

Experiencias en incremento de sacarosa en campo (Caso Colombia)

Fernando Villegas T.

Investigador - Área de Maduración de la Caña de Azúcar

Programa de Agronomía

CENICAÑA - Colombia

fvillegas@cenicana.org

Experiencias en incremento de sacarosa en campo (Caso Colombia)

- Reseña histórica del uso de maduradores
- Producción y gasto de sacarosa
- Maduradores en caña de azúcar
 - Alternativos
 - Reguladores de crecimiento
- Respuesta de las variedades al madurador
- Dosificación del madurador
- Efecto del madurador en la producción
- Conclusiones

Reseña histórica del uso de maduradores



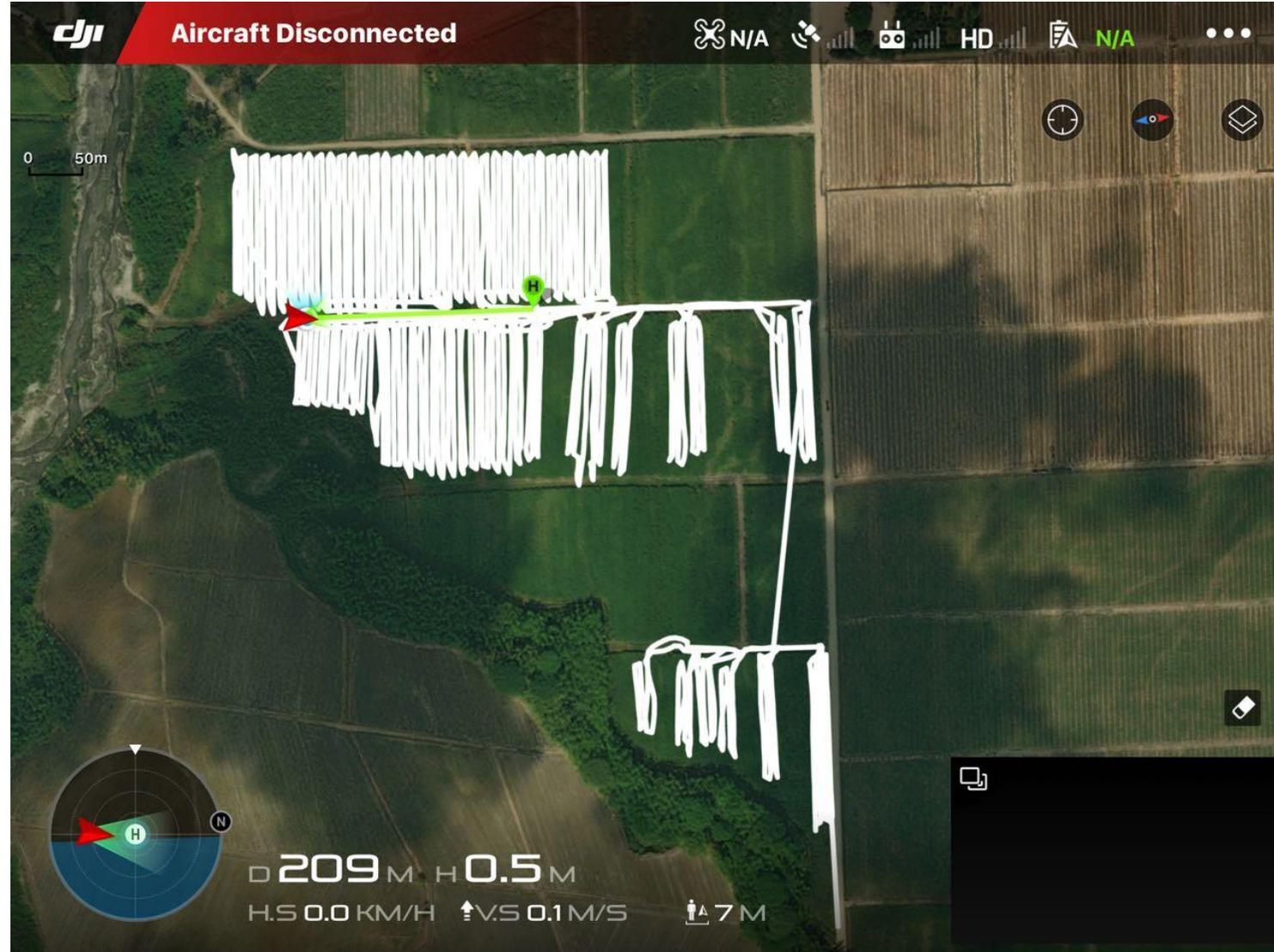
Reseña histórica de los maduradores

- 1920'S Inicio de las investigaciones a escala mundial.
- 1950-1970 2,4-D, Sucrol, TBA, Cycocel, Ácido Giberélico, Melaza, Hidrazida maleíca, Kuron, Boro, Fosfato monopotásico, etc.
- 1960's Investigaciones en Colombia.
- 1970's Ethrel, Asulox, Embark, Polaris (1975), Polado, Roundup (EPA 1980).
- 1972 Registro del Roundup como herbicida en Colombia.
- 1980 Inicio de las investigaciones con maduradores en Cenicaña.
- 1994 Registro del Roundup 747 como herbicida en Colombia.

Equipos utilizados para la aplicación de los maduradores



Registro de una aplicación de madurador utilizando un dron en el valle del río Cauca - Colombia

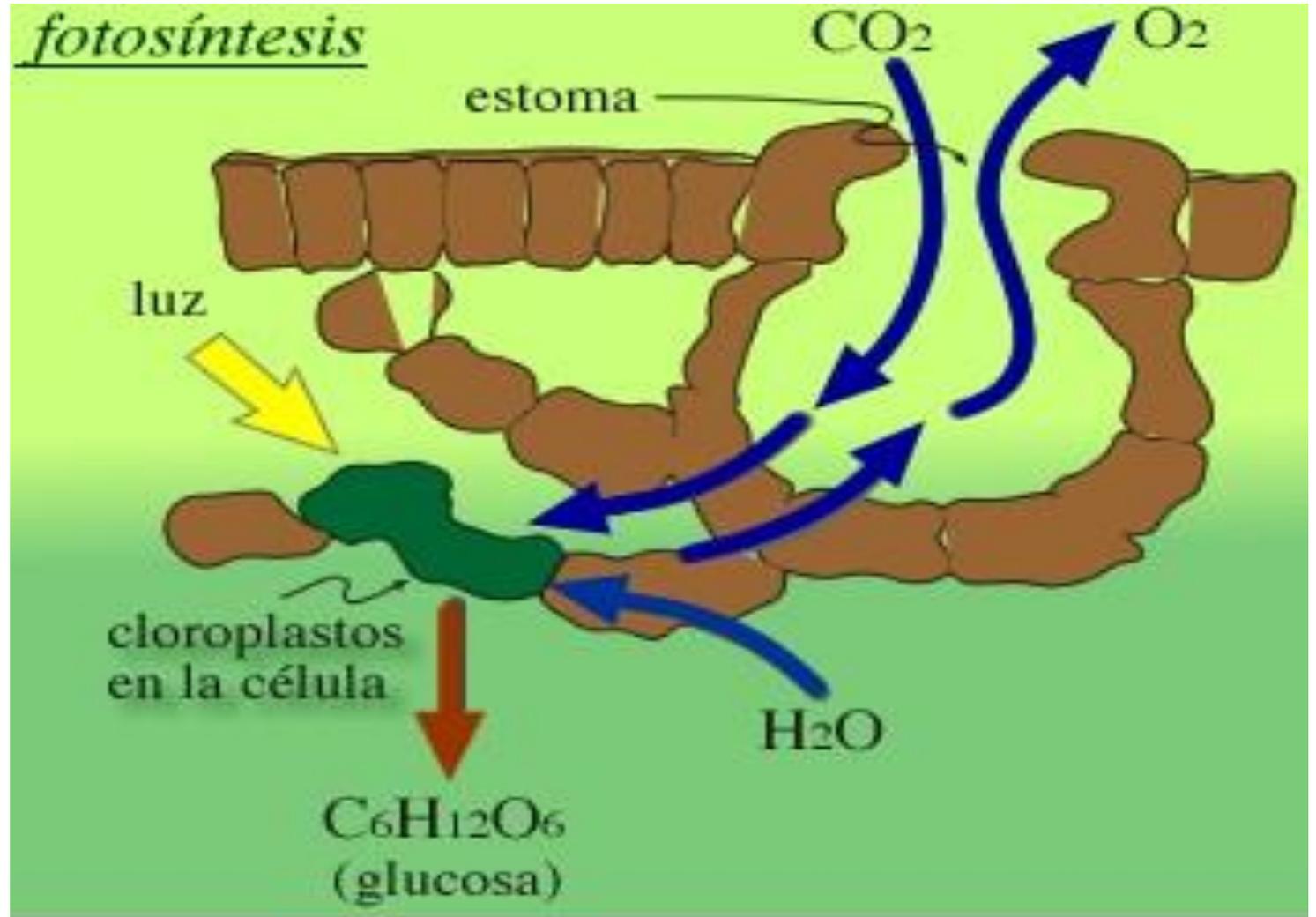


Producción y gasto de sacarosa

Producción de azúcares a partir de la fotosíntesis

En la fotosíntesis, gracias a la energía aportada por la **LUZ SOLAR**, se unen el **CO₂** y el **AGUA** para formar azúcares.

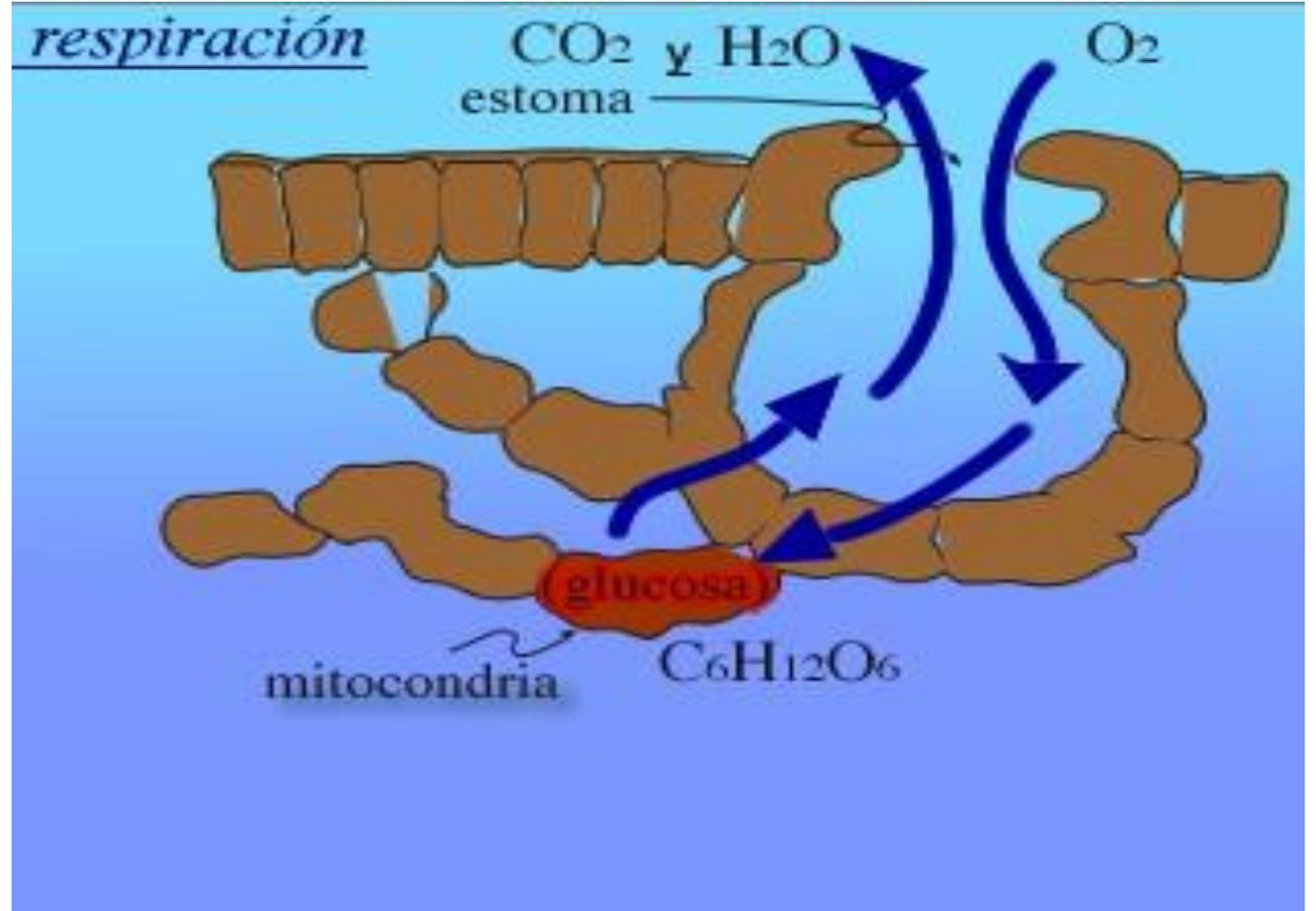
Como producto de desecho, se arroja **OXÍGENO** a la atmósfera.



