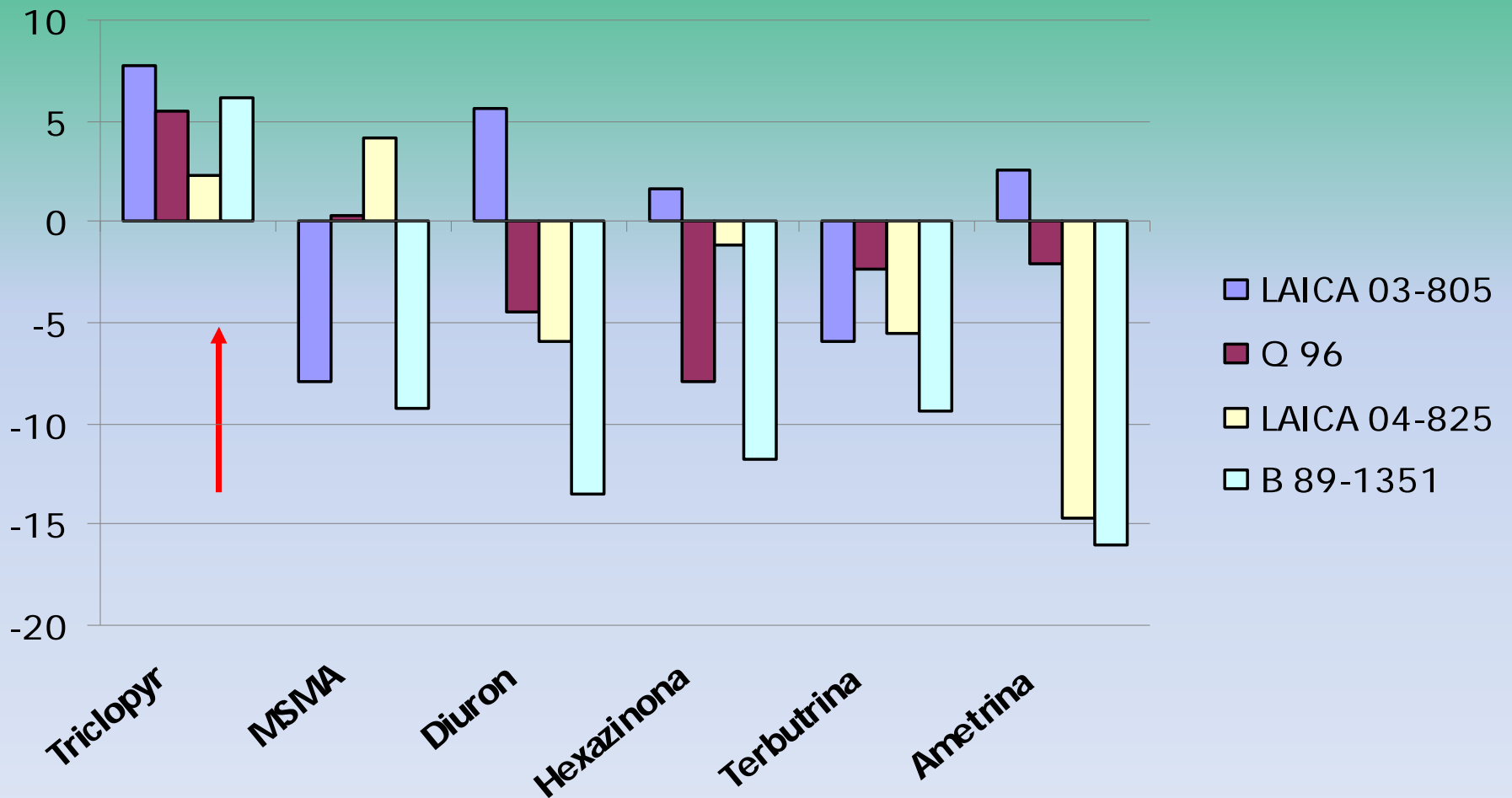
COMPARATIVO DE DATOS AGROINDUSTRIALES ENTRE TRATAMIENTOS CON Y SIN HERBICIDA. CAÑA PLANTA



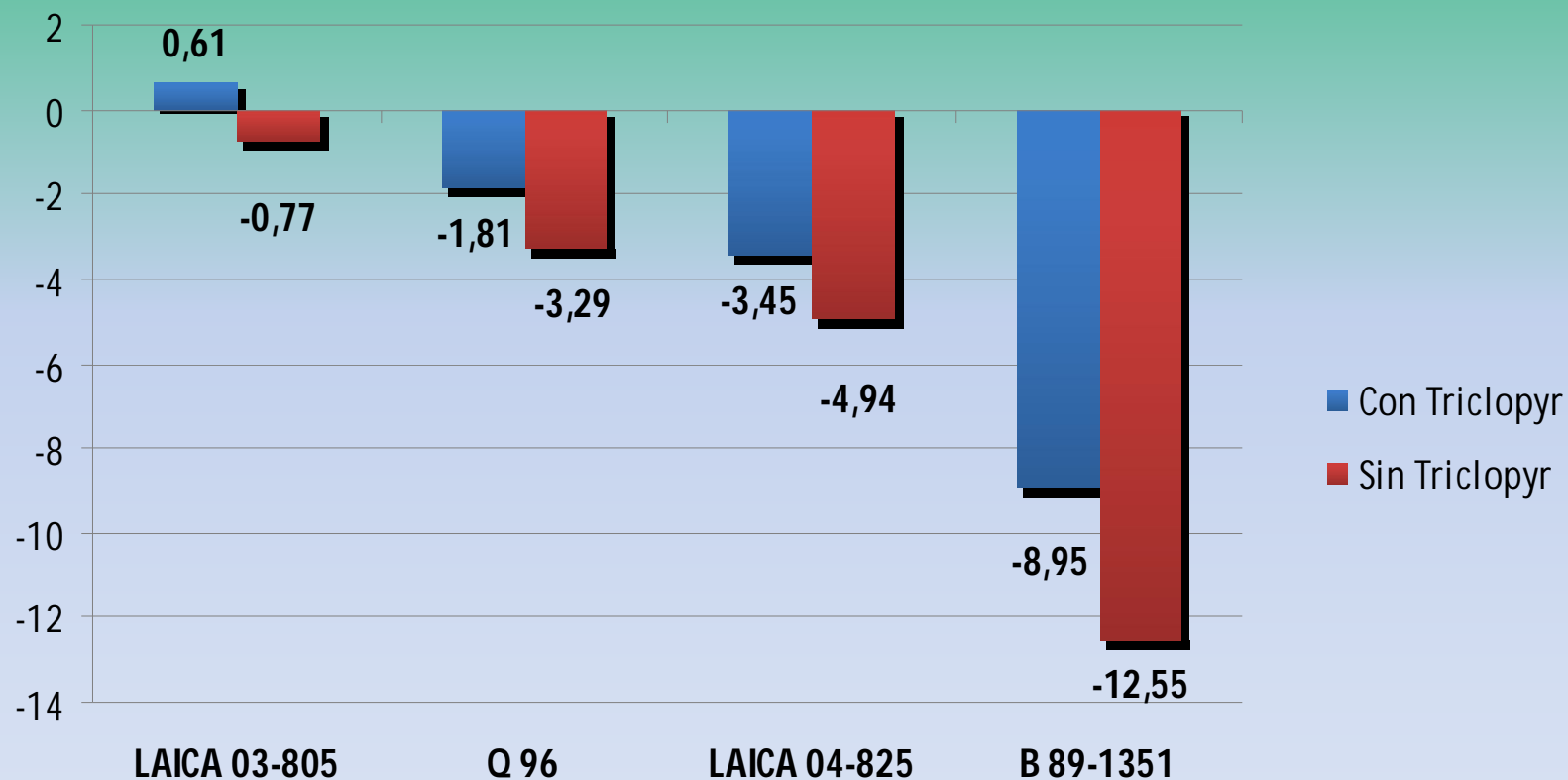
EFFECTO DE LOS HERBICIDAS EN LA PRODUCCIÓN (ton Caña/ha) DE LAS 4 VARIETADES



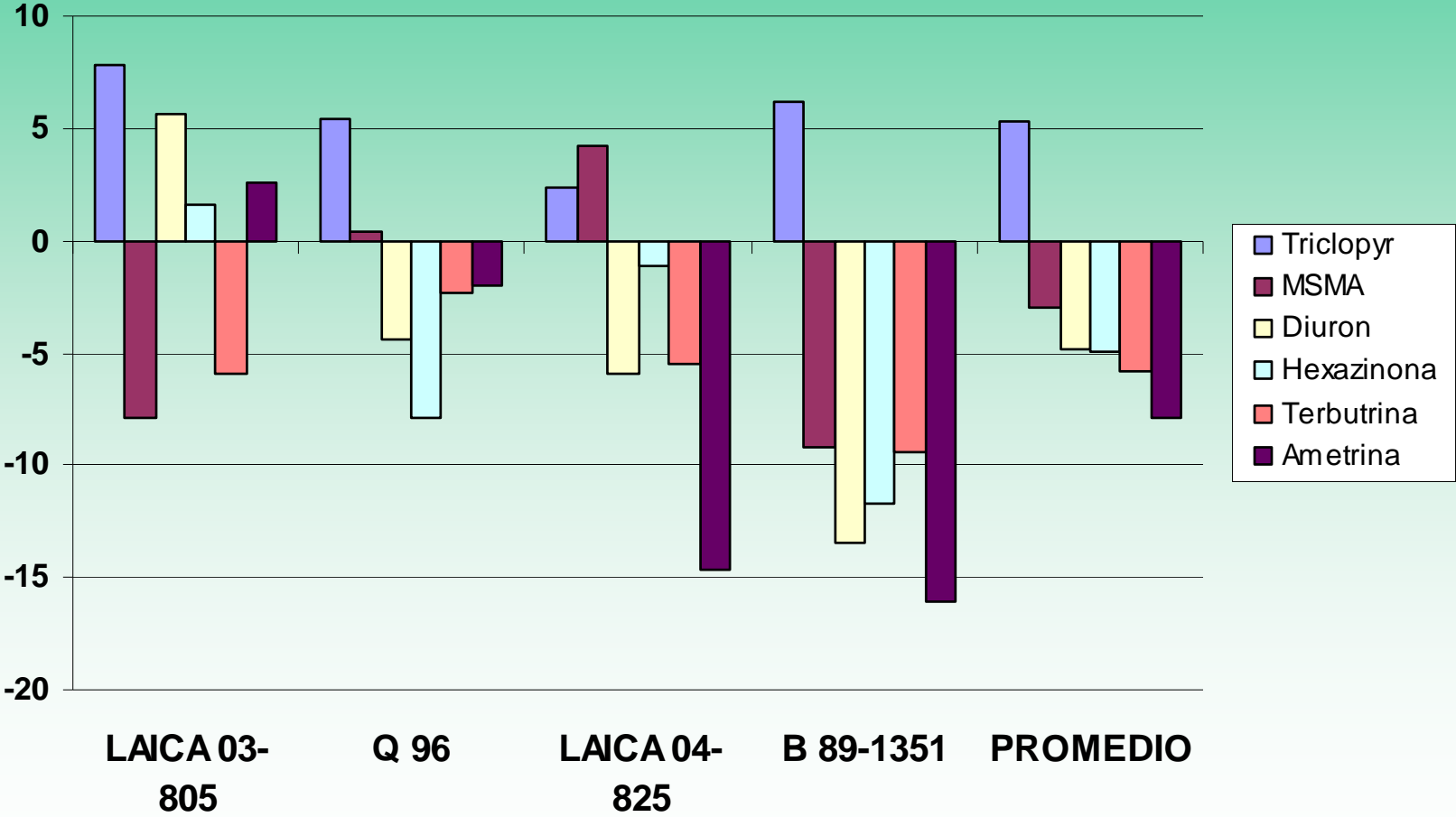
Diferencia porcentual en producción (ton Caña/ha) de las variedades con respecto al testigo, según herbicida aplicado. Caña Planta



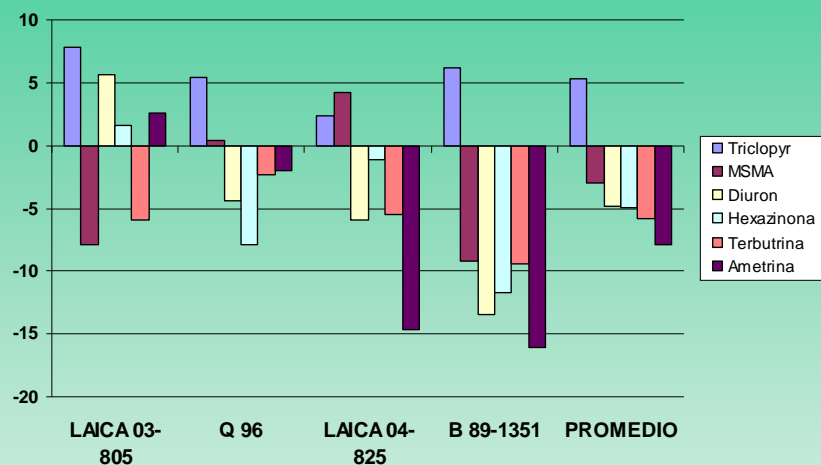
Diferencia porcentual en la producción (ton Caña/ha) de cada variedad aplicada con los herbicidas respecto al testigo.



