

# Maduración y crecimiento de la caña de azúcar

Fernando Villegas T.\*

## Introducción

La caña de azúcar tiene una de las tasas de crecimiento más altas entre los cultivos comerciales debido a su alta eficiencia fotosintética. Desde el momento en que la planta germina y emite sus primeras hojas comienza a producir azúcares simples como la glucosa y la fructuosa, productos de la fotosíntesis que mediante un proceso de síntesis forman la sacarosa que se almacena en las hojas y los tallos; a través de un proceso de hidrólisis o inversión la sacarosa se desdobra nuevamente en glucosa y fructosa para proveer la energía que la planta requiere para su crecimiento.

Durante los primeros cuatro meses de edad la caña utiliza la mayoría de las reservas de sacarosa en la emisión de tallos. En esta etapa, que se conoce como macollamiento del cultivo, los tallos tienen un crecimiento muy lento (entre 1.5 cm y 2.0 cm por semana).

Entre los cuatro y los diez meses de edad las reservas de sacarosa son utilizadas para satisfacer el crecimiento de los tallos, por lo cual ésta se define como la etapa de rápido crecimiento. Durante esta etapa, en el valle del río Cauca los tallos de la caña de azúcar pueden crecer aproximadamente entre 8 cm y 10 cm por semana según la variedad (genotipo), el suelo, el clima y las prácticas de cultivo. Hasta ese momento la planta no ha tenido la oportunidad de almacenar grandes cantidades de sacarosa en los tallos, razón fundamental por la cual la caña de azúcar no se cosecha antes de los diez meses de edad.

Después de los diez meses de edad la caña disminuye de forma natural su ritmo de crecimiento y en condiciones normales los tallos pueden crecer alrededor de 6 cm cada semana. En ese momento los tallos empiezan a almacenar un excedente de sacarosa y es cuando se inicia el proceso de maduración de la caña de azúcar (Villegas y Torres, 1993).

La maduración de la caña de azúcar en el valle del río Cauca ocurre en condiciones de alta disponibilidad de nutrimentos y humedad en el suelo, altas temperaturas durante el día y, en ocasiones, temperaturas no muy bajas durante la noche, lo cual estimula el crecimiento de los tallos y por lo tanto un consumo de energía que debe ser suministrada por la reserva de sacarosa; como consecuencia los rendimientos comerciales disminuyen si la caña se cosecha en estas condiciones.



***Durante los primeros cuatro meses de edad la caña utiliza la mayoría de las reservas de sacarosa en la emisión de tallos y en los seis meses siguientes, en el crecimiento de los mismos. Luego de los diez meses de edad el ritmo de crecimiento disminuye de forma natural y los tallos comienzan a almacenar un excedente de sacarosa, de modo que la planta inicia el proceso de maduración.***

***Según la variedad de caña, el suelo, el clima y las prácticas de cultivo, en el valle del río Cauca los tallos pueden crecer por semana alrededor de 1.5-2.0 cm en los primeros cuatro meses, entre 8-10 cm del cuarto al décimo mes y cerca de 6 cm después de los diez meses.***

\* Ingeniero Agrícola, M.Sc., Ingeniero de Mecanización Agrícola <fvillegas@cenicana.org>. Cenicaña.

## Crecimiento y contenido de sacarosa de los tallos

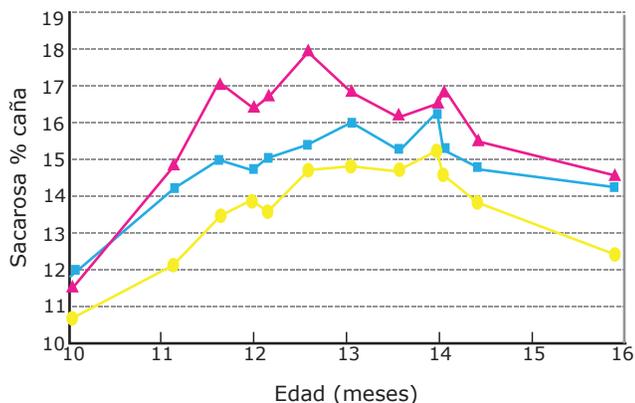
Las diferencias en el contenido de sacarosa entre las variedades de caña durante el período de maduración se deben, en buena medida, a las diferencias en la capacidad de crecimiento que presentan las variedades durante este período, como se puede observar en una evaluación del contenido de sacarosa y el crecimiento de las variedades MZC 74-275, CC 85-68 y CC 85-92 realizada entre los 10 y los 16 meses de edad (Figura 1).