Consumo de azúcares en el proceso de respiración

En la **respiración** se queman azúcares en las mitocondrias celulares, aportando la energía necesaria para las **FUNCIONES VITALES**.

En esa combustión se consume oxígeno atmosférico y se arrojan, como productos de desecho, **CO₂** y **AGUA**.



Maduradores alternativos

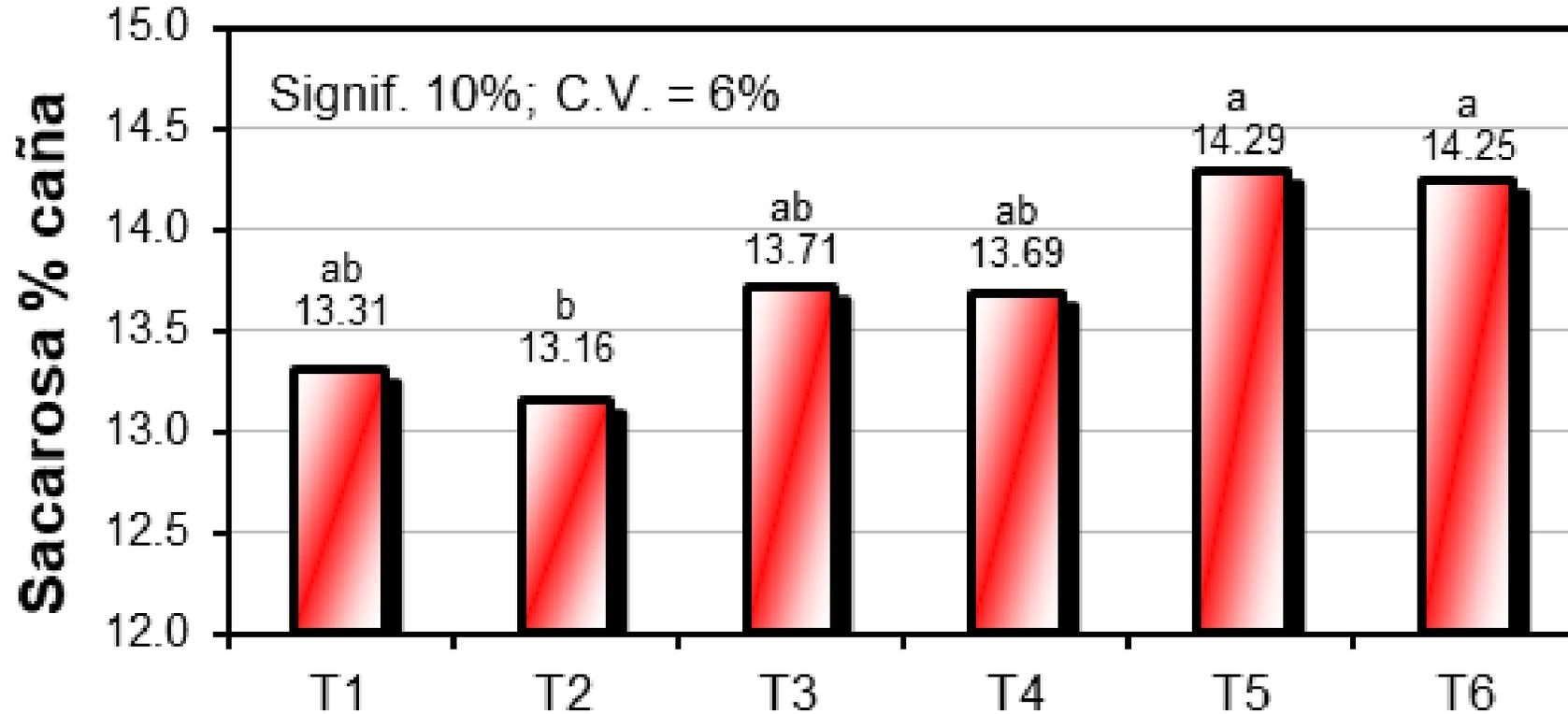


Maduradores alternativos

- Son en su mayoría fertilizantes foliares a partir de algunos macro y micro elementos, aminoácidos y fitohormonas.
- Son conocidos también como bioestimulantes y uno de los más comunes es el **Bioticón**, el cual es una mezcla de Potasio, aminoácidos y ácido giberélico.
- Dado que el potasio y el fósforo cumplen funciones importantes en la planta en relación con los procesos de síntesis, transporte y almacenamiento de azúcares, éstos son unos de los principales componentes de los bioestimulantes aplicados en caña de azúcar para conseguir incrementos en el contenido de sacarosa de los tallos.

Evaluación de Etefón y K-Fol como maduradores

CC 85-92 (12.8 meses)



T1: Testigo sin aplicación

T2: Etefón (1 L/ha)

T3: K-Fol (1 kg/ha)

T4: K-Fol (2 kg/ha)

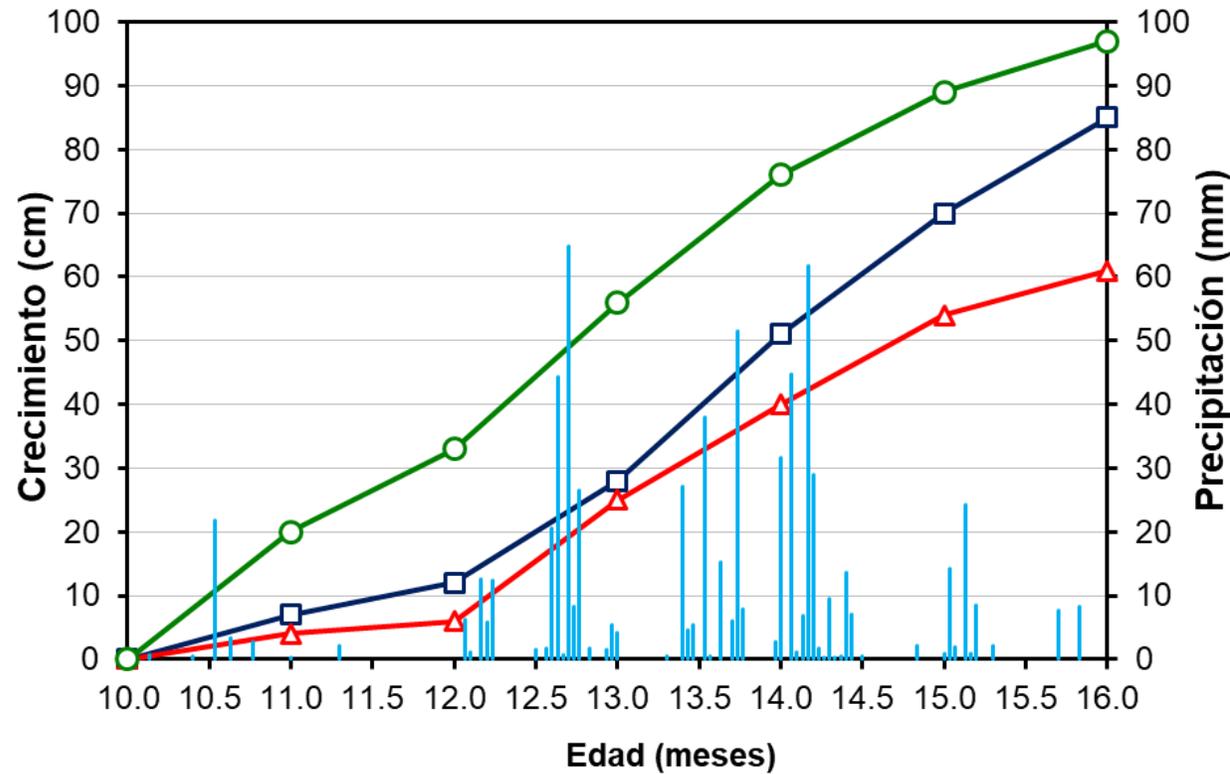
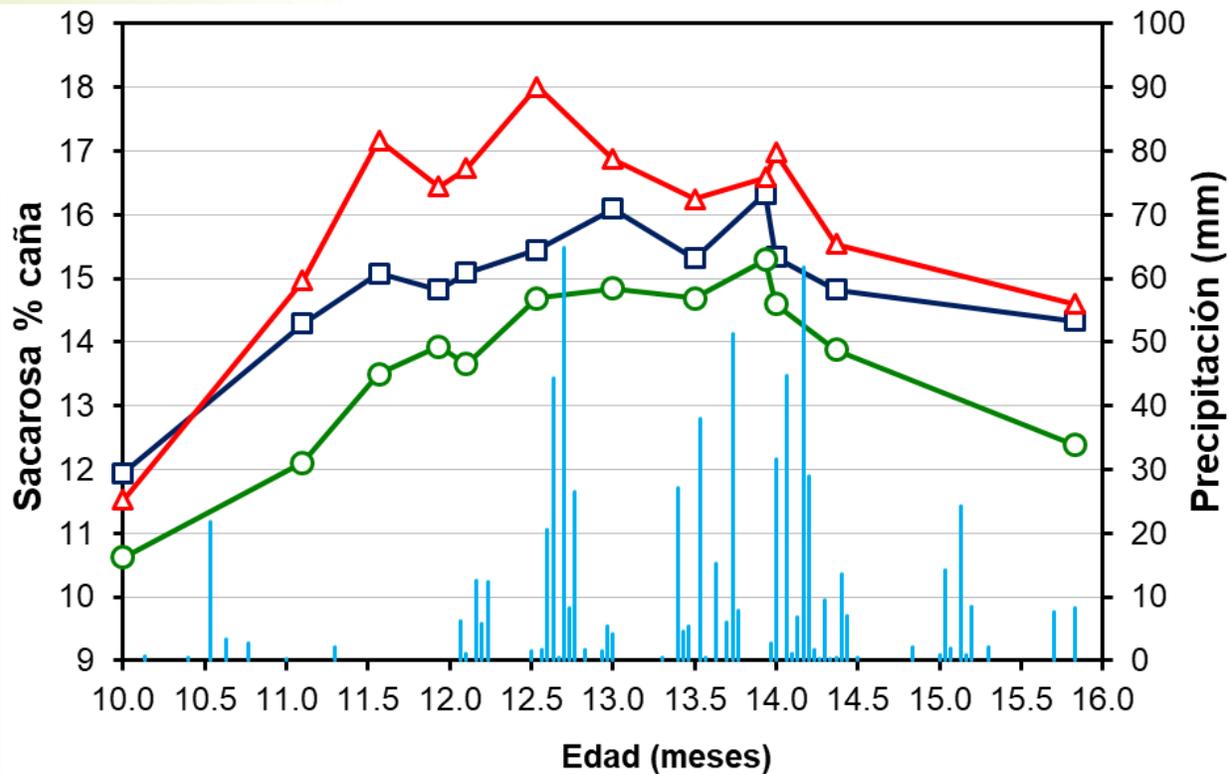
} Aplicación 10 meses
(Ago. 12/99)

T5: Glifosato SL (0.75 L/ha) + Bioticón
Aplicación 10.5 meses (Ago. 26/99)

T6: Glifosato SL (1 L/ha)
Aplicación 11 meses (Sep. 13/99)