Efecto de los herbicidas sobre la producción de campo en cada una de las variedades

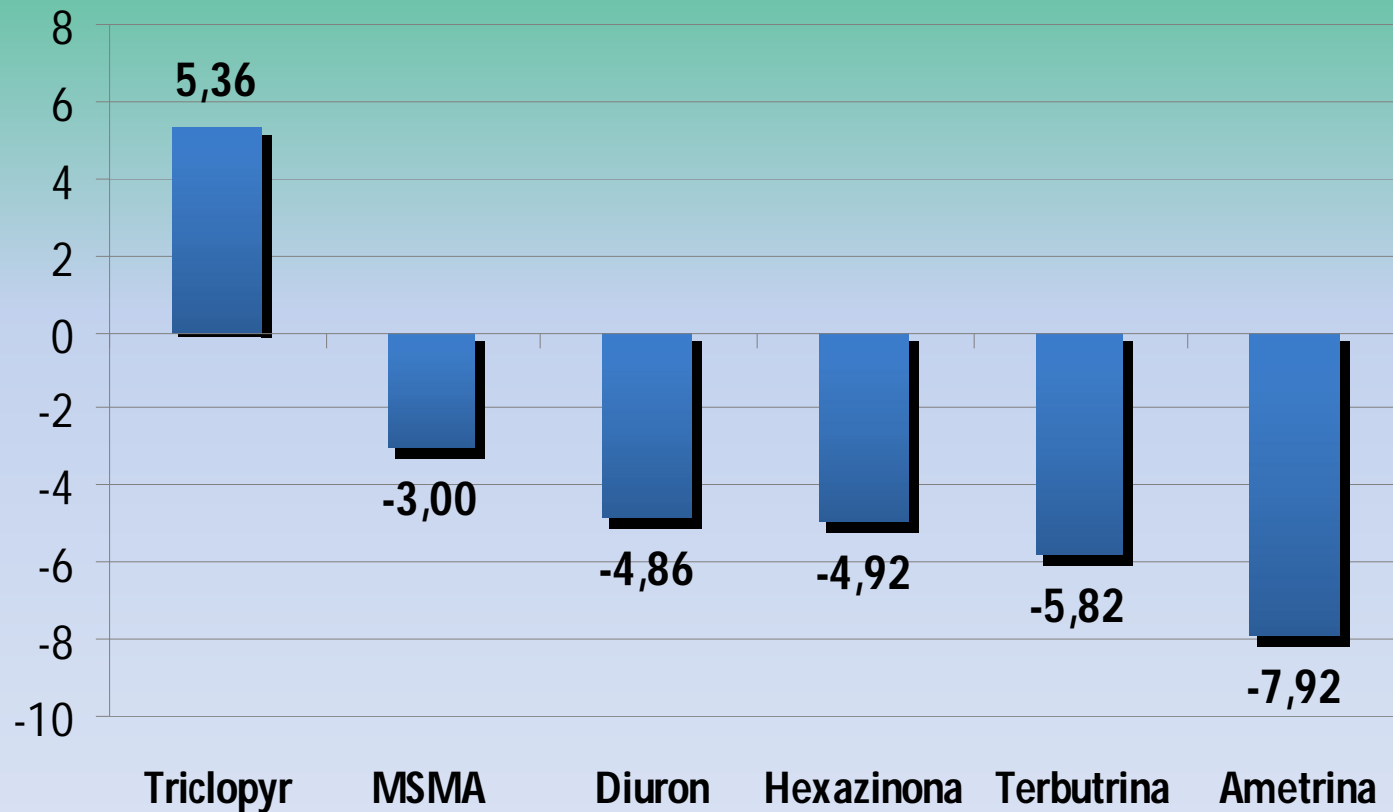


SI SUMÁRAMOS EFECTOS: QUÉ MEZCLAS SERÍAS LAS MÁS CONVENIENTES PARA CADA VARIEDAD??



MEZCLA	VARIEDAD			
	LAICA 03 805	Q 96	LAICA 04-825	B 89-1351
DIURON+HEXAZINONA	SI	NO	NO	NO ?
DIURON+TERBUTRINA	NO	NO	NO	NO ?
TERBUTRINA+AMETRINA	NO	SI	NO	NO ?
HEXAZINONA+MSMA	NO	NO	SI	NO ?
DIURON+MSMA	NO	NO	NO	NO ?
DIURON+AMETRINA	SI	SI	NO	NO ?

Efecto de los herbicidas en la producción promedio de las 4 variedades en Caña Planta

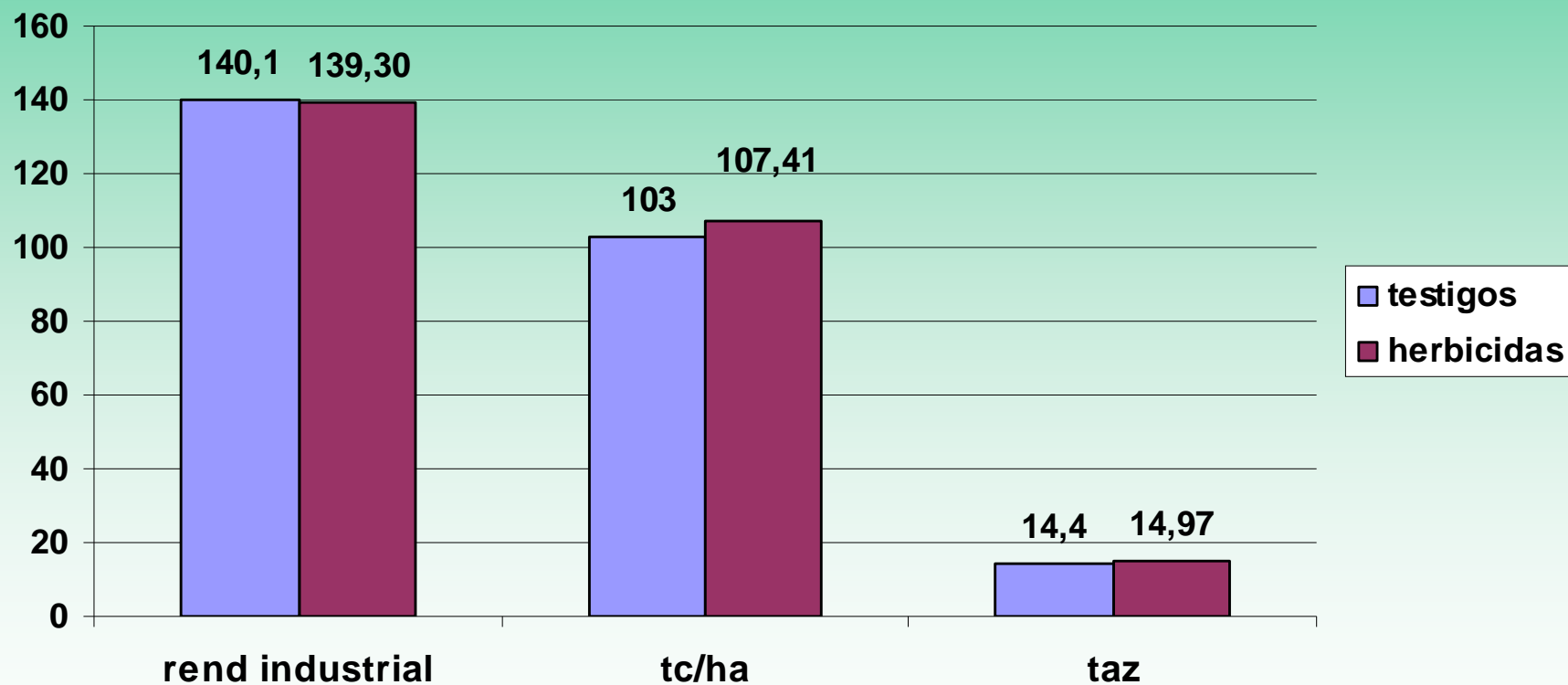


Segunda Cosecha Pérez Zeledón (2012)

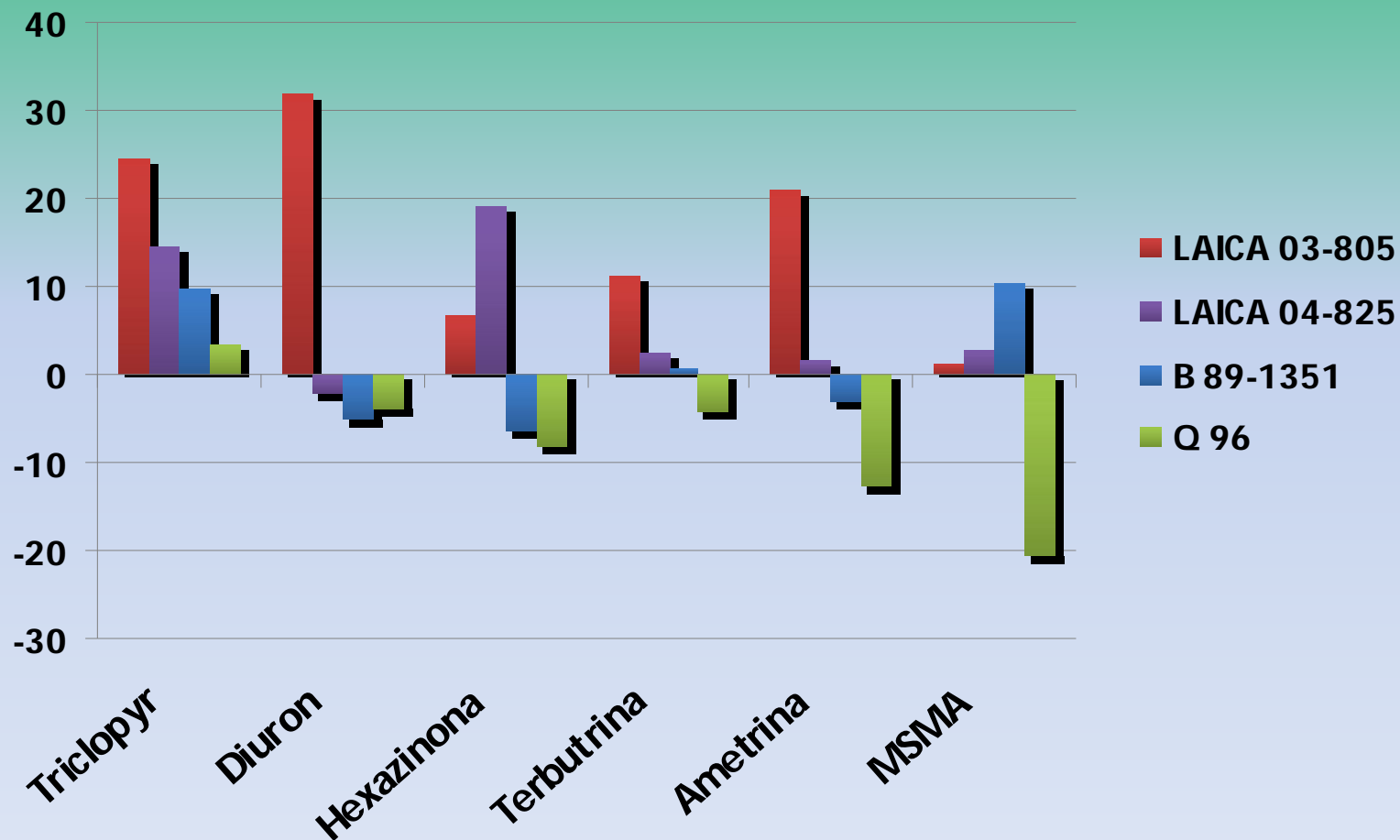
Resultados agroindustriales segunda cosecha, Pérez Zeledón