Las variedades crecieron en el mismo lote, en igualdad de condiciones en cuanto al tipo de suelo, el clima y el manejo; sin embargo, presentaron contenidos diferentes de sacarosa durante el período de maduración: la variedad CC 85-68 presentó los contenidos más altos durante todo el período de evaluación, superiores a los de la variedad MZC 74-275 que presentó valores intermedios, y a los de la variedad CC 85-92 que presentó los valores más bajos de sacarosa. Al medir el crecimiento de los tallos en estas tres variedades durante el período de maduración se pudo ver claramente una relación inversa entre el contenido de sacarosa y el crecimiento de los tallos; la variedad CC 85-68, que tuvo los mayores contenidos de sacarosa, fue la de menor crecimiento durante el período de maduración y la variedad CC 85-92, que presentó los contenidos de sacarosa más bajos, fue la de mayor crecimiento durante el período de evaluación.

Estos resultados demuestran que la maduración y el crecimiento son procesos antagónicos dado que mientras haya crecimiento acelerado de los tallos y en general de todas las partes de la planta, buena parte de la sacarosa producida se utiliza como fuente energética en los puntos de crecimiento.

*Se ha demostrado que la maduración y el crecimiento son procesos antagónicos debido a que mientras haya crecimiento acelerado de los tallos y en general de todas las partes de la planta, buena parte de la sacarosa producida se utiliza como fuente energética en los puntos de crecimiento.*

*El uso de maduradores que actúan como reguladores del crecimiento evita que las reservas de sacarosa sean utilizadas por la planta en altas cantidades en los puntos de crecimiento durante el período final del ciclo del cultivo y permite obtener una mayor cantidad de sacarosa en los tallos cosechados.*



**Las diferencias en el contenido de sacarosa entre las variedades de caña durante el período de maduración se deben, en buena medida, a las diferencias en la capacidad de crecimiento que presentan las variedades durante dicho período, como se puede observar en esta evaluación del contenido de sacarosa y el crecimiento de las variedades MZC 74-275, CC 85-68 y CC 85-92 realizada entre los 10 y los 16 meses de edad.**

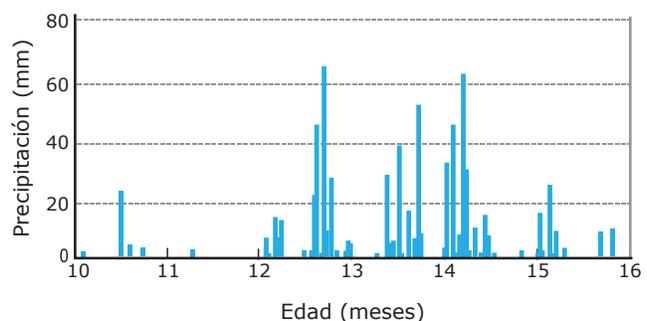
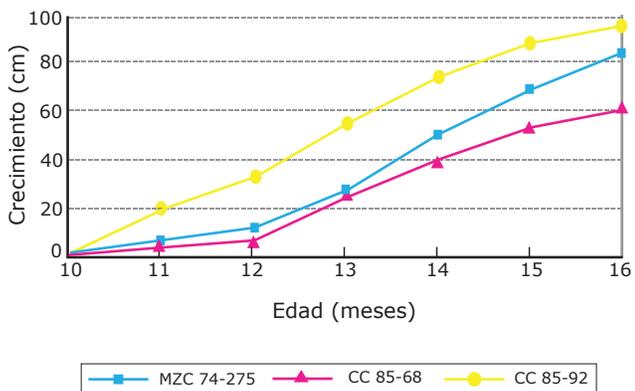


Figura 1. Contenido de sacarosa y crecimiento de tallos de tres variedades de caña de azúcar (plantilla) durante el período de maduración. Estación Experimental San Antonio de Cenicaña, lote 18.