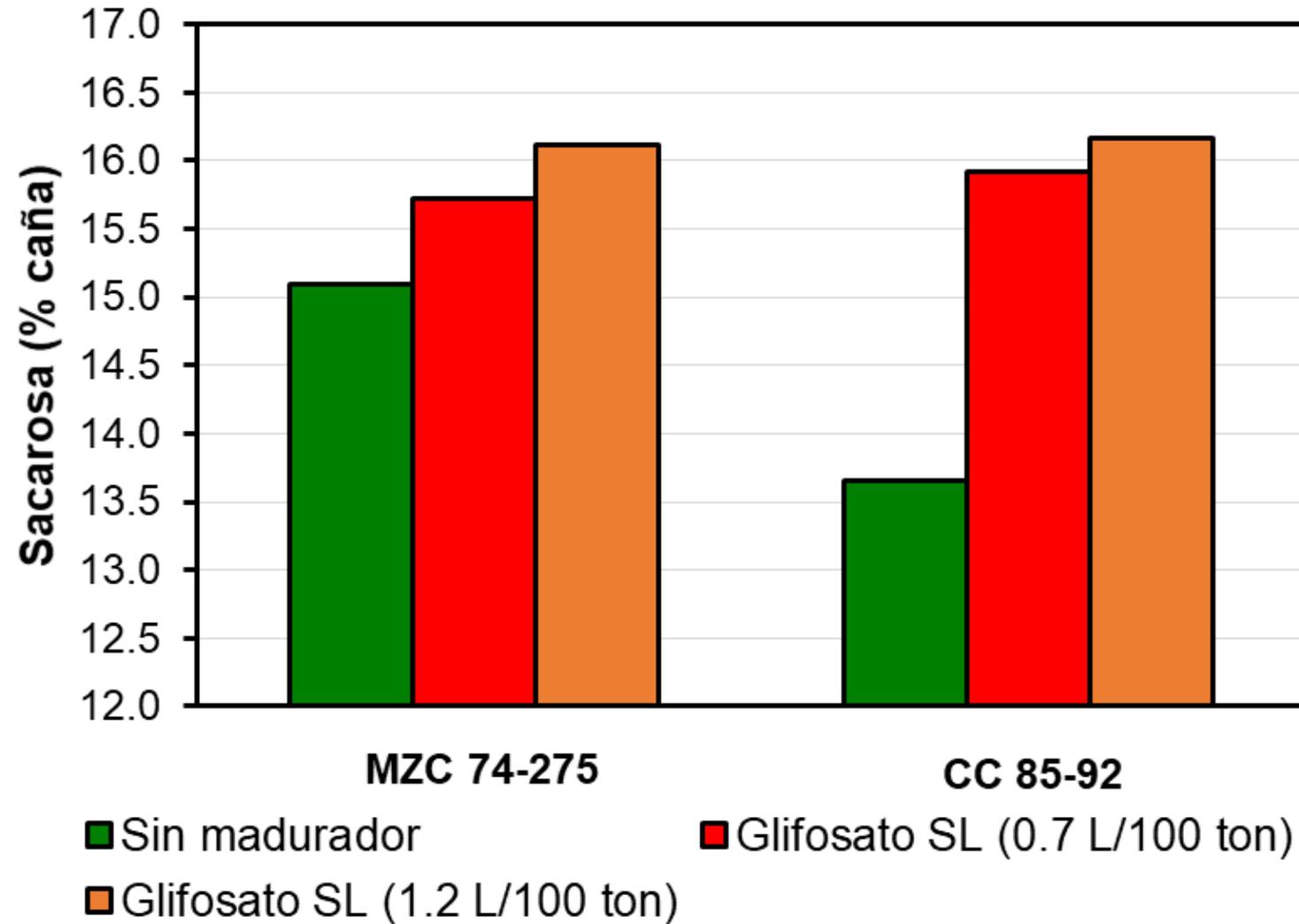
Reguladores de crecimiento

Maduración natural de las variedades MZC 74-275, CC 85-68 y CC 85-92 (Plantillas) entre los 10 y 16 meses de edad en condiciones semisecas del valle del río Cauca

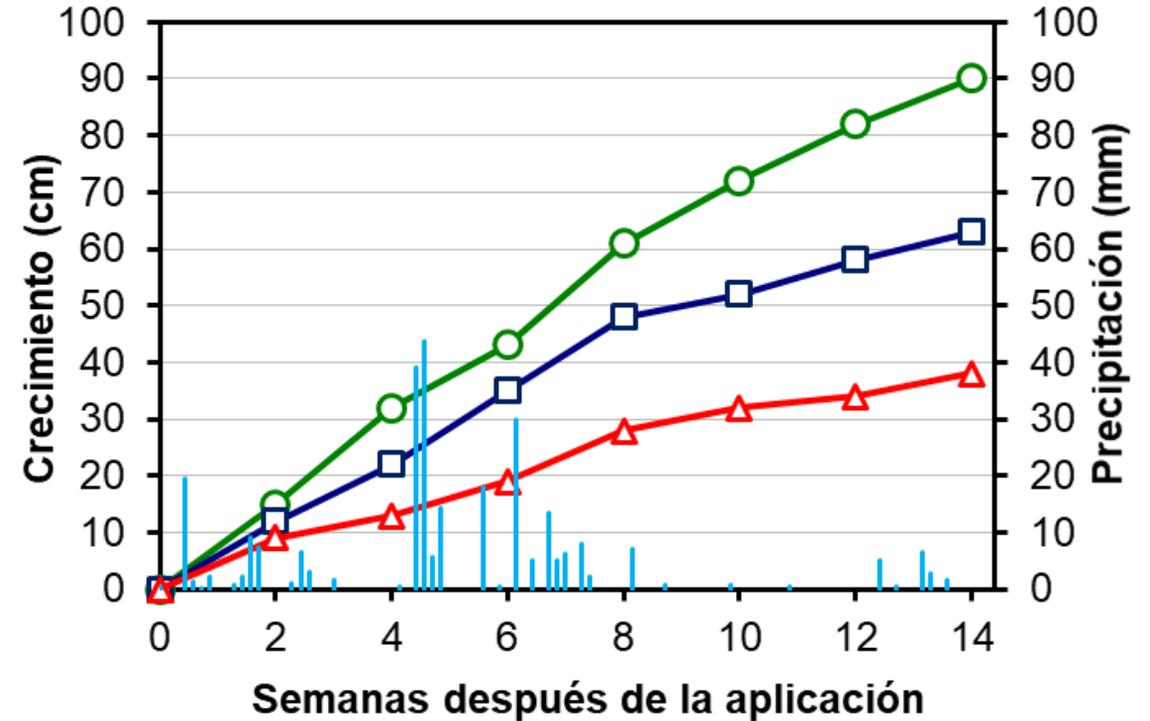
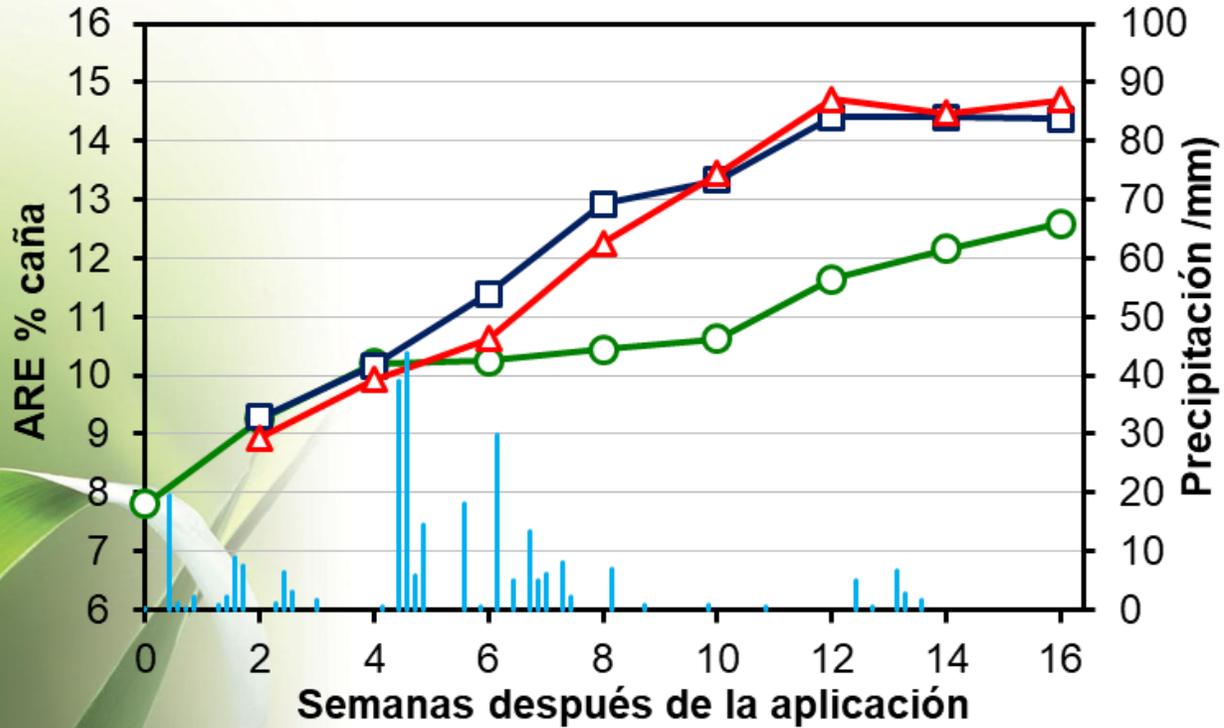


■ MZC 74-275
 ▲ CC 85-68
 ○ CC 85-92
 | Precipitación (690 mm)

Respuesta de la variedad CC 85-92 al madurador



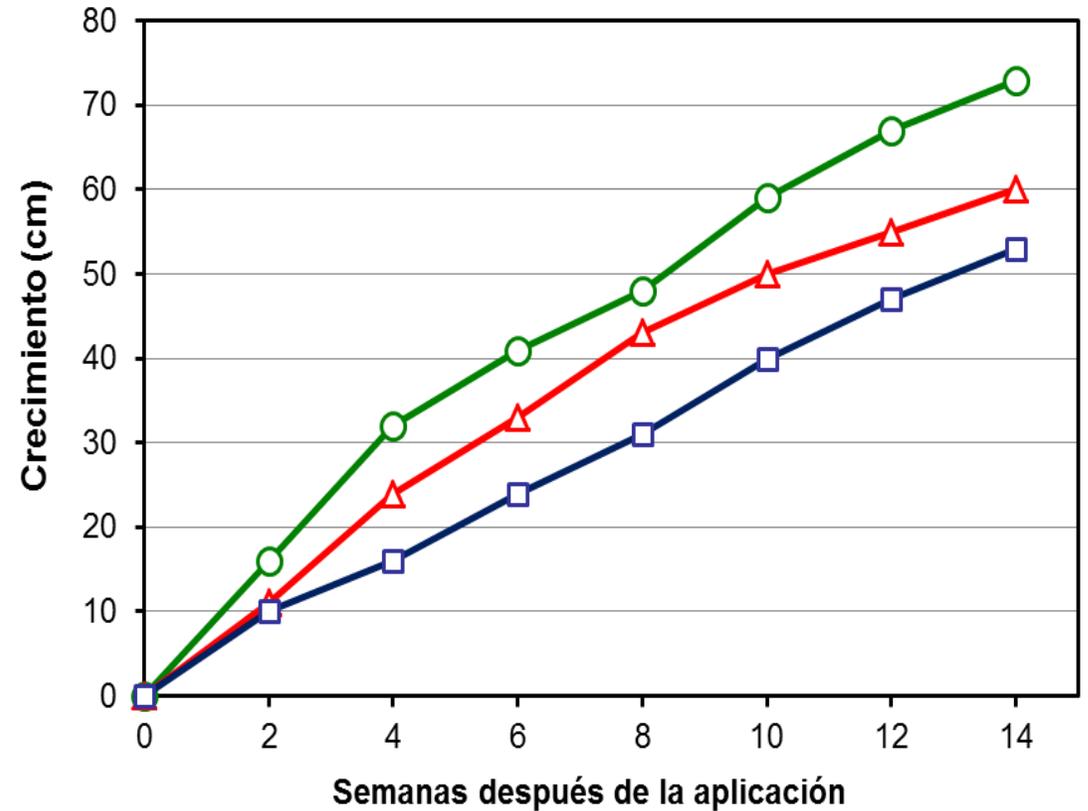
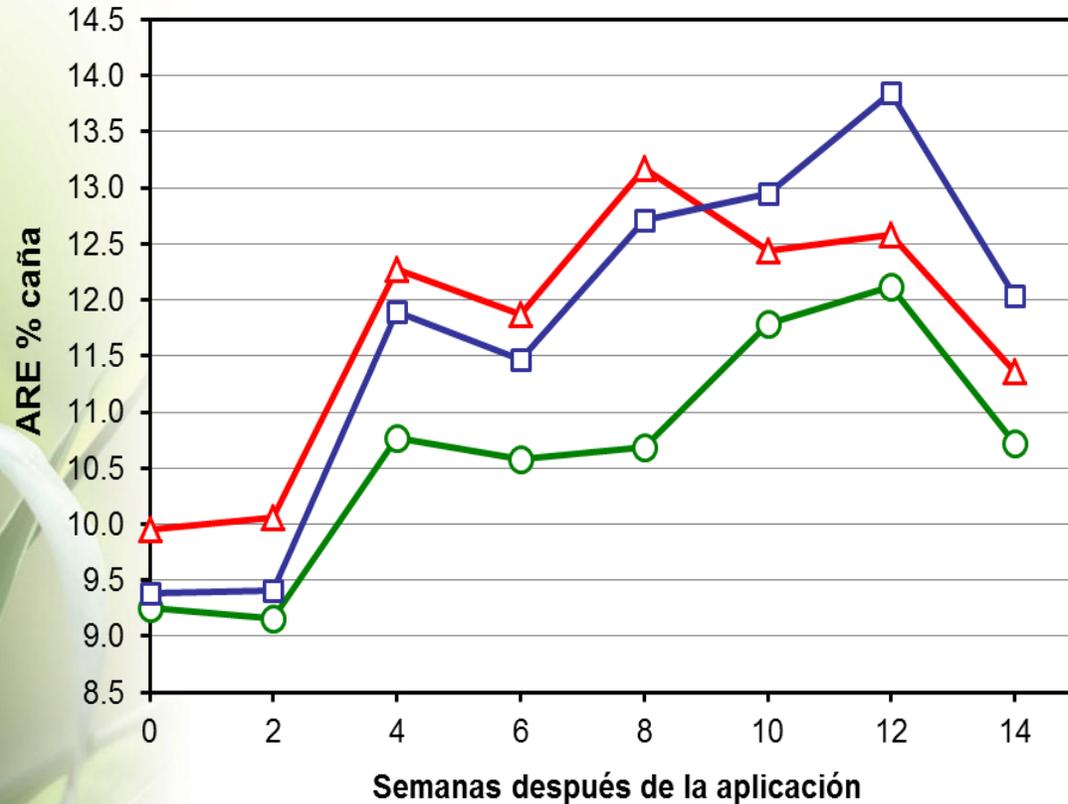
Respuesta de la variedad MZC 74-275 (Plantilla) a dos dosis de Glifosato SL (Marzo 14 – julio 4 / 1990)