HERBICIDAS	brix	pol		pureza		rend industrial		ton Caña /ha		ton Az/ha
Triclopyr	22,31	20,6	a	92,3	a	142,98	a	116,78	16,7	a
Diuron	22,27	20,27	a	91	ab	141,71	a	108,44	15,3	ab
Ametrina	22,62	20,57	a	91	ab	142,85	a	105,13	15	ab
Terbutrina	22,03	19,94	ab	90,5	ab	137,82	ab	105,73	14,6	ab
Testigo	22,15	20,21	ab	91,3	ab	140,1	ab	103	14,4	ab
Hexazinona	21,37	19,12	b	89,4	b	131,97	b	106,76	14,1	b
MSMA	22,18	20,14	ab	90,8	ab	138,49	ab	101,6	14,1	b

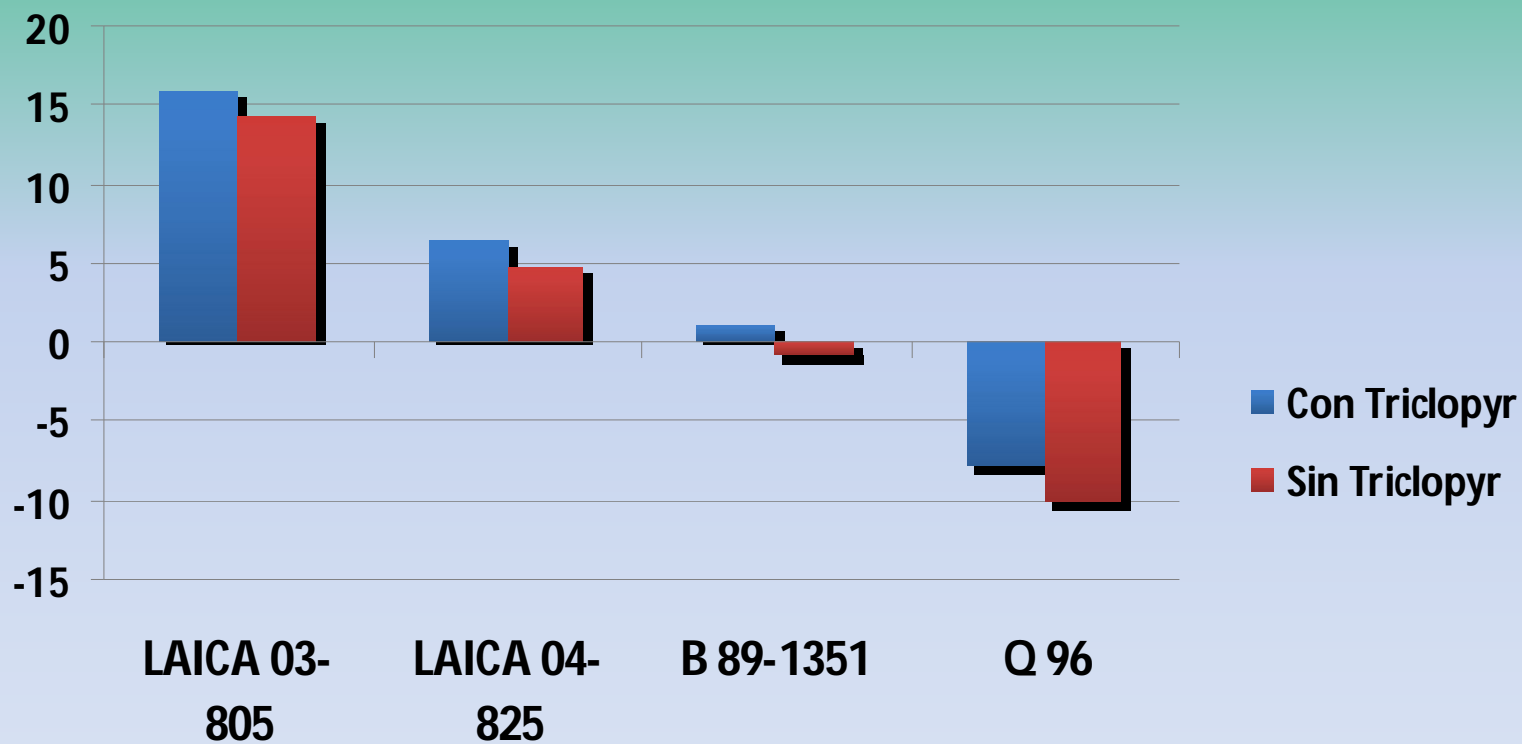
COMPARATIVO DE DATOS AGROINDUSTRIALES ENTRE TRATAMIENTOS CON Y SIN HERBICIDA. PRIMER SOCA



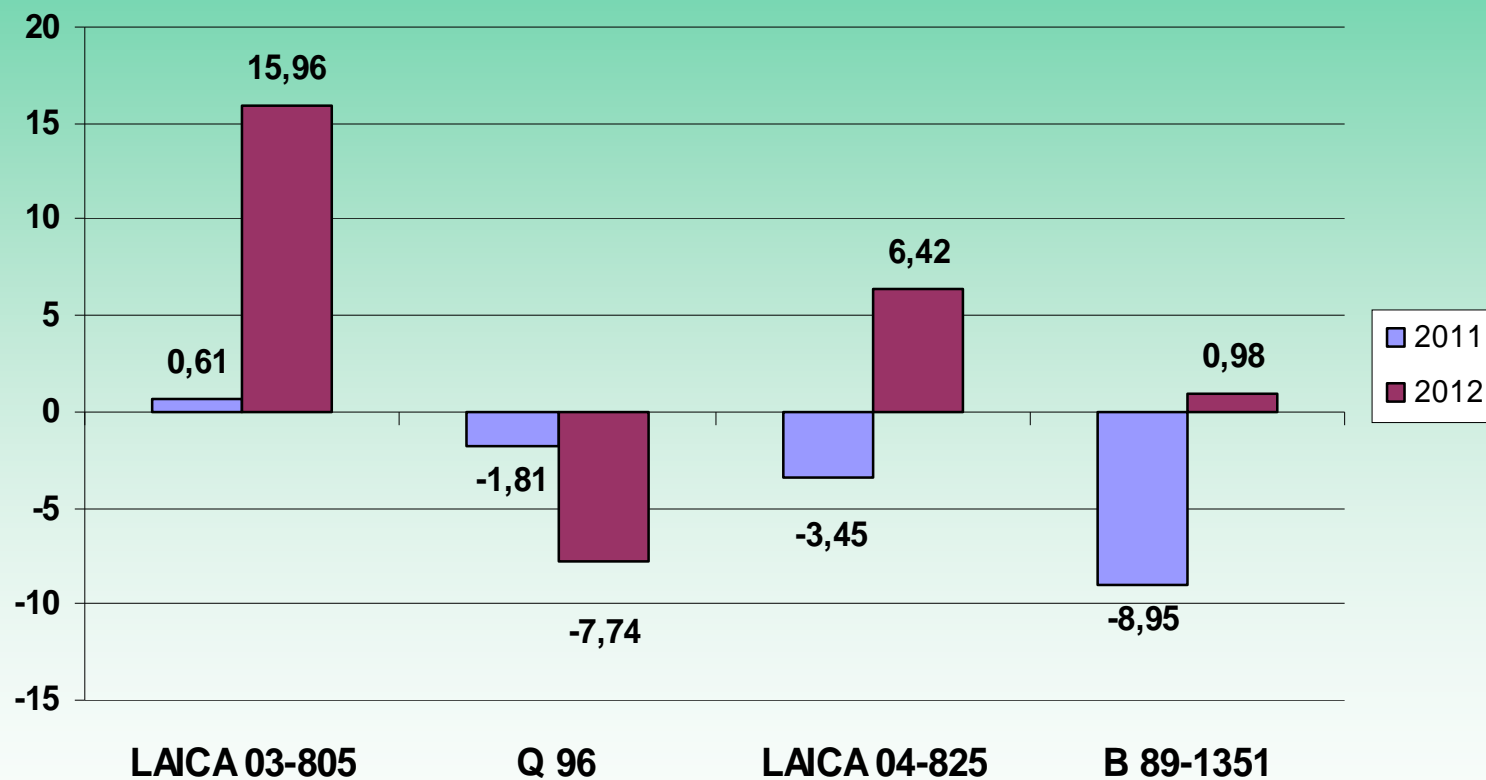
Diferencia porcentual en producción (ton Caña/ha) de las variedades con respecto al testigo, según herbicida aplicado. Primer Soca



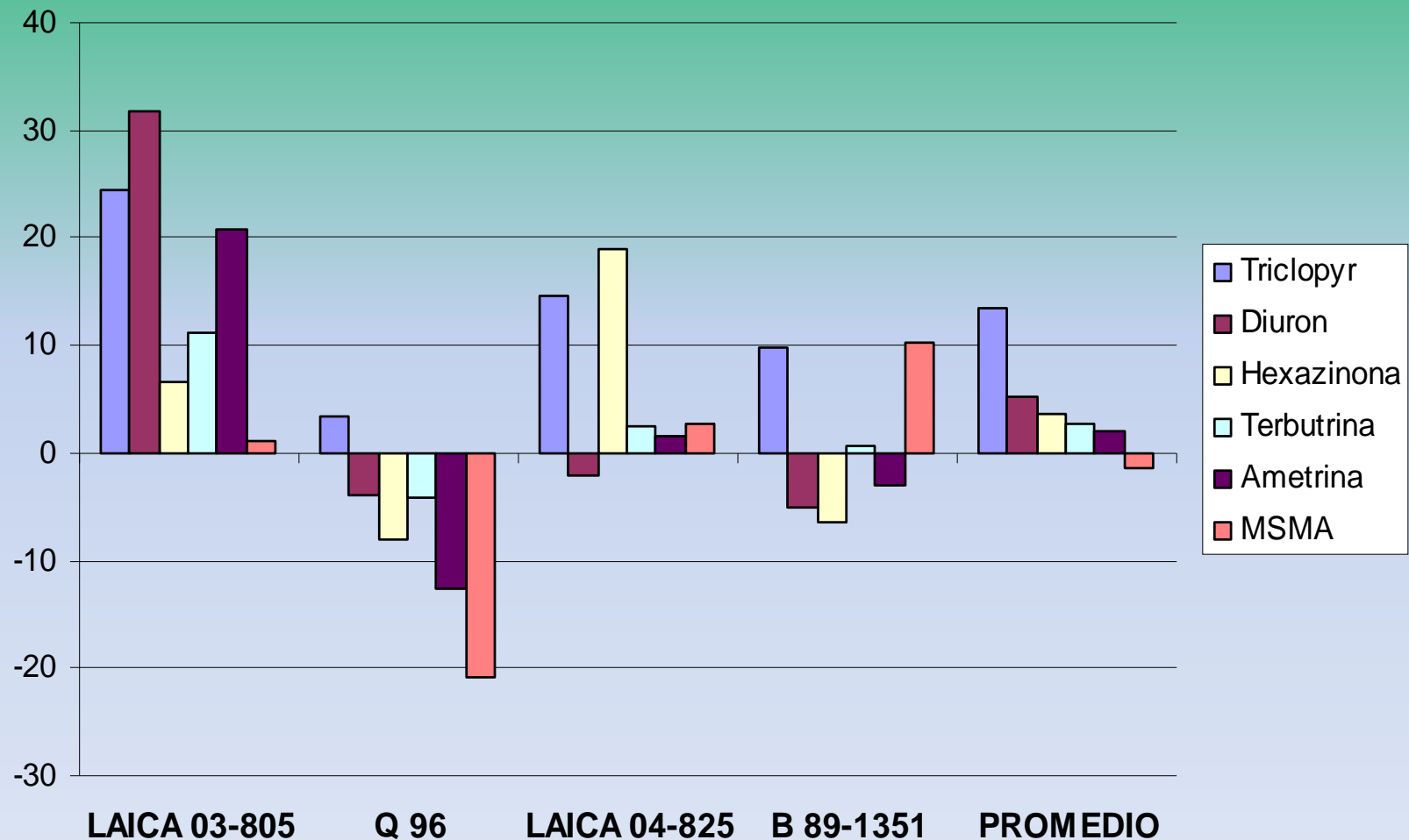
Diferencia porcentual en la producción de campo de cada variedad respecto al testigo. Primer Soca