## Regulación del crecimiento

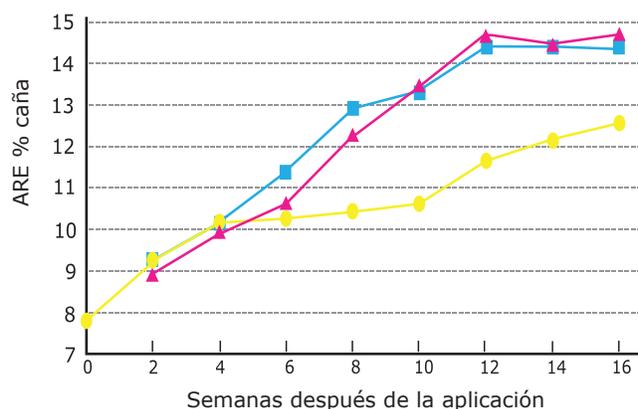
En el valle del río Cauca normalmente se tienen condiciones de fertilidad del suelo, temperatura del aire y disponibilidad de humedad que favorecen el crecimiento de los tallos durante el período de maduración de la caña, a diferencia de lo que ocurre en zonas de latitudes medias donde las bajas temperaturas y la ausencia de lluvias durante el período de zafra restringen el crecimiento de los tallos y favorecen la acumulación de sacarosa.

Esta situación ha conducido al empleo de una práctica agronómica para regular el crecimiento de los tallos al final del período de cultivo, en la cual se utilizan algunos productos químicos que aplicados en dosificaciones bajas del ingrediente activo actúan como reguladores de crecimiento y como consecuencia de este efecto primario permiten una mayor acumulación de sacarosa al momento de la cosecha. Estos productos se conocen comúnmente como maduradores o madurantes de la caña de azúcar.

La efectividad de un madurador radica en su efecto regulador del crecimiento de la planta, en tanto ésta disminuye el consumo de sacarosa que utiliza como fuente energética en los puntos de crecimiento. De acuerdo con lo expuesto antes en relación con el efecto antagónico entre maduración y crecimiento, se podría pensar que cuanto más drástico sea el efecto del madurador en el crecimiento de los tallos, mayor puede ser el incremento obtenido en el contenido de sacarosa; pero este es un concepto equivocado, ya que los maduradores (o las dosificaciones) que afectan fuertemente el

crecimiento de los tallos también afectan el proceso de fotosíntesis de la planta, con lo cual se evita la producción normal de azúcares y su almacenamiento, de modo que lo que finalmente se obtiene en estos casos son tallos de poca longitud y sin mucha sacarosa. Con la selección adecuada del madurador y la dosificación se disminuye sólo un poco el ritmo de crecimiento de los tallos, sin detenerlo completamente pero sí lo suficiente para obtener incrementos en el contenido de sacarosa al momento de la cosecha que pueden llegar a ser de 1.5 y en ocasiones hasta de 3 unidades porcentuales.

En la Figura 2 se presentan los resultados de la evaluación de dos dosis de Glifosato (1 L/ha y 1.5 L/ha de producto comercial)



**La respuesta de variedad CC 85-92 con la dosis de 1.5 L/ha fue muy similar a la obtenida con la dosis de 1.0 L/ha, lo cual demuestra que, de acuerdo con la variedad y las condiciones de humedad en el suelo y el clima que se tuvieron durante la evaluación, la dosis de 1.0 L/ha fue suficiente para producir un buen incremento en la sacarosa con un efecto moderado en el crecimiento de los tallos.**

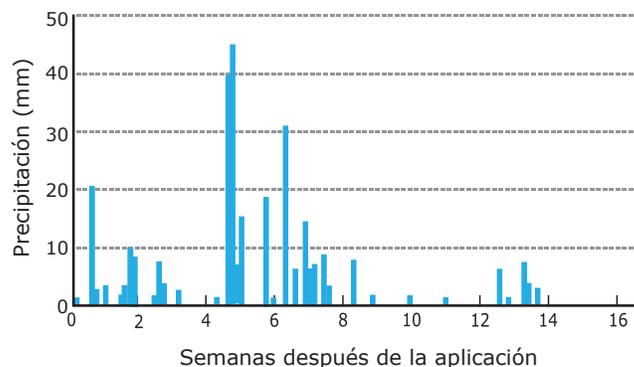
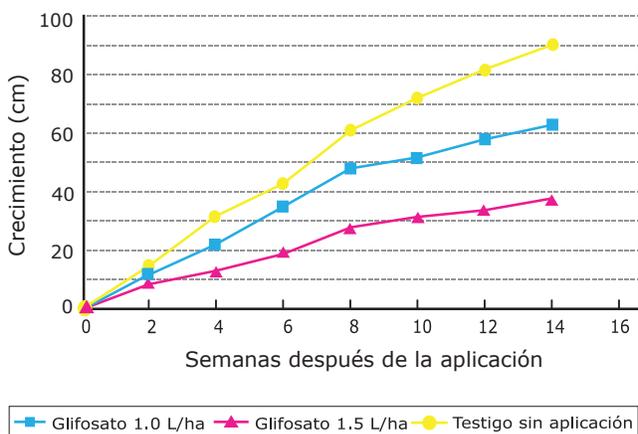