○ Testigo sin aplicación
 □ Glifosato 1.0 L/ha
 △ Glifosato 1.5 L/ha
— Precipitación (273 mm)

Evaluación del Trinexapac-etil como madurador en caña de azúcar (Variedad CC 83-25, 1ª soca)

Estación Experimental de Cenicaña - 1992



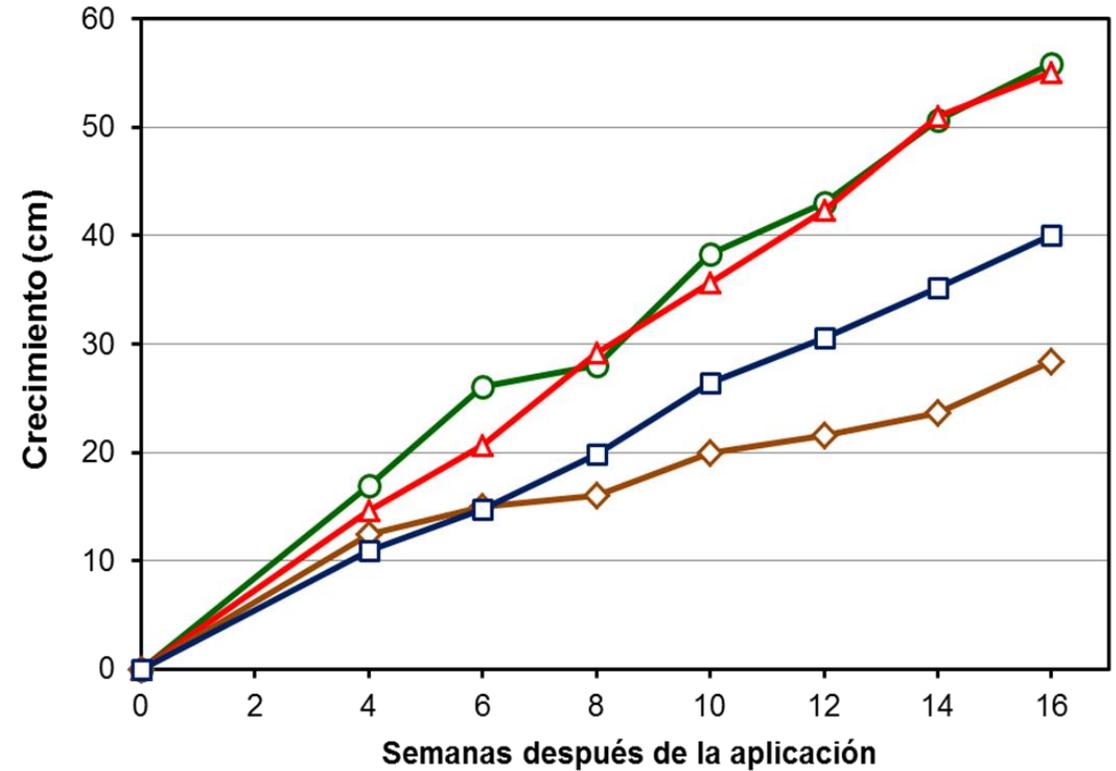
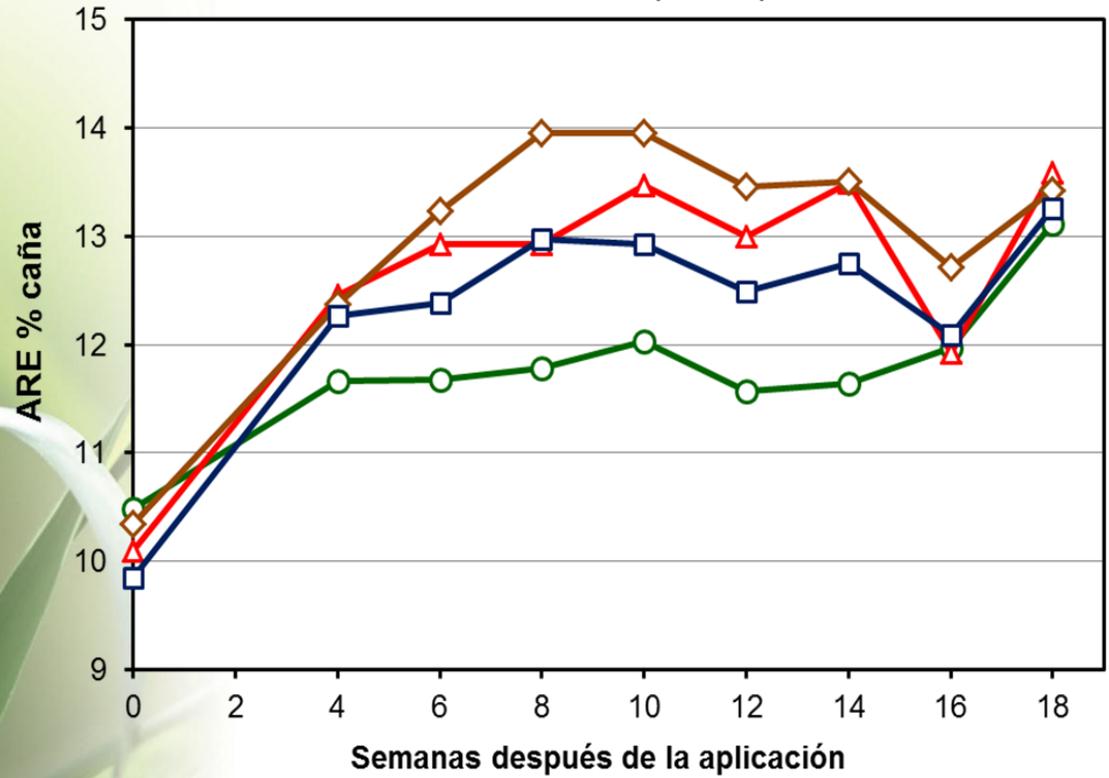
○ Sin madurador

△ Glifosato SL (1.3 L/ha)

□ Trinexapac-etil (1.5 L/ha)

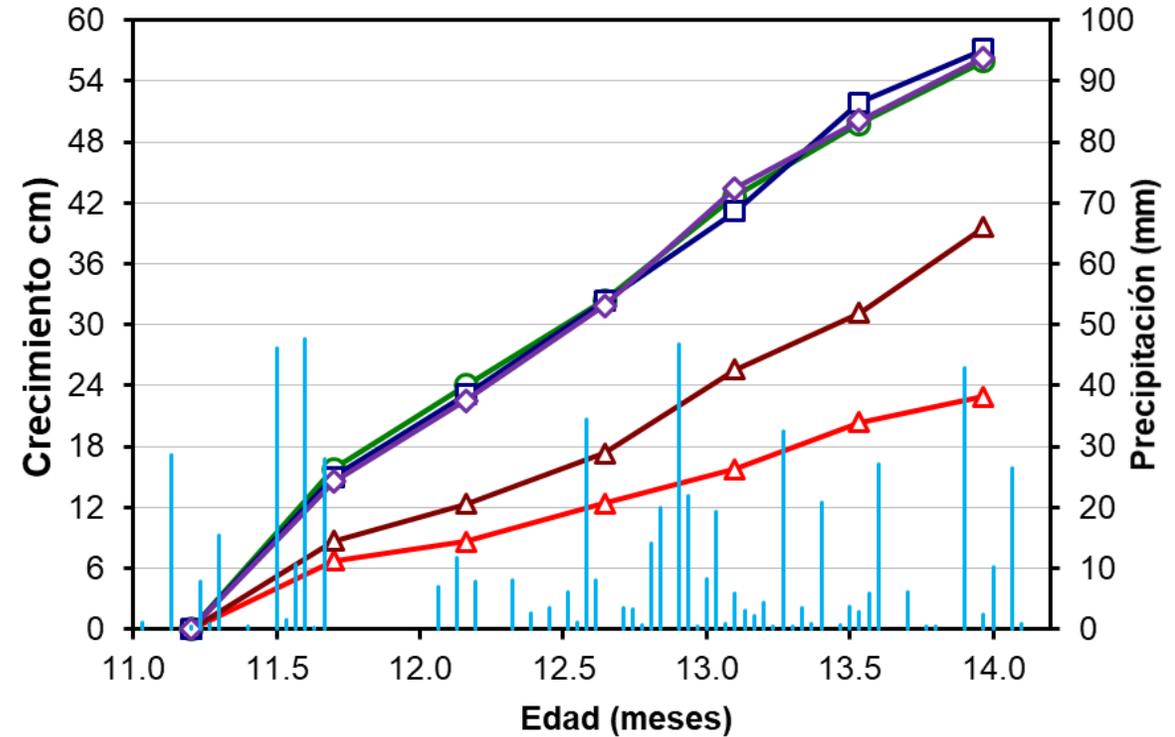
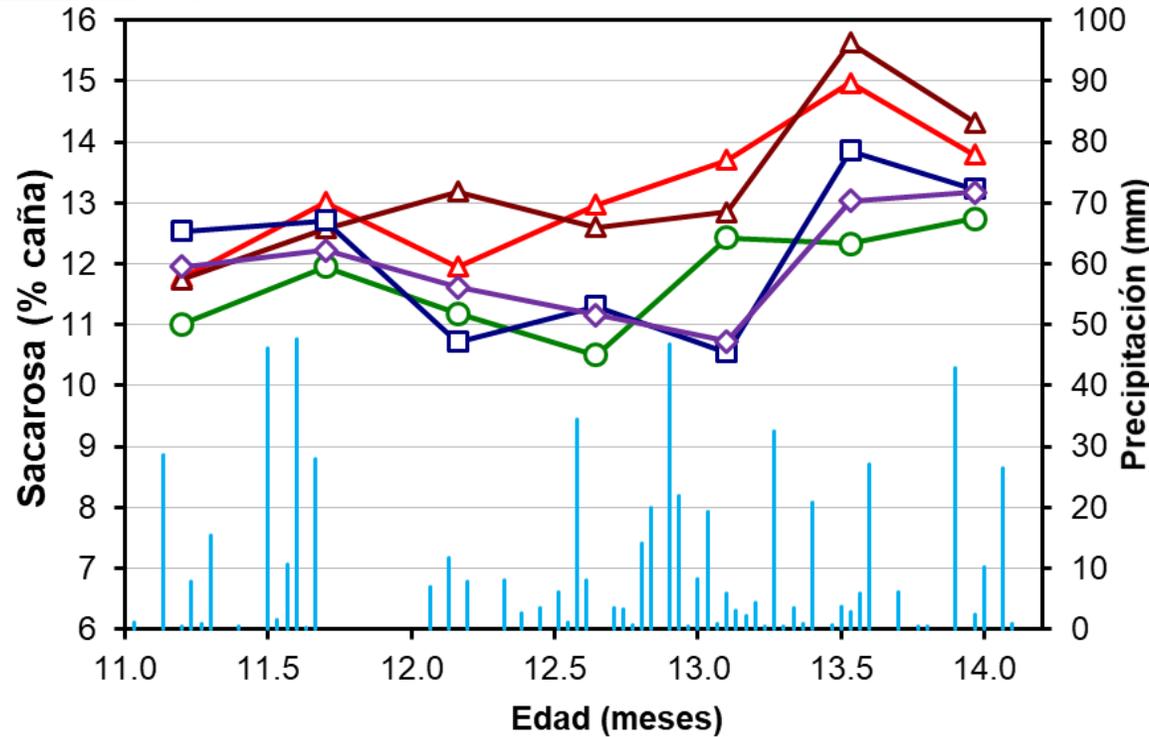
Evaluación de maduradores en caña de azúcar (Variedad MZC 74-275, 1ª soca)