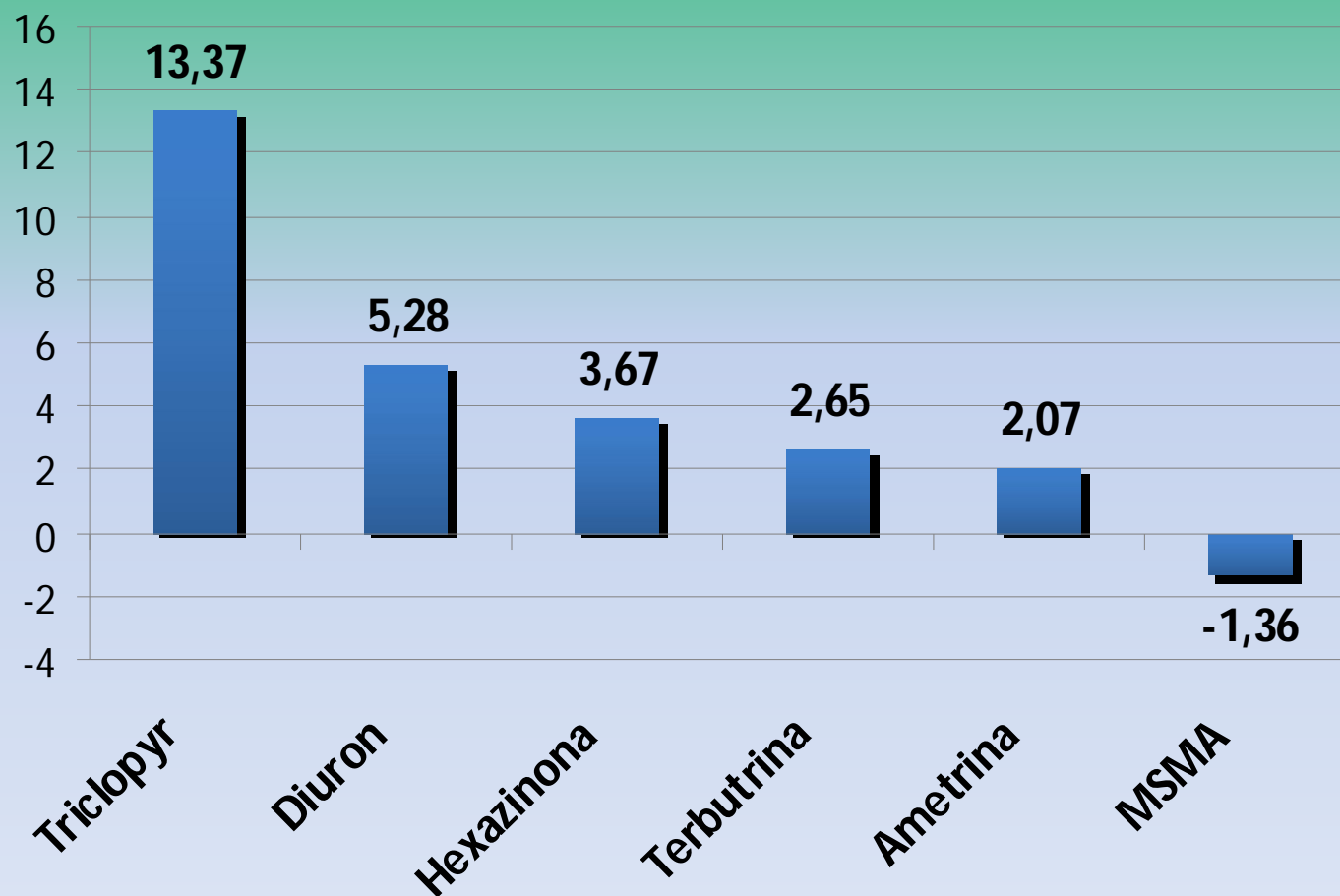
Diferencia en el comportamiento productivo de las variedades en caña planta y primer soca.



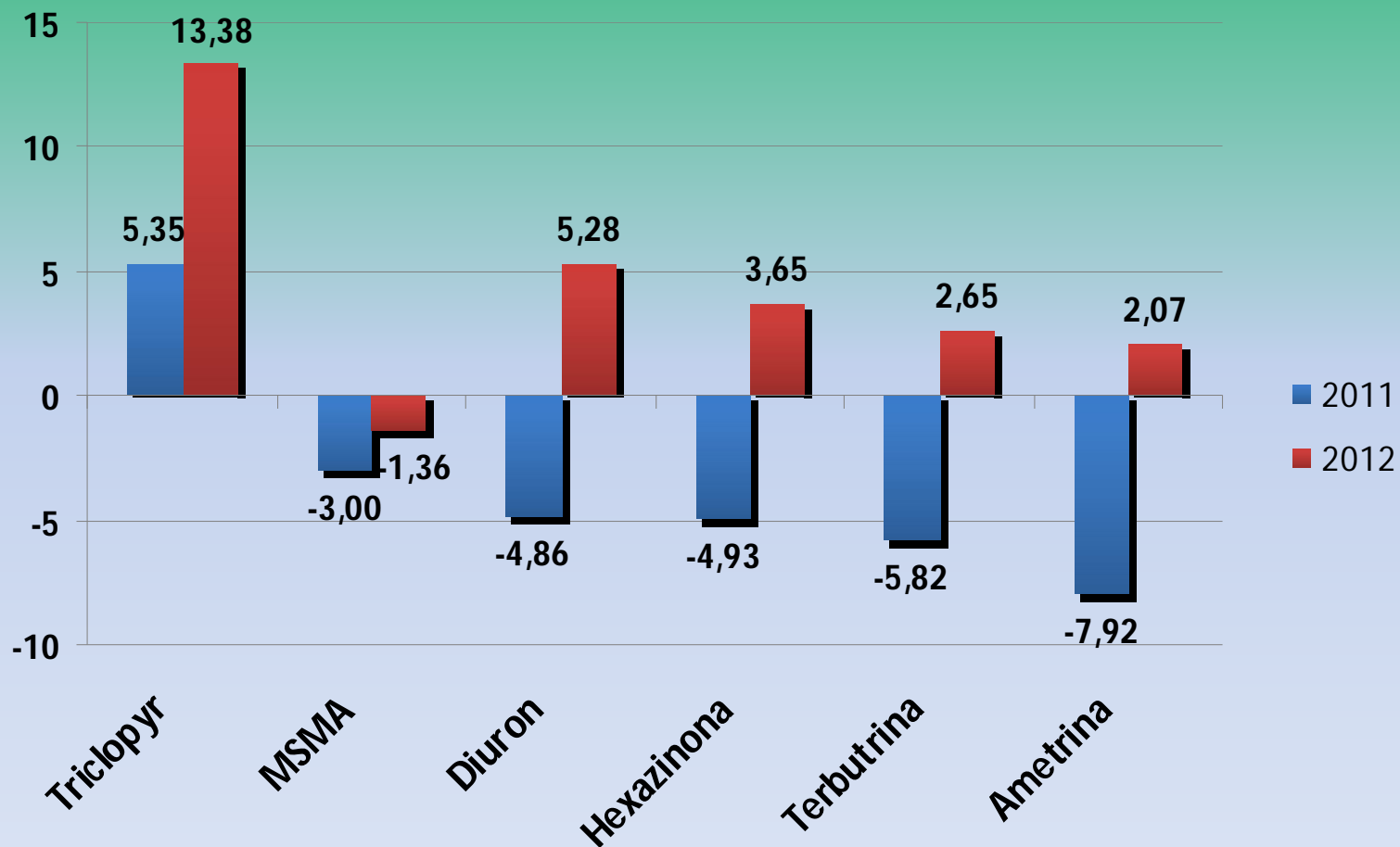
Diferencias porcentuales en la producción de campo por efecto de los herbicidas. Primer soca



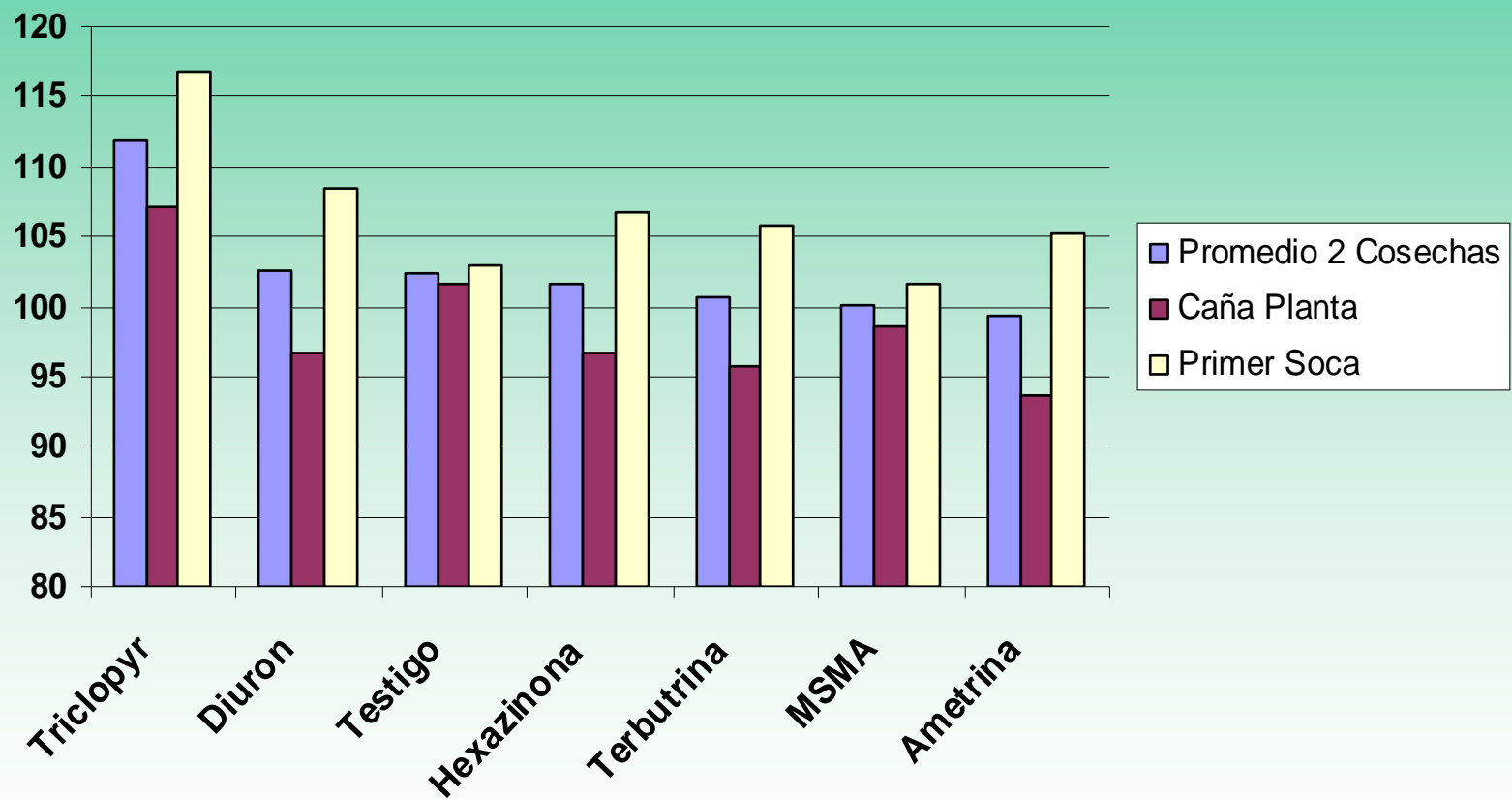
Diferencias porcentuales en la producción de caña según herbicida aplicado. Primer soca