Figura 2. Efecto de dos dosis de glifosato en el azúcar recuperable estimado (ARE % caña) y el crecimiento de los tallos de la variedad CC 85-92 (plantilla) en una época de escasa precipitación que coincidió con el período final de maduración. Aplicación a los 10 meses de edad de la caña. Estación Experimental San Antonio de Cenicaña, lote 13A.

en comparación con un testigo sin aplicación de madurador, en una plantilla de la variedad CC 85-92 cuyo período de maduración coincidió con una época de escasa precipitación.

En la Figura 2 se observa una excelente respuesta de los dos tratamientos de madurador en términos de incremento del azúcar recuperable estimado (ARE % caña) a partir de la sexta semana, la cual se mantuvo por el resto del período de evaluación que se prolongó hasta las 16 semanas después de la aplicación. Es importante resaltar que la respuesta de la caña de azúcar a la dosis de 1.5 L/ha fue muy similar a la obtenida con la dosis de 1.0 L/ha, lo cual demuestra que, de acuerdo con la variedad y las condiciones de humedad en el suelo y del clima que se tuvieron durante la evaluación, la dosis de 1.0 L/ha fue suficiente para producir un buen incremento en la sacarosa con un efecto moderado en el crecimiento de los tallos; a las ocho semanas después de la aplicación los tallos de este tratamiento habían crecido 13 cm menos que el testigo sin madurador y a las 14 semanas la diferencia era de 27 cm. Entre tanto, a las ocho semanas los tallos del tratamiento con la dosis de 1.5 L/ha habían crecido 33 cm menos que los del tratamiento testigo y al cabo de las 14 semanas después de la aplicación, 52 cm menos, sin que por ello se hubiera obtenido un mayor incremento en el contenido de sacarosa de los tallos.

El Cuadro 1 puede usarse como una guía para seleccionar la dosis de los reguladores de crecimiento más usados como maduradores; está basado en las investigaciones realizadas por Cenicaña y en las experiencias obtenidas por los ingenios azucareros en el valle del río Cauca (Villegas y Arcila, 2003). Las mejores respuestas al madurador se obtienen cuando la aplicación se hace entre los 10 y los 12 meses de edad del cultivo y cuando la cosecha se realiza entre las 6 y las 10 semanas después de la aplicación. La correcta dosificación del madurador evita además que se presenten efectos residuales en la soca siguiente que puedan incidir en el normal desarrollo del cultivo.

**La dosis de madurador se debe determinar según la variedad de caña, el tonelaje estimado al momento de hacer la aplicación y la condición de humedad. La selección adecuada del madurador y su dosificación son fundamentales para recuperar una mayor cantidad de sacarosa sin afectar la producción de caña mediante la diferenciación en la altura de corte de los tallos.**

**Las mejores respuestas al madurador se obtienen cuando la aplicación se hace entre los 10-12 meses de edad del cultivo y cuando la cosecha se realiza entre la sexta y la décima semana después de la aplicación.**

**La dosis correcta permite aumentar la sacarosa y además evita que se presenten efectos residuales en la soca siguiente.**

**El Cuadro 1 se puede usar como una guía para seleccionar la dosis de los reguladores de crecimiento más utilizados como maduradores.**

Cuadro 1. Dosis de madurador (según el producto comercial) recomendadas por cada 100 toneladas de caña estimadas al momento de hacer la aplicación (producción estimada) para diferentes variedades de caña de azúcar, de acuerdo con las condiciones climáticas esperadas durante el período comprendido entre la aplicación y la cosecha.

Variedad	Sal isopropilamina de glifosato (L/ha)		Sal monoammonio de glifosato (kg/ha)		Fluazifop-p-butil (L/ha)	
	Época seca	Época lluviosa	Época seca	Época lluviosa	Época seca	Época lluviosa
CC 85-92	0.7	0.9	0.30	0.38	0.4	0.5
CC 84-75	0.8	1.0	0.34	0.42	0.5	0.6
MZC 74-275						
V 71-51	1.0	1.3	0.42	0.55	0.6	0.7
CC 85-68						
PR 61-632	1.3	1.6	0.55	0.68	0.7	0.8
Co 421						

## Efecto de la regulación del crecimiento en la producción

La disminución en el crecimiento de los tallos por efecto de la aplicación del madurador (con una dosificación adecuada) puede variar entre 15-30 cm según la variedad, las condiciones climáticas, el tipo de suelo y el número de semanas transcurridas entre la aplicación y la cosecha. Para evitar que la disminución en el crecimiento tenga efectos negativos en la producción de caña se debe asegurar un manejo adecuado de la dosificación del madurador, de la aplicación y la cosecha (Villegas y Restrepo, 1997).