Estación Experimental de Cenicaña - 1993



○ Sin madurador
 △ Glifosato SL (1.5 L/ha)
 ◇ Fluazifop-p-butil (1.0 L/ha)
 □ Trinexapac-etil (1.5 L/ha)

Pre-maduración: Aplicación de K-Fol y posteriormente de Glifosato SL en la variedad CC 85-92 Plantilla (Sep. 21/2010 – enero 11/ 2011)



○ Sin madurador

△ K-Fol (2 kg/ha) 8.5 meses + Glifosato SL (1.5 L/ha) 11.2 meses

◇ K-Fol (2 kg/ha) a los 10.5 meses

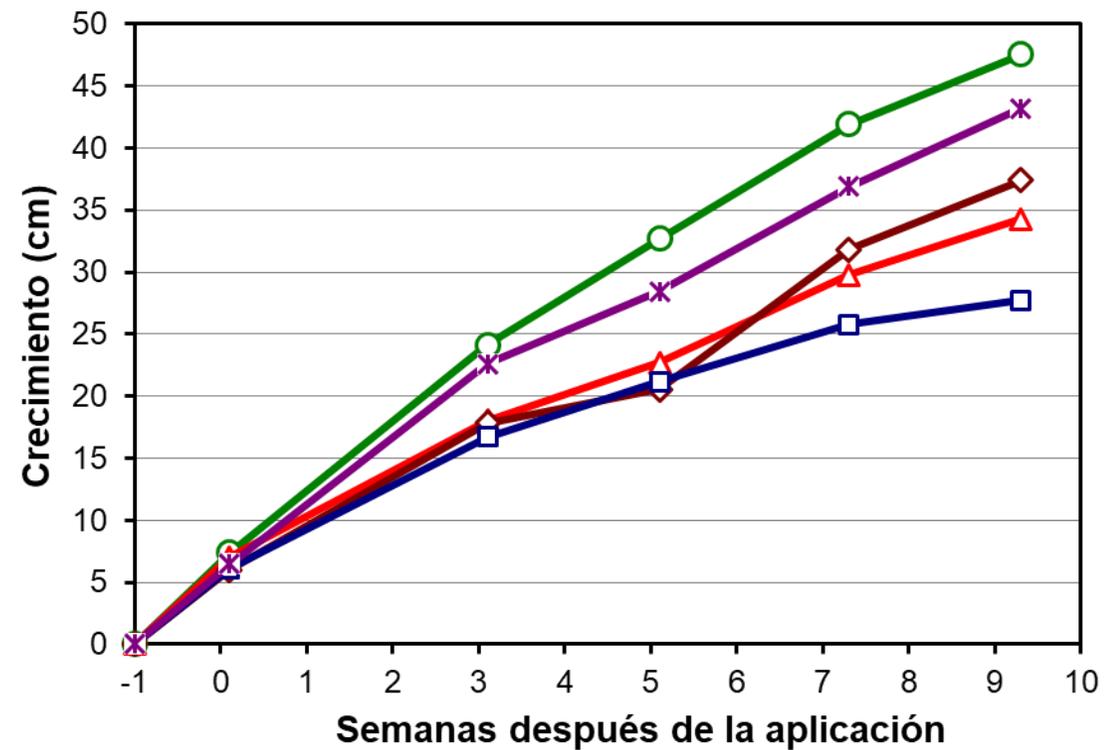
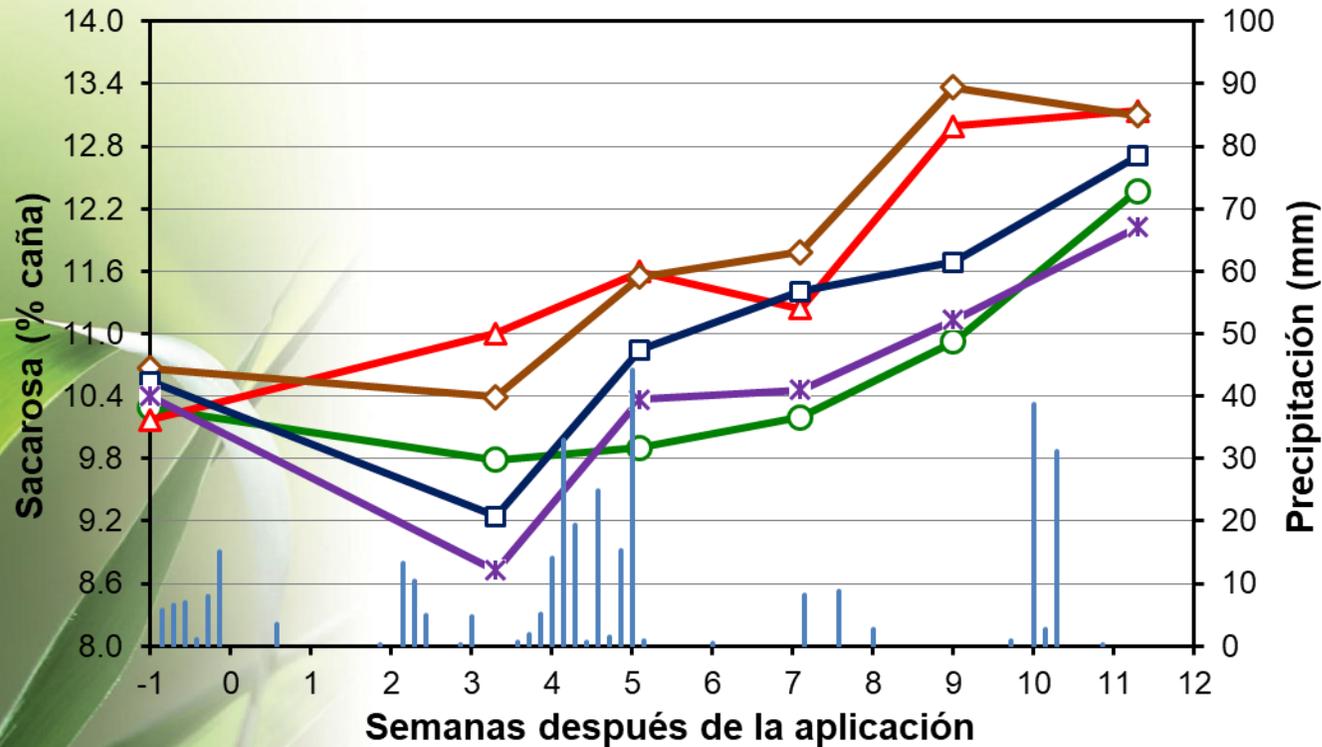
△ Glifosato SL (1.5 L/ha)

□ K-Fol (2 kg/ha) a los 8.5 meses

— Precipitación (660 mm)

Maduradores reguladores de crecimiento

Los tres maduradores de mayor efectividad en el valle del río Cauca son el **Glifosato**, el **Fluazifop-p-butil** y **Trinexapac-etil**, que aplicados en dosis bajas actúan como reguladores de crecimiento y como consecuencia de este efecto primario permiten obtener un contenido mayor de sacarosa al momento de la cosecha.



- Sin madurador
- △ Glifosato SL (0.8 L/ha)
- ◇ Fluazifop-p-butil (0.6 L/ha)
- Trinexapac-etil (1.5 L/ha)
- × K-Fol (1 kg/ha)
- Precipitación (336 mm)

Respuesta de las variedades al madurador



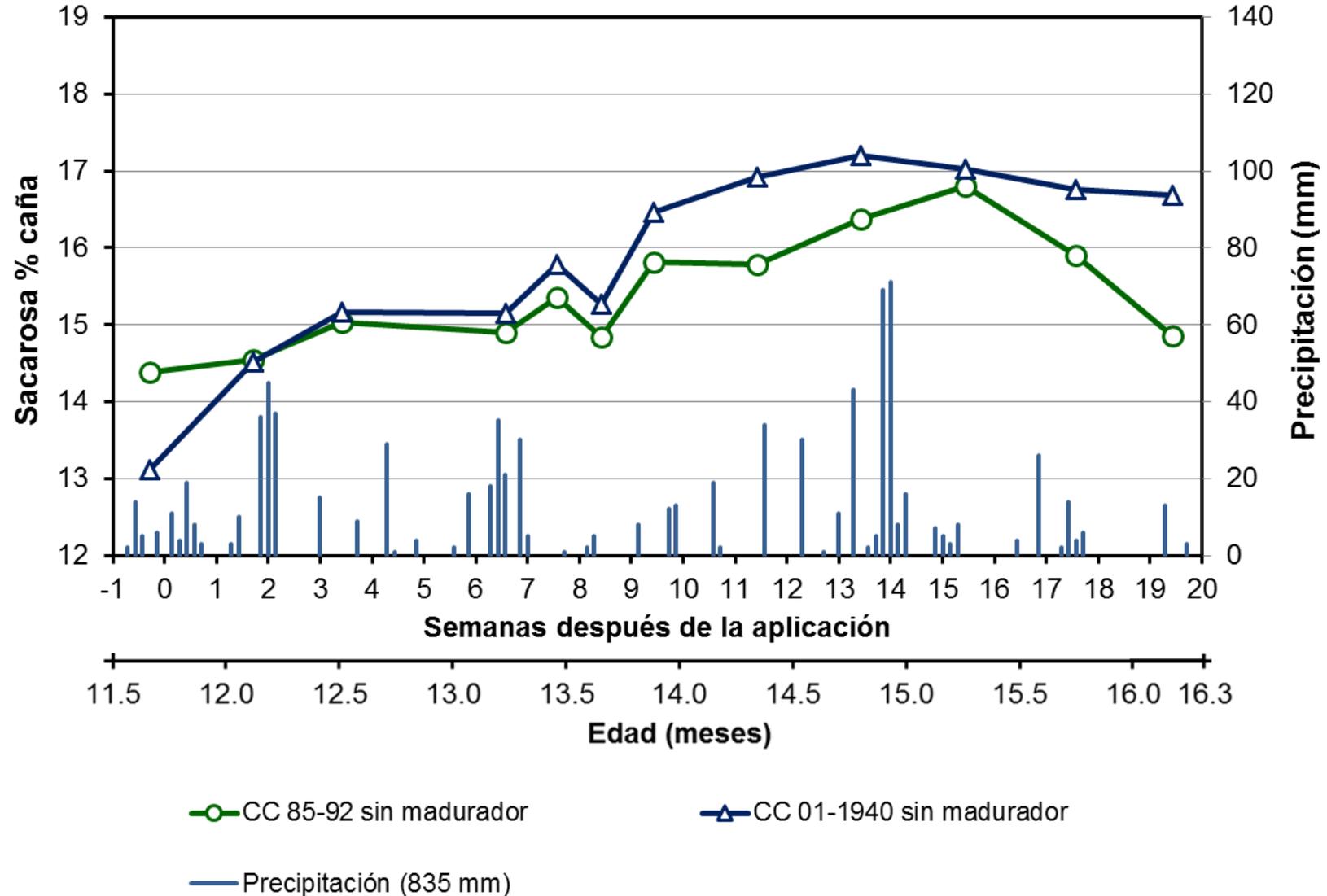
Respuesta de la variedad CC 85-92 a los maduradores

Tratamiento	Sacarosa (% caña)	ARE (% caña)	Incremento (kg Az./ton)	TCH	TAH
Sin madurador	12.2 c	10.5 b	-	120	12.6 b
Glifosato SL (1.0 L/ha)	14.3 ab	12.7 a	22	118	14.9 a
Glifosato SL (1.5 L/ha)	14.7 a	12.8 a	23	118	15.2 a
Fluazifop-p-butil (0.7 L/ha)	13.9 b	12.2 a	17	116	14.2 a
Fluazifop-p-butil (1.0 L/ha)	13.9 b	12.3 a	18	119	14.6 a