Comportamiento del efecto de los herbicidas en las diferencias porcentuales en la producción de campo. Caña Planta y primer soca



Producción (ton Caña/ha) según herbicida aplicado. Promedio de dos cosechas.



- **Primer Cosecha San Carlos
(Caña Soca) 2012**

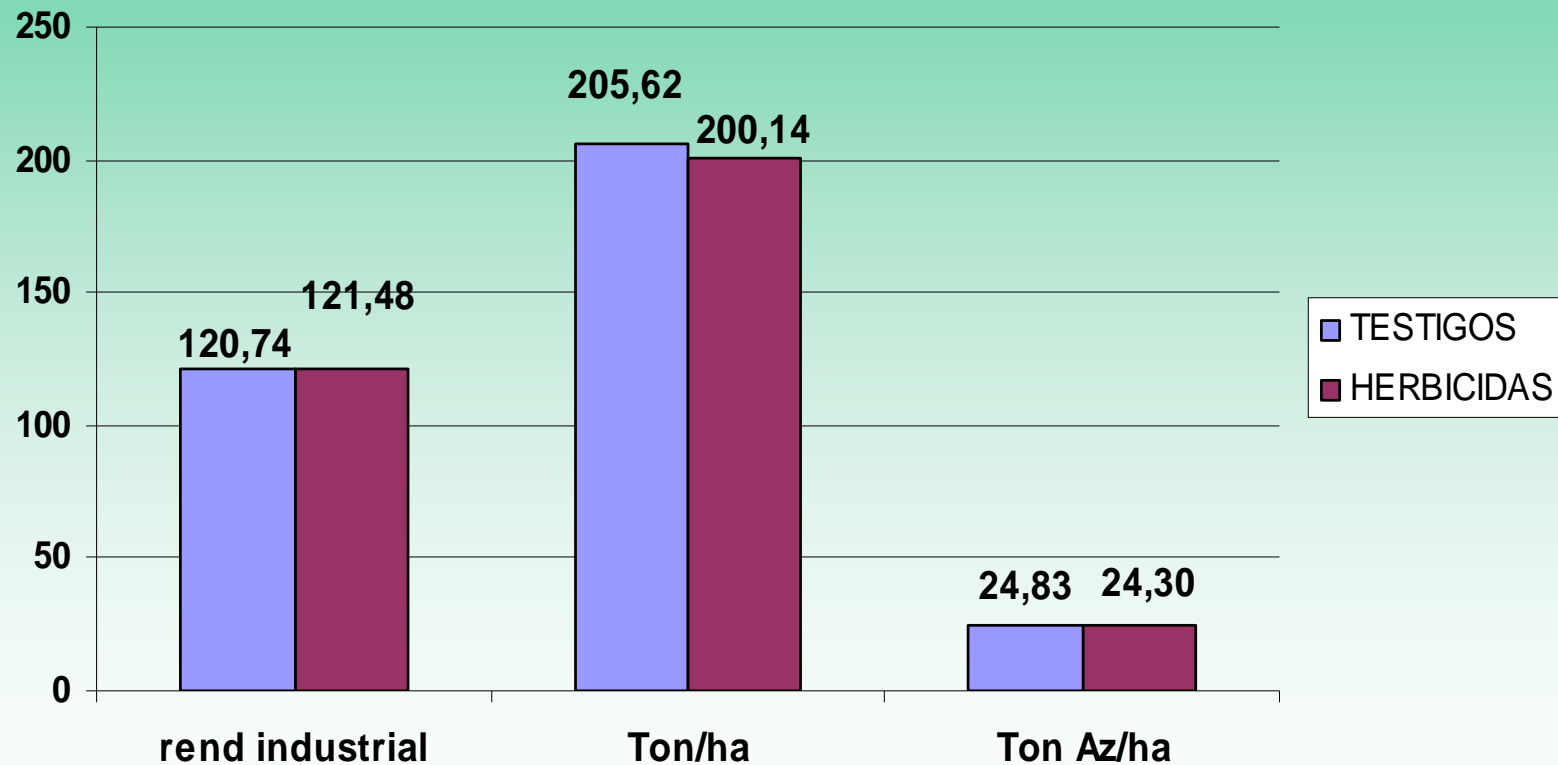
SAN CARLOS

- Ensayo ubicado en finca Ingenio Quebrada Azul
- Diseño Bloques completos al azar con tres repeticiones.
- Variedades evaluadas: B 76-385
LAICA 96-02
LAICA 01-604
PR 80-2038
- Se incrementó la dosis de Triclopyr de 1 a 1.5 L
- Resultados de primer soca.

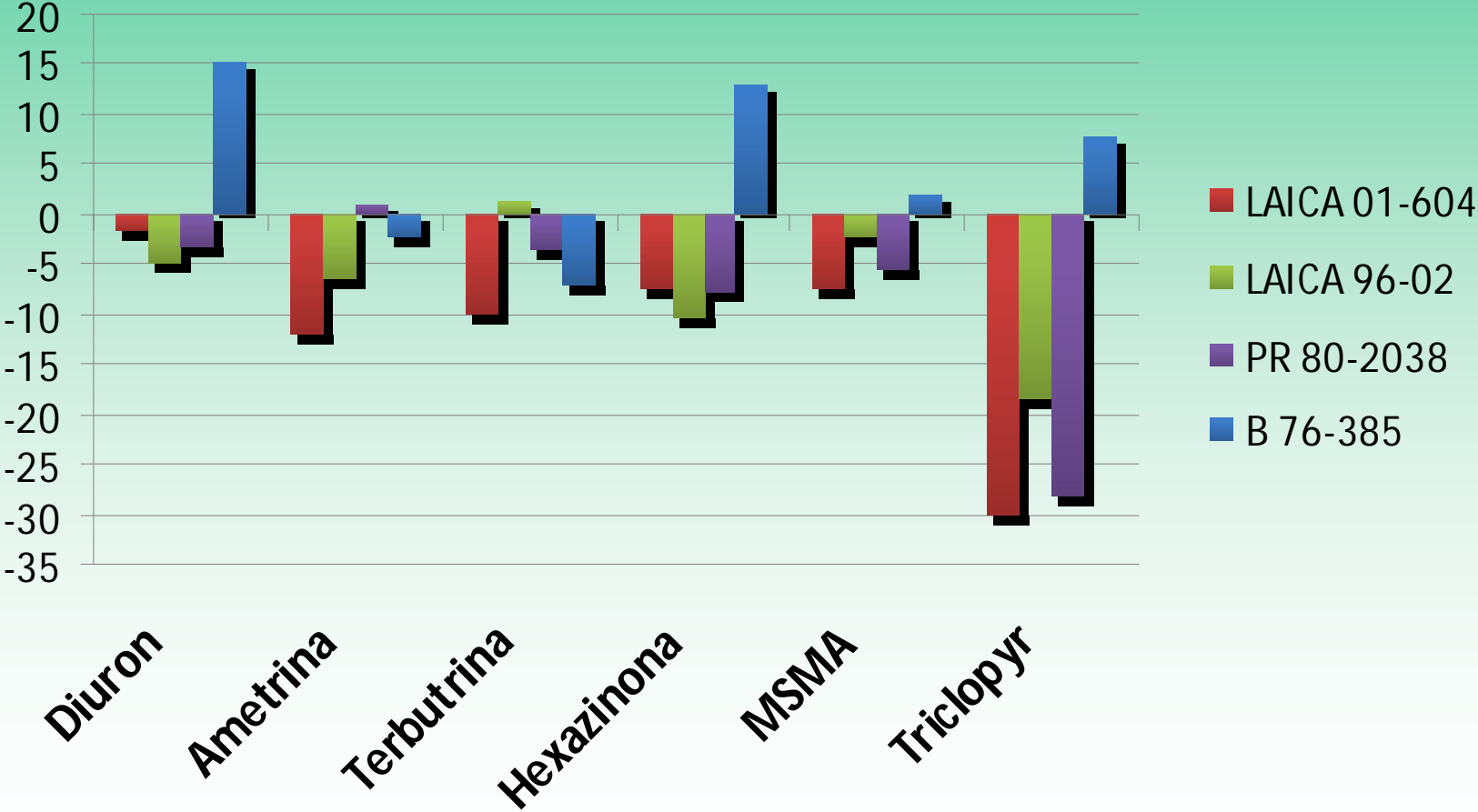
Resultados agroindustriales San Carlos

HERBICIDAS	brix	fibra	sacarosa	pureza	rend industrial	ton Caña /ha	ton Az /ha	
Diuron	20,48	13,48	18,57	90,65	125,22	206,97	25,9	a
MSMA	20,23	12,97	18,31	90,45	124,63	201,78	25,12	a
Testigo	19,94	12,88	17,8	89,21	120,74	205,62	24,83	a
Terbutrina	20,13	13,23	18,11	89,88	122,02	200,7	24,45	ab
Hexazinona	20,09	13,67	18,03	89,65	119,96	202,41	24,22	ab
Ametrina	20,13	13,32	17,98	89,29	120,56	200,65	24,21	ab
Triclopyr	19,68	13,81	17,6	89,32	116,51	188,33	21,91	b