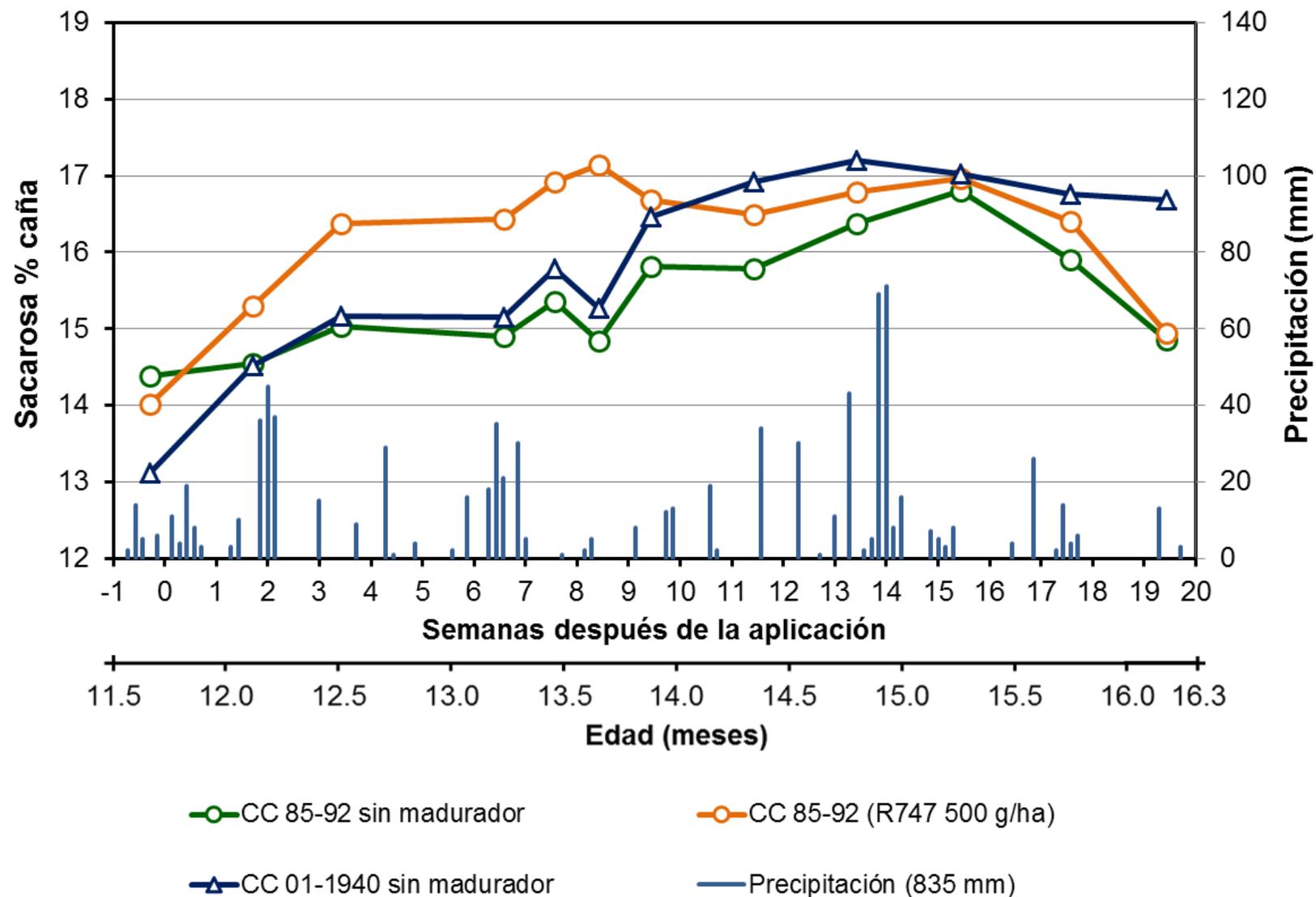
Aplicación del madurador a los 11 meses.

Cosecha a los 12.7 meses (7 semanas después de la aplicación)

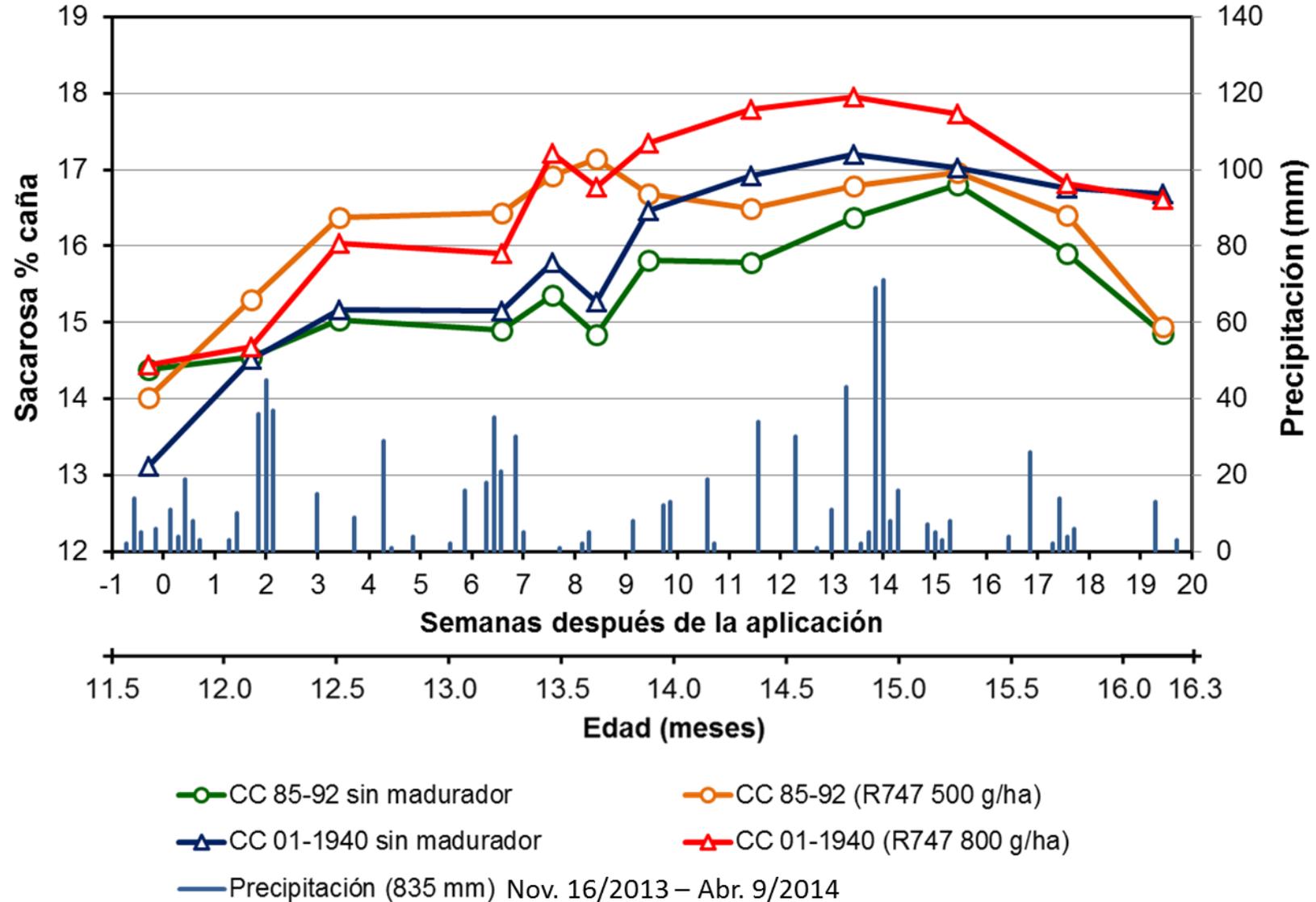
Sacarosa % caña de las variedades CC 01-1940 y CC 85-92 (Plantillas) en la zona húmeda del sur del valle del río Cauca.



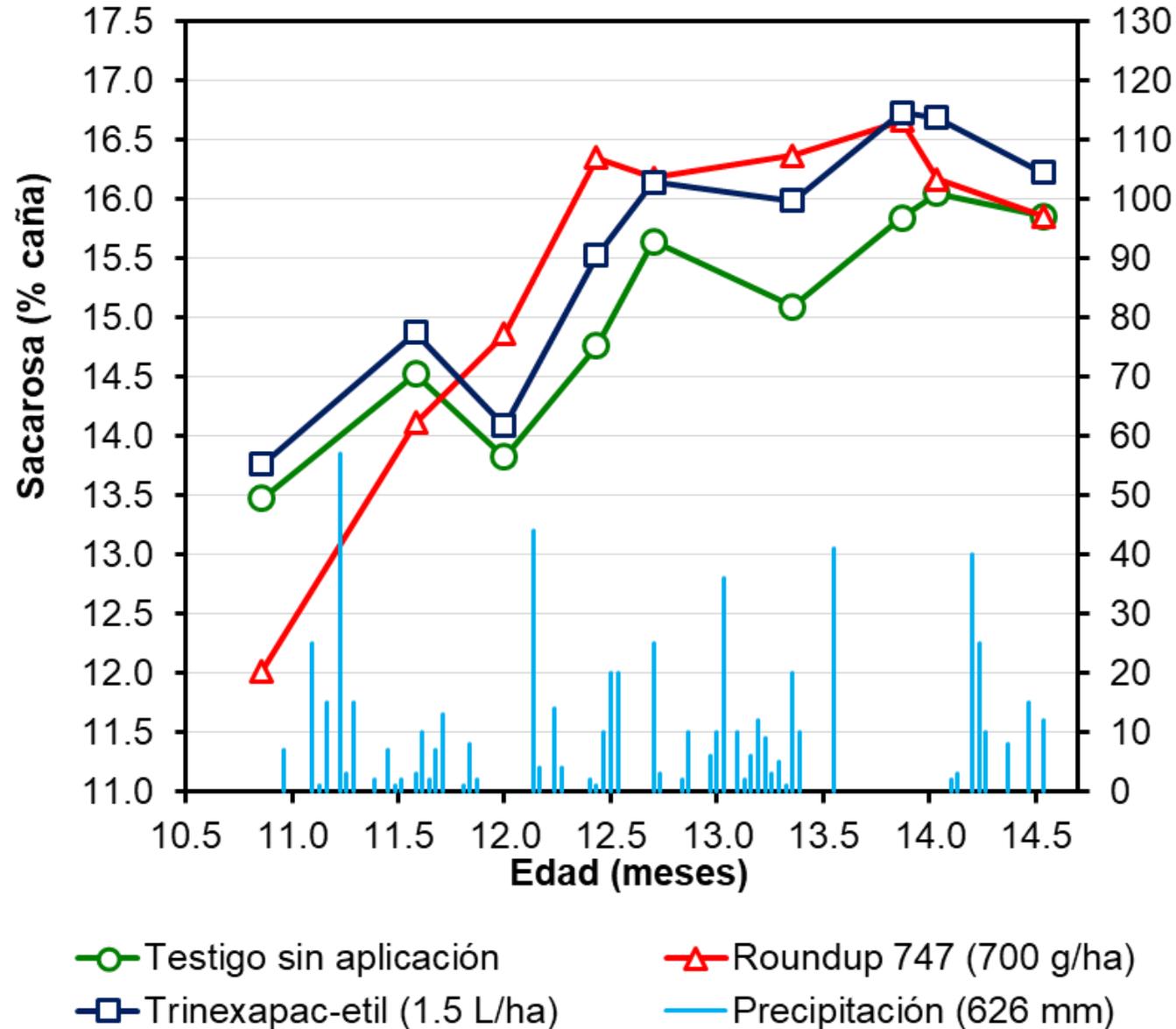
Sacarosa % caña de las variedades CC 01-1940 y CC 85-92 (Plantillas) en la zona húmeda del sur del valle del río Cauca.



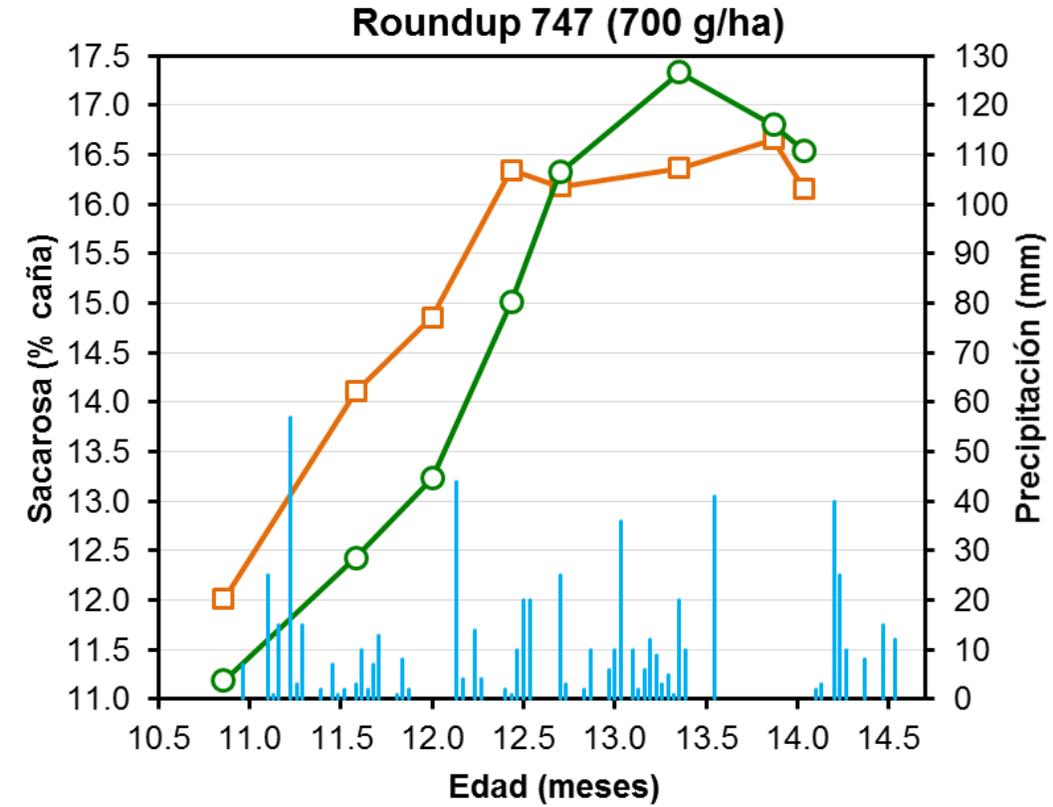
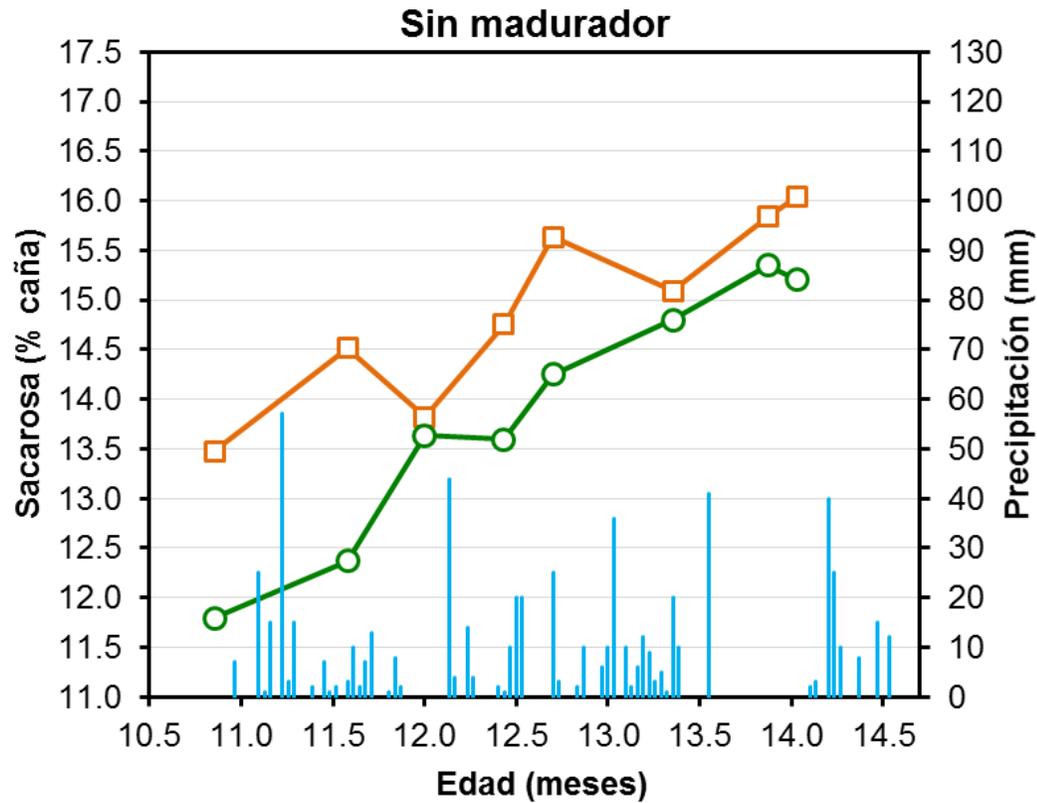
Sacarosa % caña de las variedades CC 01-1940 y CC 85-92 (Plantillas) en la zona húmeda del sur del valle del río Cauca.



Sacarosa % caña de la variedad CC 10-450 (Plantilla) con y sin aplicación de madurador en la zona húmeda del sur del valle del río Cauca



Sacarosa % caña de las variedades CC 10-450 y CC 01-1940 (Plantillas) con y sin aplicación de madurador en la zona húmeda del sur del valle del río Cauca



□ CC 10-450
 ○ CC 01-1940
 — Precipitación (626 mm)

Aplicación del madurador a los 11.06 meses de edad

Dosificación del madurador



Dosis de madurador por cada 100 toneladas de caña⁽¹⁾ para las principales variedades de caña de azúcar

Variedad	Humedad disponible ⁽²⁾ entre la aplicación y la cosecha							
	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta
	Glifosato SL ⁽³⁾		Glifosato SG ⁽⁴⁾		Fluazifop ⁽⁵⁾		Trinexapac-etil ⁽⁶⁾	
CC 85-92	0.7	0.9	0.30	0.38	0.4	0.5	0.5	0.6
CC 84-75 CC 98-72	0.8	1.0	0.34	0.42	0.5	0.6	0.6	0.7
CC 93-4418 V 71-51 CC 93-4181	1.0	1.3	0.42	0.55	0.6	0.7	0.7	0.8
CC 01-1940 CC 01-1228 PR 61-632	1.3	1.6	0.55	0.68	0.7	0.8	0.9	1.1

(1) Producción estimada de caña al momento de hacer la aplicación.

(2) Involucra tipo de suelo, precipitación estimada y aportes del nivel freático.

(3) Dosis en L/ha de productos comerciales como Round-up, Round-up Activo y Glifolaq. En el caso que se use Touchdown, multiplicar los valores de la tabla por 0.7

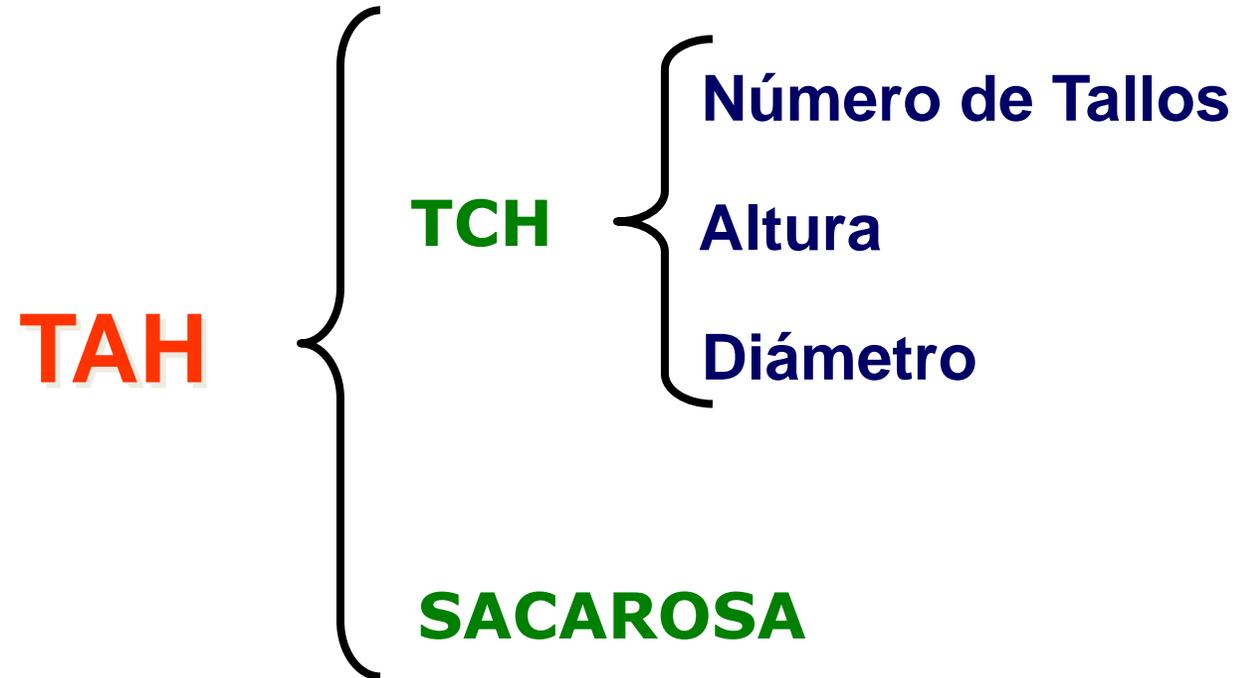
(4) Dosis en kg/ha de productos comerciales como Round-up 747 y Agrogen 747.

(5) Dosis en L/ha de productos comerciales como Fusilade.

(6) Dosis en L/ha de productos comerciales como Bonus y Tronnuspac.

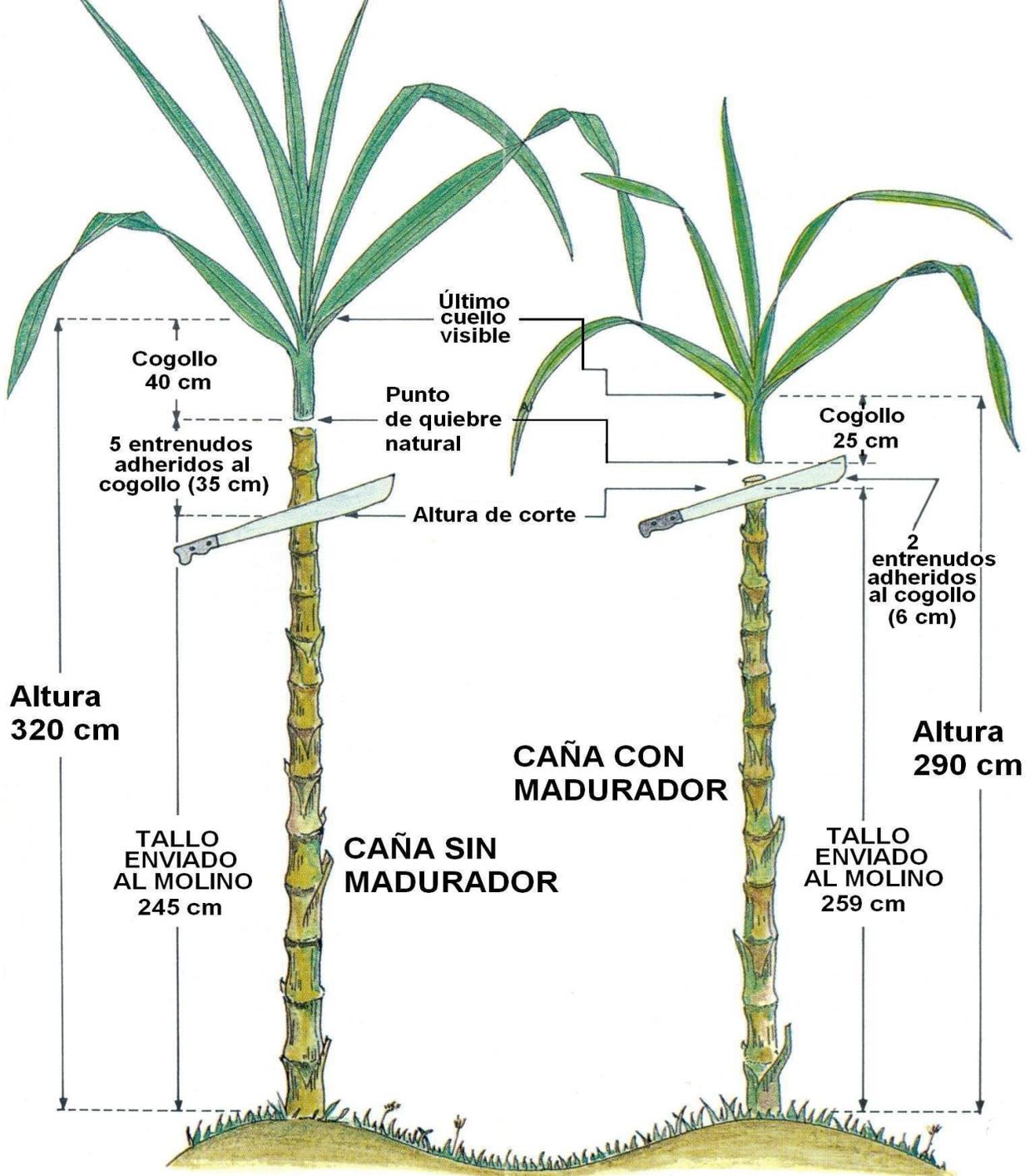
Efecto del madurador en la producción

Componentes de la producción



$$\text{TAH} = f [\text{TCH (población, altura, diámetro), Sacarosa }]$$

Altura óptima de corte



Efecto del madurador en la Utilidad Operacional por Hectárea (UOH)

Descogolle	Variable	Sin madurador	Glifosato SL 1 L/ha	Trinexapac-etil 2 L/ha
Por el punto natural de quiebre	TCH	135	124	116
	RTO	8.6	10.8	10.7
	TAH	11.6	13.4	12.4
	UOH*	2.9	5.2	4.5
Dejando 3 entrenudos	TCH	123	113	103
	RTO	9.1	10.9	11.2
	TAH	11.2	12.3	11.5
	UOH	3.1	4.7	4.2
Dejando 6 entrenudos	TCH	106	98	87
	RTO	9.2	10.9	11.2
	TAH	9.8	10.6	9.7
	UOH	2.5	3.6	3.1

* UOH = TAH

- Costo de levantamiento
- Costo del madurador
- Costo de CATM

Costo de levantamiento del cultivo
= 2.45 TAH

Costo del madurador:
0.05 TAH para el Glifosato
0.15 TAH para el Trinexapac-etil.