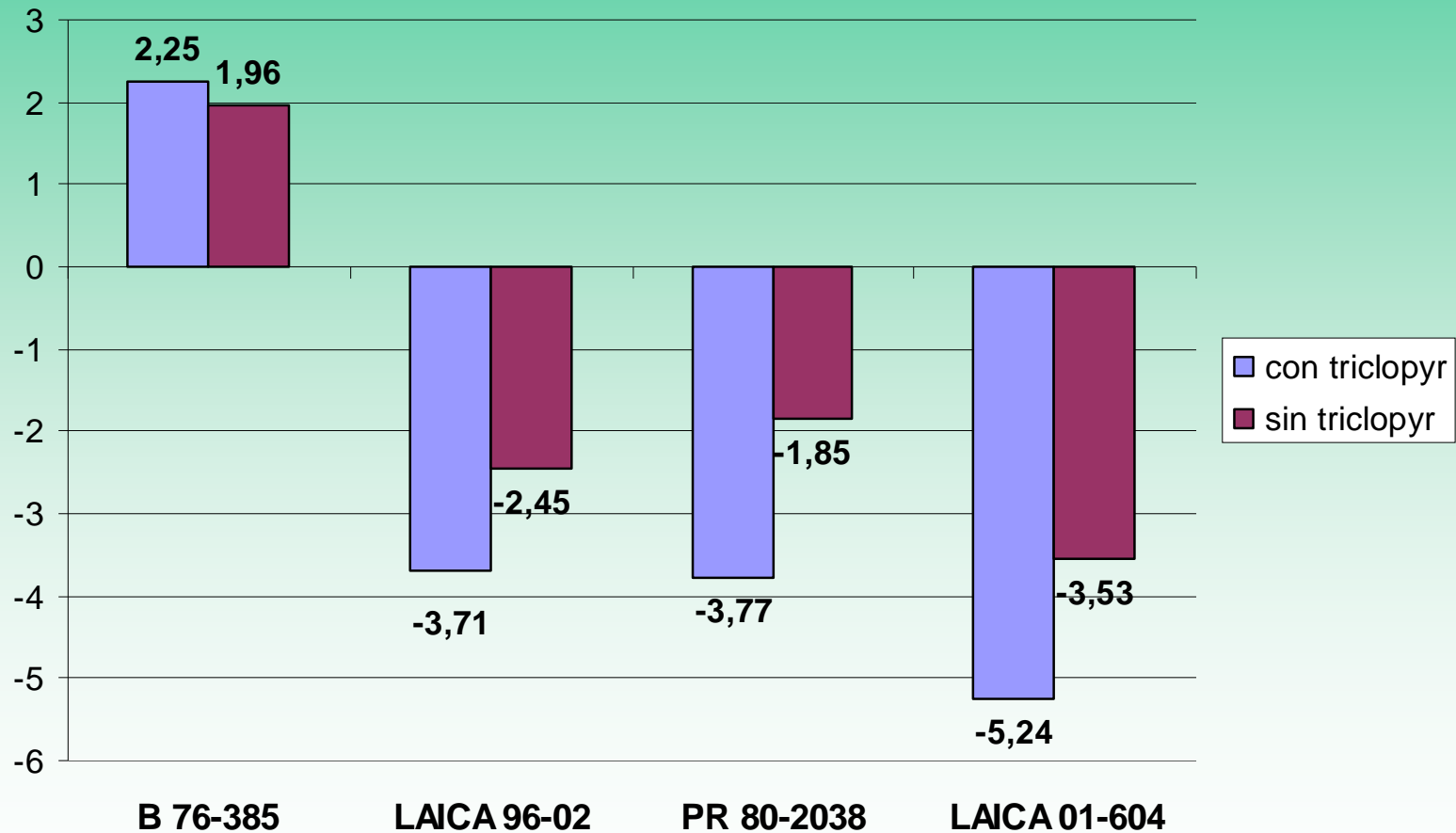
COMPARATIVO DE DATOS AGROINDUSTRIALES ENTRE TRATAMIENTOS CON Y SIN HERBICIDA. PRIMER SOCA. SAN CARLOS



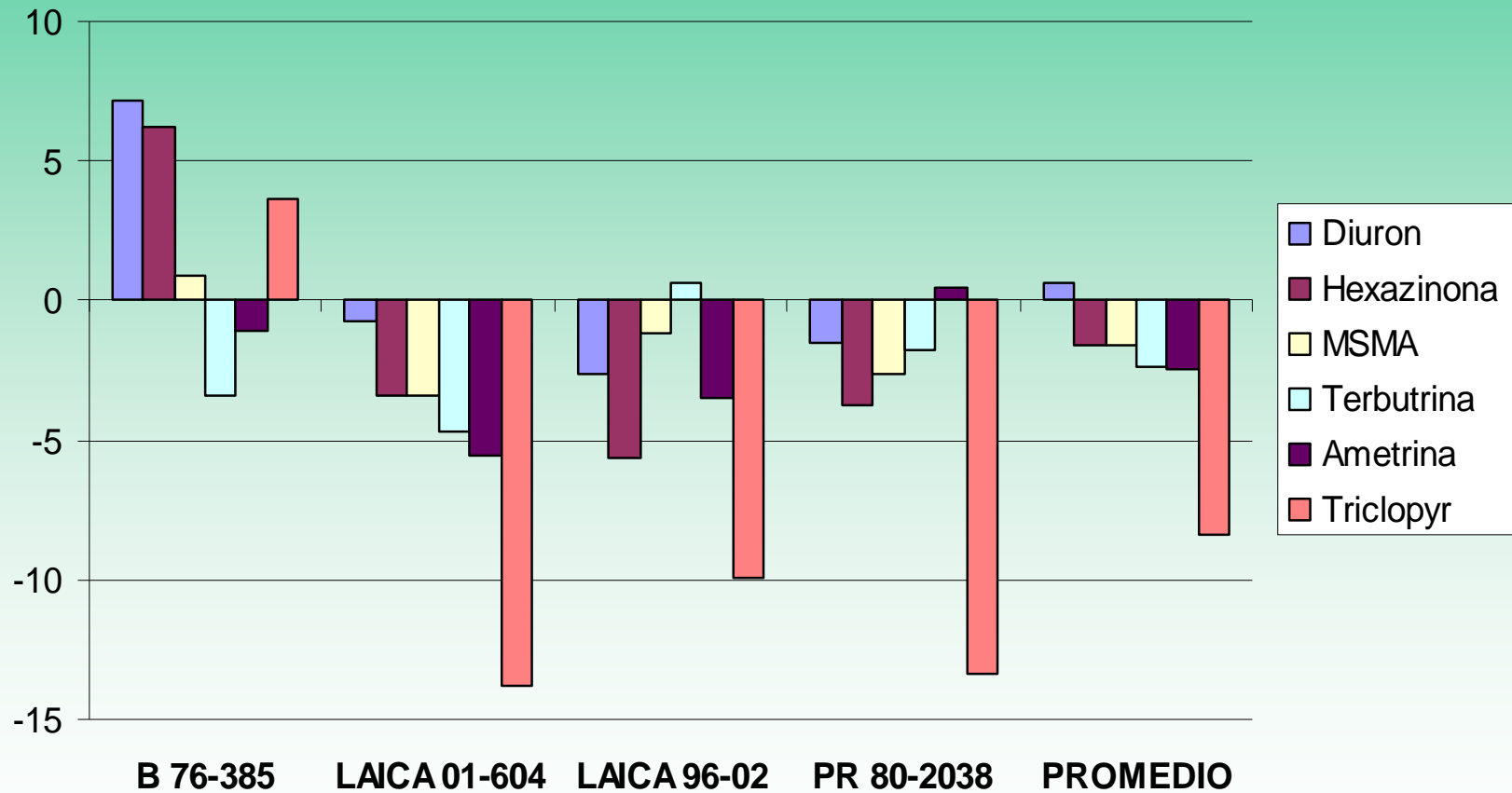
Diferencia porcentual en producción (ton Caña/ha) de las variedades con respecto al testigo, según herbicida aplicado. Primer Soca. San Carlos.



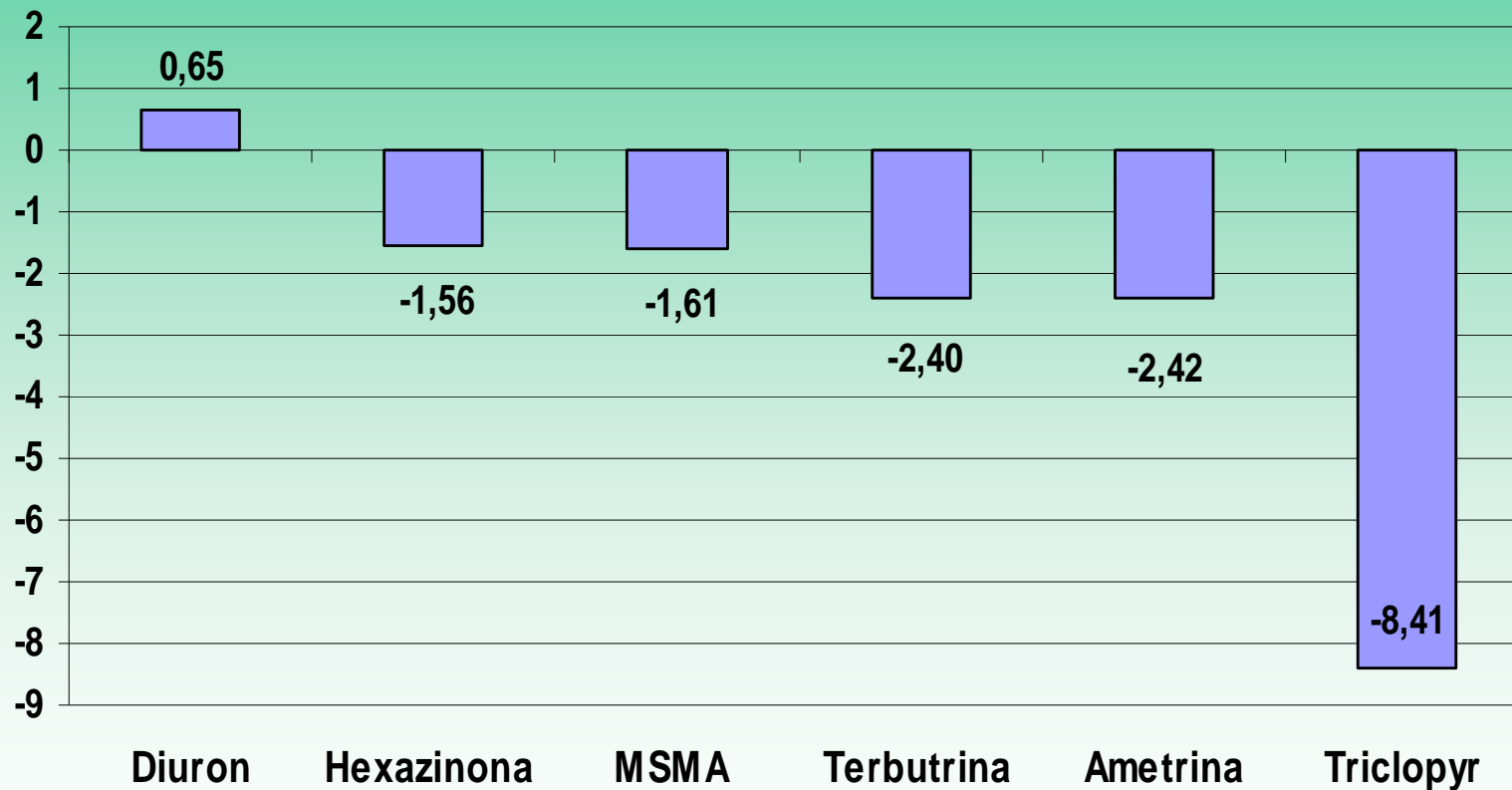
Diferencia porcentual en la producción de campo de las variedades aplicadas con herbicidas respecto al testigo. Primer Soca, San Carlos



Efecto de los herbicidas en la producción de cada una de las variedades. Primer Soca, San Carlos.



Diferencia porcentual en la producción de caña generada por cada herbicida. Primer Soca. San Carlos



Resultados

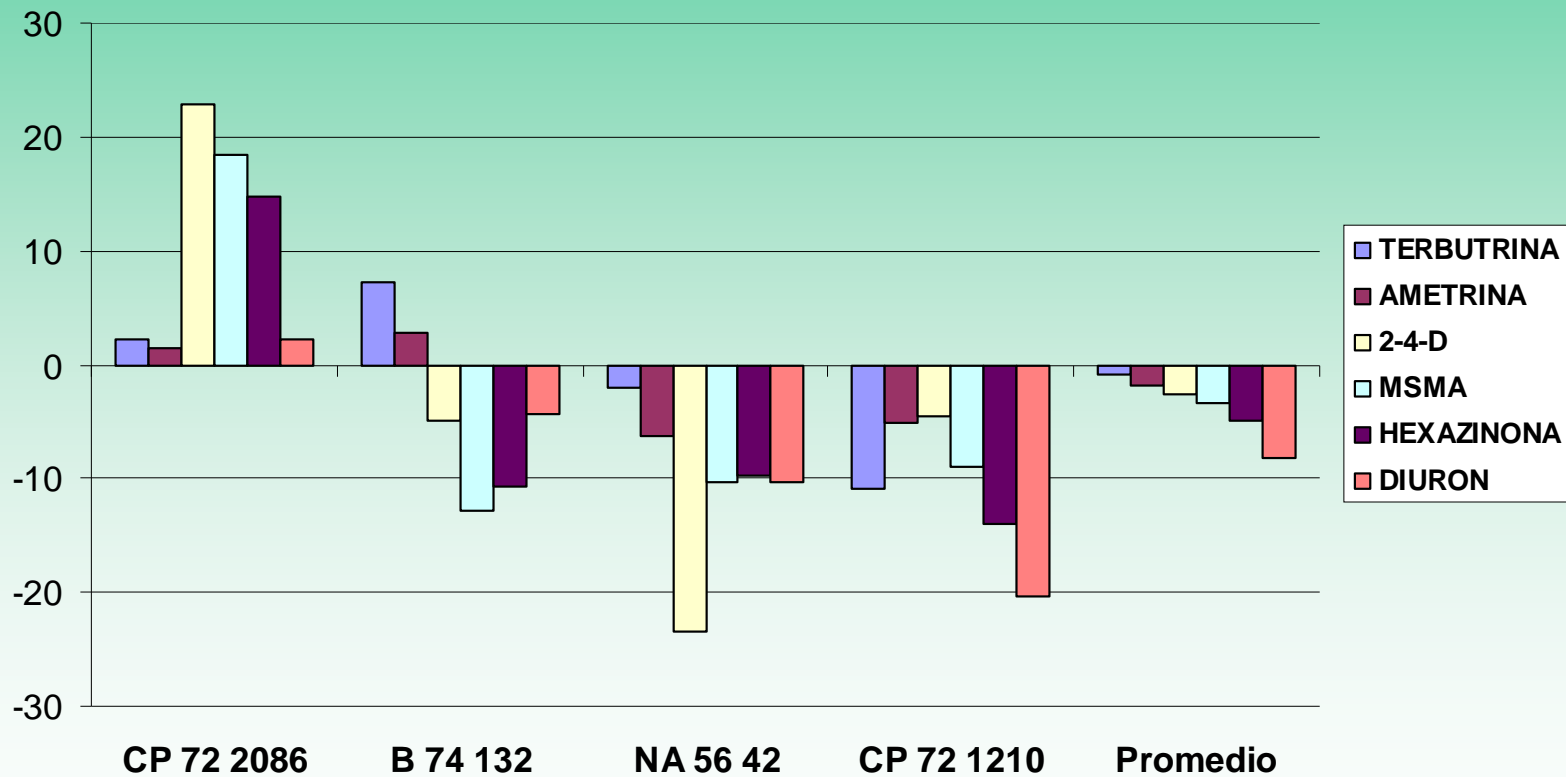
- **Primer Cosecha Cañas 2011**

CAÑAS

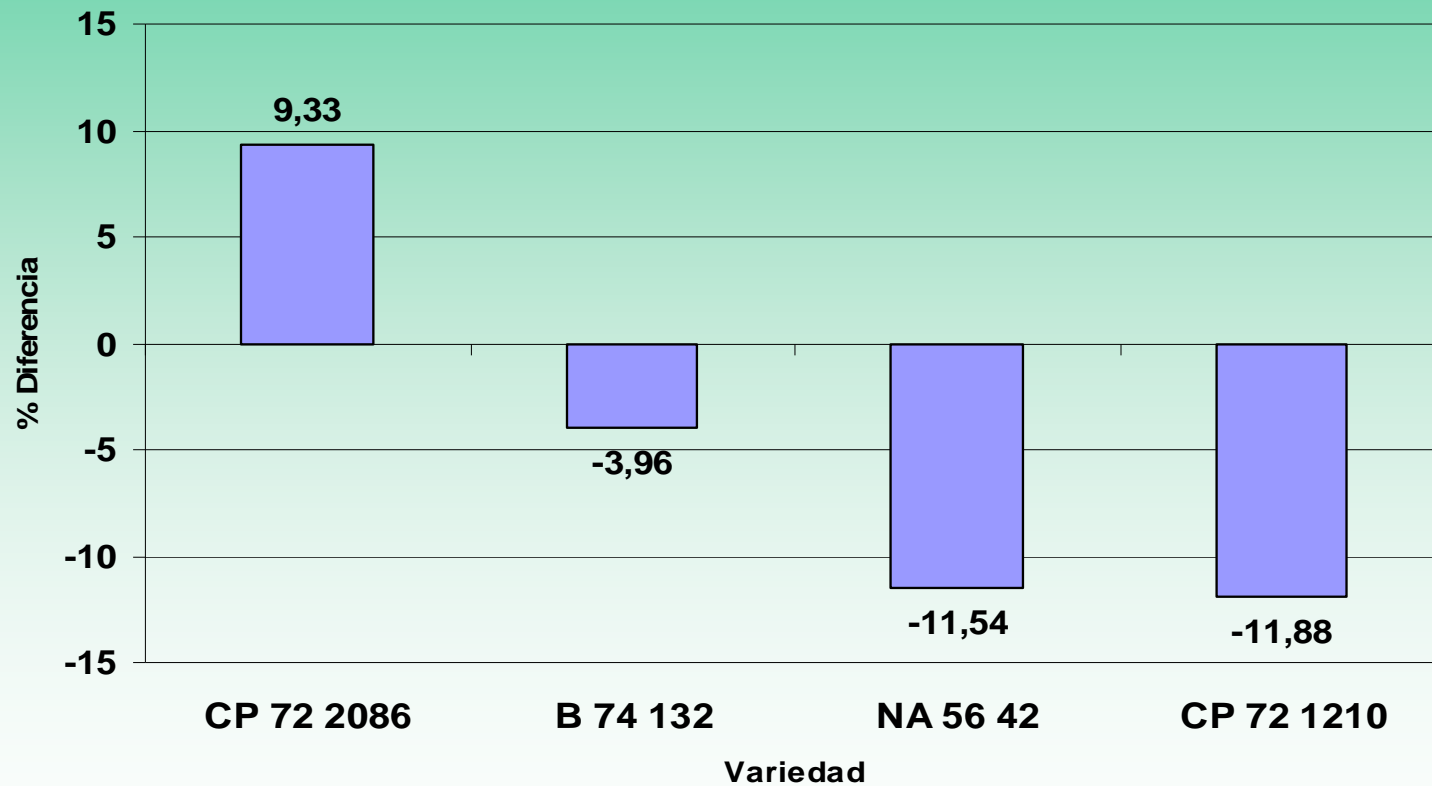
- Prueba ubicada en Finca de la Universidad Técnica Nacional (antigua EEEJN)
- Variedades evaluadas:
 - CP 72-1210
 - CP 72-2086
 - B 74-132
 - NA 56-42

Se evaluó 2,4-D y no Triclopyr

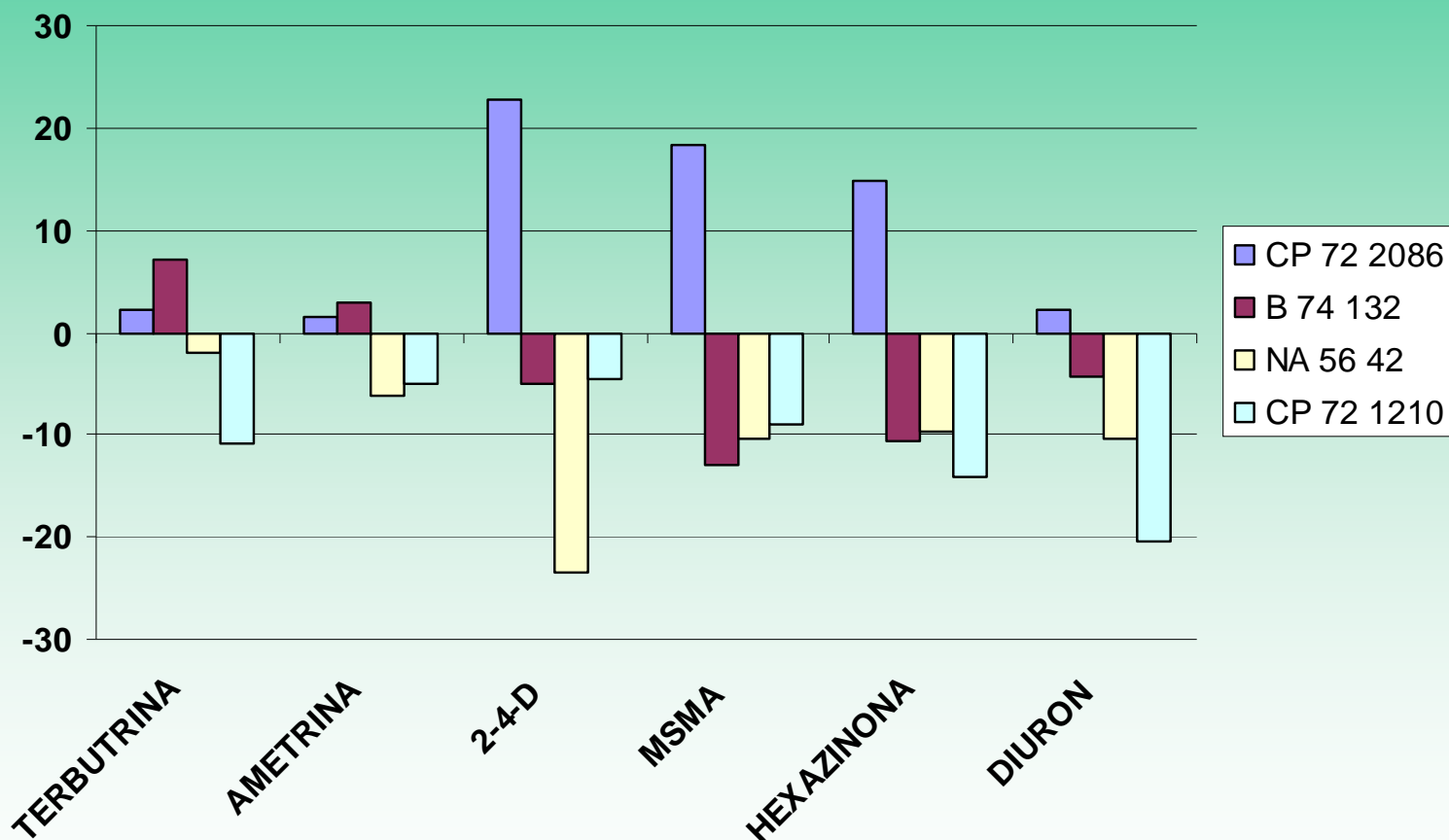
Diferencia porcentual en la producción de caña de cada variedad según herbicida aplicado con respecto al testigo. Caña Planta.