Costo de CATM
(Corte, Alce, Transporte y Molienda)
= 0.046 * TCH

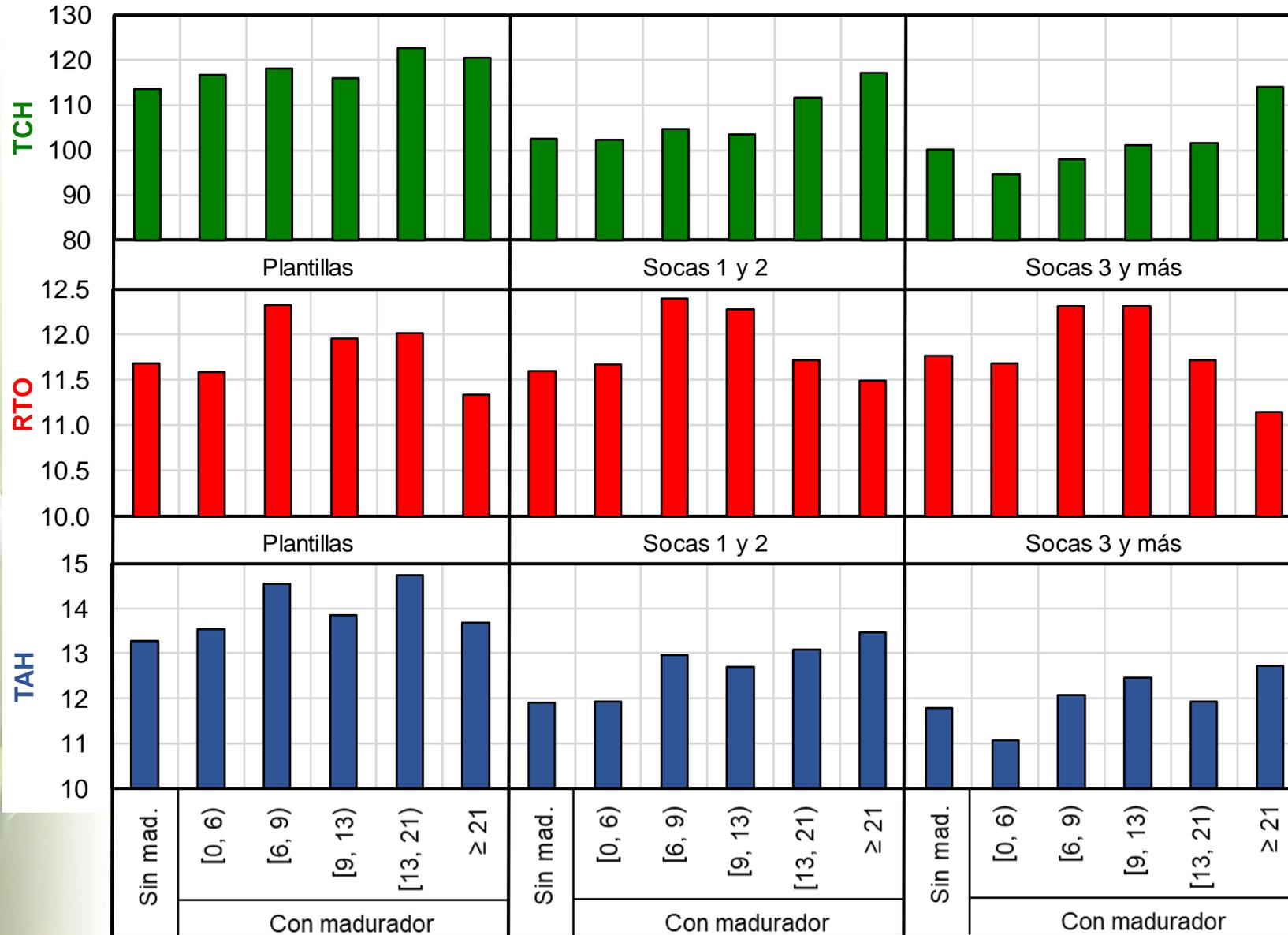
$UOH = TCH * (RTO/100 - 0.046) - 2.5$
Para Glifosato SL

$UOH = TCH * (RTO/100 - 0.046) - 2.6$
Para Trinexapac-etil

El madurador y la cosecha mecánica



Efecto del madurador en la producción

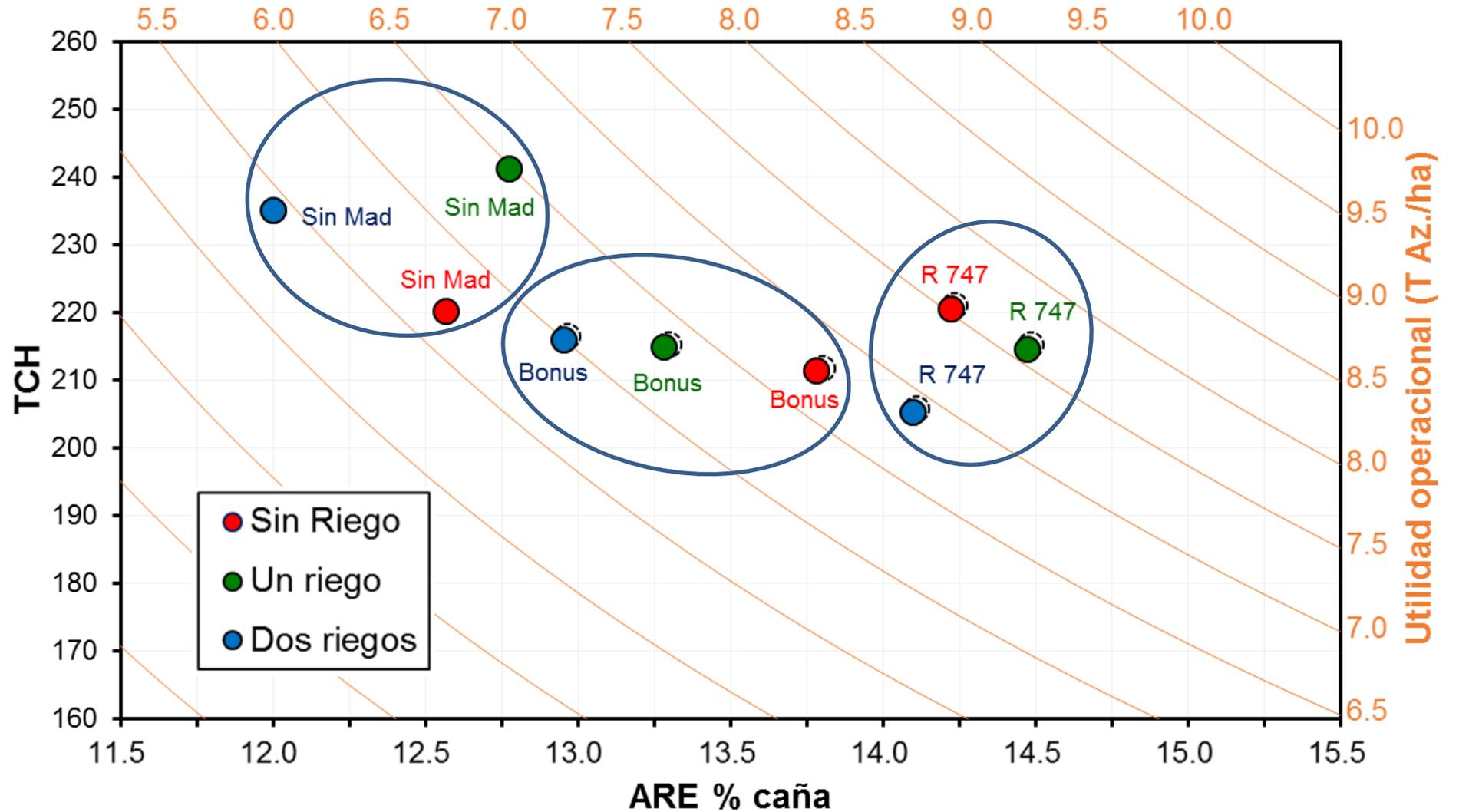


Información comercial para el periodo 2010 – 2015 de un Ingenio de la zona Centro – Sur del valle del río Cauca.

Fuente:
SAEE – Cenicaña.

Semanas después de la aplicación.

Efecto del riego durante la fase de maduración en la utilidad operacional de la variedad CC 85-92 (2^a soca) - edad de cosecha 12 meses (Sep. 30 / 2016) – Z.A. 23H1



Utilidad operacional para el Ingenio (50 % del TAH): $UO = TCH * (RTO/200 - 0.037)$
 Precio del azúcar \$1,760 / kg

Rebrote de la variedad CC 85-92 (2ª soca) de 1.7 meses de edad, aplicada con madurador en el corte anterior.



Glifosato SL (1.0 L/ha)



Trinexapac-etil (2 L/ha)

Aplicación de maduradores en el valle del río Cauca

Área sembrada: 239,000 ha.

Área cosechada: 203,000 ha (Anualmente)
(85% del área sembrada)

Área aplicada con madurador: 142,000 ha
(70% del área cosechada)

Madurador	Área (ha)	% del área aplicada
Glifosato	71,000	50
Trinexapac-etil	32,000	23
Fluazifop-p-butil	16,000	11
Otros	23,000	16

Recuperación adicional de azúcar
con el uso de los maduradores:
7 kg / ton de caña
(Promedio comercial)

Equivalente a 0.84 ton/ha más de
azúcar, con una producción
promedio de caña de 120 ton/ha.

Conclusiones

- El contenido de sacarosa en los tallos depende en buena parte del crecimiento durante la fase de maduración.
- La aplicación de maduradores es una práctica de cultivo que le ha dado mayor competitividad al sector azucarero colombiano.
- Los maduradores que actúan como reguladores de crecimiento han mostrado mayor efectividad porque evitan que las reservas de sacarosa sean utilizadas por la planta en altas cantidades en los puntos de crecimiento durante la fase de maduración.
- Los reguladores de crecimiento más utilizados en el valle del río Cauca son el Glifosato, el Trinexapac-etil y el Fluazifop-p-butil.
- La selección del madurador y su dosificación adecuada son fundamentales para recuperar una mayor cantidad de sacarosa sin afectar la producción de caña.

Conclusiones

- El uso del madurador permite una mayor estabilidad de la sacarosa durante la fase de maduración.
- El madurador permite una mayor recuperación de la sacarosa de los tallos, por lo tanto evita que se requiera sembrar más área, y cortar, transportar y moler la caña de esa área, para producir la misma cantidad de azúcar.
- Cenicaña ha realizado investigación permanente sobre el uso de los maduradores con el fin de mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad económica del sector agroindustrial de la caña de azúcar del valle del río Cauca. El enfoque actual de la investigación está en el entendimiento de los factores que afectan la maduración y en incrementar la producción de azúcar de las variedades nuevas.