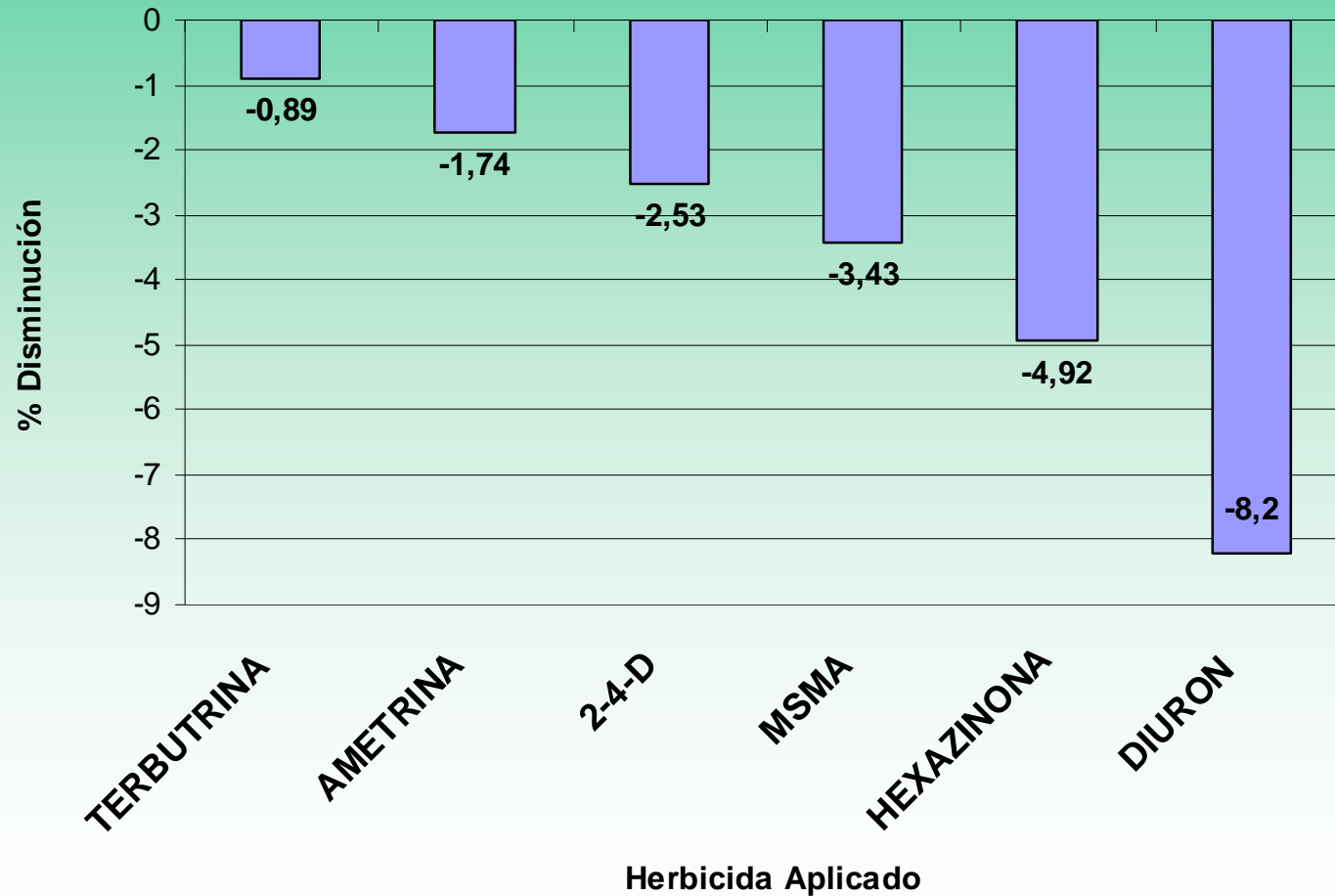
Diferencia porcentual en la producción de caña por efecto de los herbicidas según variedad evaluada, Caña Planta.



Diferencia porcentual en la producción de campo de cada variedad respecto al testigo según herbicida aplicado. Caña Planta



Efecto de los herbicidas en la producción promedio de las 4 variedades. Caña Planta.



CONCLUSIONES

CASOS PARTICULARES

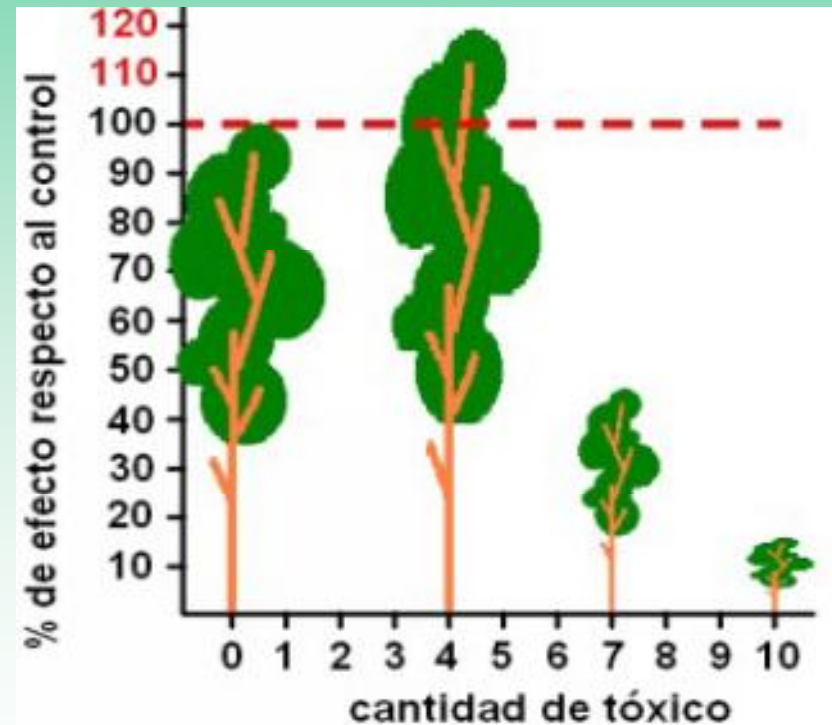
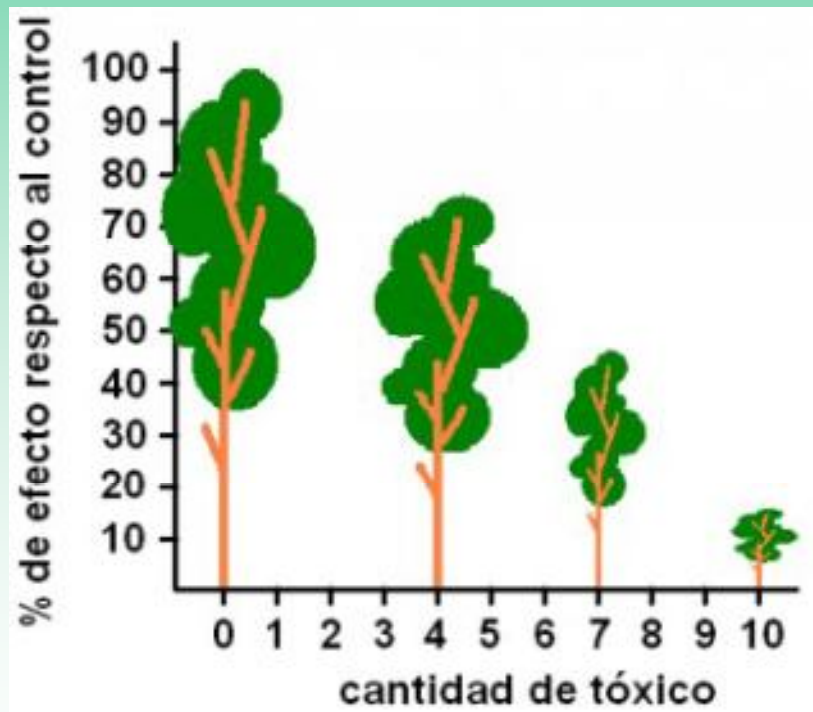
Triclopyr

DOSIS	OBSERVACIÓN
1 l/ha	Incremento en la producción (entre un 5 a 13% promedio) sin excepción en todas las variedades en la Zona Sur
1,5 l/ha	Disminución la producción drásticamente(entre un 20 a 30%) en tres de las variedades de la Zona Norte

Hormesis ??: necesario investigar más al respecto

HORMESIS

La hormesis es un *fenómeno de respuesta a dosis* caracterizado por una estimulación por dosis baja y una inhibición para dosis altas.



CASOS PARTICULARES

Base genética (mismos progenitores)

PROGENITORES (CRUCE BIPARENTAL)	VARIEDAD	OBSERVACIÓN
Q 96 X SP 70- 1143	LAICA 03-805	Variedad menos afectada (tolerante) a herbicidas en Zona Sur
	LAICA 01-604	Variedad más afectada (susceptible) por herbicidas en Zona Norte

No es garantía necesariamente de que variedades hijas se comportarán igual en cuanto a tolerancia a herbicidas

Conclusiones

- Con los datos obtenidos y sumando efectos de los herbicidas por separado se puede estimar que mezclas de herbicidas serán más convenientes utilizar en cada variedad evaluada para minimizar pérdidas en la productividad. Esto se verá reflejado y ratificado en la siguiente etapa de los ensayos donde dichas mezclas ya fueron aplicadas y los datos se tendran en la próxima zafra (2012-2013)

Conclusiones

- La tolerancia o susceptibilidad a los herbicidas es una condición meramente genética y diversa la cuál no se puede inferir aunque se conozcan los progenitores de la variedad.
- Existe una leve tendencia a incremento en los rendimientos industriales (kg Az/ton) por parte de los herbicidas causado probablemente al inducir stress al cultivo sin embargo esto no compensa de ninguna manera la disminución causada en la producción de caña (ton/ha) según variedad y herbicida aplicado por lo que resulta muy importante seleccionar las mezclas más adecuadas para cada variedad según lo obtenido hasta el momento.
- 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. Síntomas pueden estar enmascarados.

Conclusiones

- Se identificaron variedades susceptibles en cada región 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:

Q 96 y B 89-1351 (Planta) Pérez Zeledón
Laica 04-805 San Carlos
CP 72-1210 Guanacaste

- Por otra parte se identificaron variedades bastante tolerantes a los herbicidas en cada región

Laica 03-805 Pérez Zeledón
B 76 385 San Carlos
CP 72 2086 GUANACASTE

Conclusiones

- El ciclo de la plantación es un factor determinante, en la mayoría de los casos en la afectación por los herbicidas 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)
- Como ejemplo; en la Zona Sur las variedades tuvieron respuesta diferenciada en cuanto a producción según el ciclo: de resaltar la B 89-1351 muy afectada en caña planta y sin embargo en el segundo año prácticamente no se vio afectada.
- Caso particular el de la variedad Q 96 cuyos rendimientos se vieron más afectadas en la primer soca que en caña planta.

Conclusiones

- La NA 56-42 presentó disminuciones en el rendimiento de más de un 20% al ser aplicada con 2,4-D por lo que, según resultados obtenidos en la Zona Sur se podría valorar la alternativa del Triclopyr. Resultados de investigaciones en Venezuela y principalmente Brasil han reportado casos de variedades altamente sensibles al 2,4-D.
- Las variedades CP 72-1210 y NA 56-42 fueron las más afectadas por todos los herbicidas en porcentajes de disminución en la producción que estuvieron entre un 4 y hasta un 20% siendo las variedades más susceptibles a herbicidas de las 4 evaluadas para la Región del Pacífico Seco.
- La variedad CP 72-2086 no se vió afectada por ningún herbicida y en algunos casos se vió estimulada la producción desde un 10 hasta un 20% con algunos herbicidas siendo la variedad más tolerante de las evaluadas en la Región del Pacífico Seco.

Conclusiones

- La variedad Laica 01-604 fué afectada por todos los herbicidas, sin embargo en forma relativamente leve pasando de un 5% sólo en los tratamientos con Terbutrina y Ametrina.
- La Variedad B 76-385 fué afectada en forma leve sólo por la Terbutrina y la Ametrina mientras que con los demás herbicidas no fué afectada viéndose estimulada en forma positiva la producción con los demás herbicidas.
- El Diuron fué el herbicida que menos afectó las variedades evaluadas en la Zona Norte, no pasando de un 2% el nivel de disminución de la producción e inclusive incrementando la producción de la variedad B 76-385 en un 7%.

MUCHAS GRACIAS !