Es indudable que al momento de la cosecha un tallo que no ha recibido madurador tiene una altura mayor que uno que sí lo ha recibido, tal como se ilustra en la Figura 3.

La longitud del tallo sin madurador es de 320 cm, medida desde la base hasta el último cuello visible, y la longitud del tallo aplicado con madurador es de 290 cm (30 cm de diferencia).

El cogollo verdadero (medido desde el punto natural del quiebre hasta el último cuello visible) es de 40 cm en el tallo sin madurador y de 25 cm en el tallo con madurador. Si al momento de la cosecha se descogollara en ambos casos por el punto natural del quiebre, la longitud del tallo que se enviaría al molino sería de 280 cm en el caso sin madurador y de 265 cm en el caso del tallo con madurador. No obstante, hay que tener en cuenta que la acción del madurador incrementa notoriamente el contenido de sacarosa en el tercio superior del tallo, lo cual justifica que el tallo con madurador se descogolle por el punto natural de quiebre o en el peor de los casos, que se dejen dos entrenudos adheridos al cogollo, los cuales son entrenudos cortos por efecto del regulador de crecimiento y representan una longitud de tallo de 6 cm aproximadamente.

Por su parte, en el tallo sin madurador los últimos entrenudos tienen un contenido muy bajo de sacarosa, lo cual obliga a un descogolle más bajo, de modo que unos cinco entrenudos queden adheridos al cogollo; tales entrenudos son largos y representan unos 35 cm de longitud del tallo, pues no tuvieron el efecto del regulador de crecimiento. Con esta diferenciación en la altura de corte, la longitud final del tallo con madurador que se envía al molino es de 259 cm y la longitud del tallo sin madurador es de 245 cm.

La diferenciación en la altura de corte al momento de la cosecha por parte de los corteros no requiere instrucción o adiestramiento especial para su ejecución, porque la misma condición del cogollo en las cañas aplicadas con madurador le indica al cortero el punto óptimo de corte para aprovechar una mayor cantidad de tallo con alto contenido de sacarosa.

Esta es la razón por la cual en muchos campos comerciales que han recibido la aplicación de madurador se reportan mayores producciones de caña en comparación con campos que no han recibido aplicación, tal como se evidencia en la Figura 4, en la cual se presentan los promedios de la producción de caña en las suertes cosechadas (con aplicación de madurador y sin aplicación) en tres ingenios del valle del río Cauca desde el año 2001 hasta el 2009. En la mayoría de los casos, en las suertes que recibieron madurador se reportaron tonelajes de caña por hectárea superiores a los de aquellas que no recibieron aplicación; además, en varias de las suertes donde se aplicó madurador las edades de cosecha fueron menores.

### **Cenicaña evalúa de forma permanente productos que puedan trabajar como reguladores del crecimiento de la caña de azúcar**

para establecer las dosis adecuadas que permitan obtener los mejores resultados de éstos como maduradores.

Con base en las evaluaciones se han establecido tres factores que se deben tener en cuenta al momento de dosificar el madurador, así:

- 1. Variedad de caña de azúcar.** Se han identificado variedades con mayor susceptibilidad a los reguladores de crecimiento, en las cuales se deben utilizar dosis menores.
- 2. Estado de desarrollo del cultivo.** Aunque los maduradores se aplican después de los diez meses de edad, el estado de desarrollo del cultivo puede variar ostensiblemente según las condiciones edáficas y climáticas que haya tenido el cultivo hasta ese momento. Es por ello que la dosificación del regulador de crecimiento debe hacerse en función de la producción de caña estimada al momento de hacer la aplicación.
- 3. Condición de humedad.** Un contenido óptimo de humedad en el suelo al momento de hacer la aplicación y durante el período comprendido entre la aplicación y la cosecha estimula el crecimiento de los tallos y en estas condiciones se pueden usar dosificaciones mayores en comparación con campos sometidos a estrés, bien sea por déficit o por exceso de humedad. La condición de humedad está muy ligada a la precipitación y al tipo de suelo, en lo que respecta a su capacidad de retención de agua.

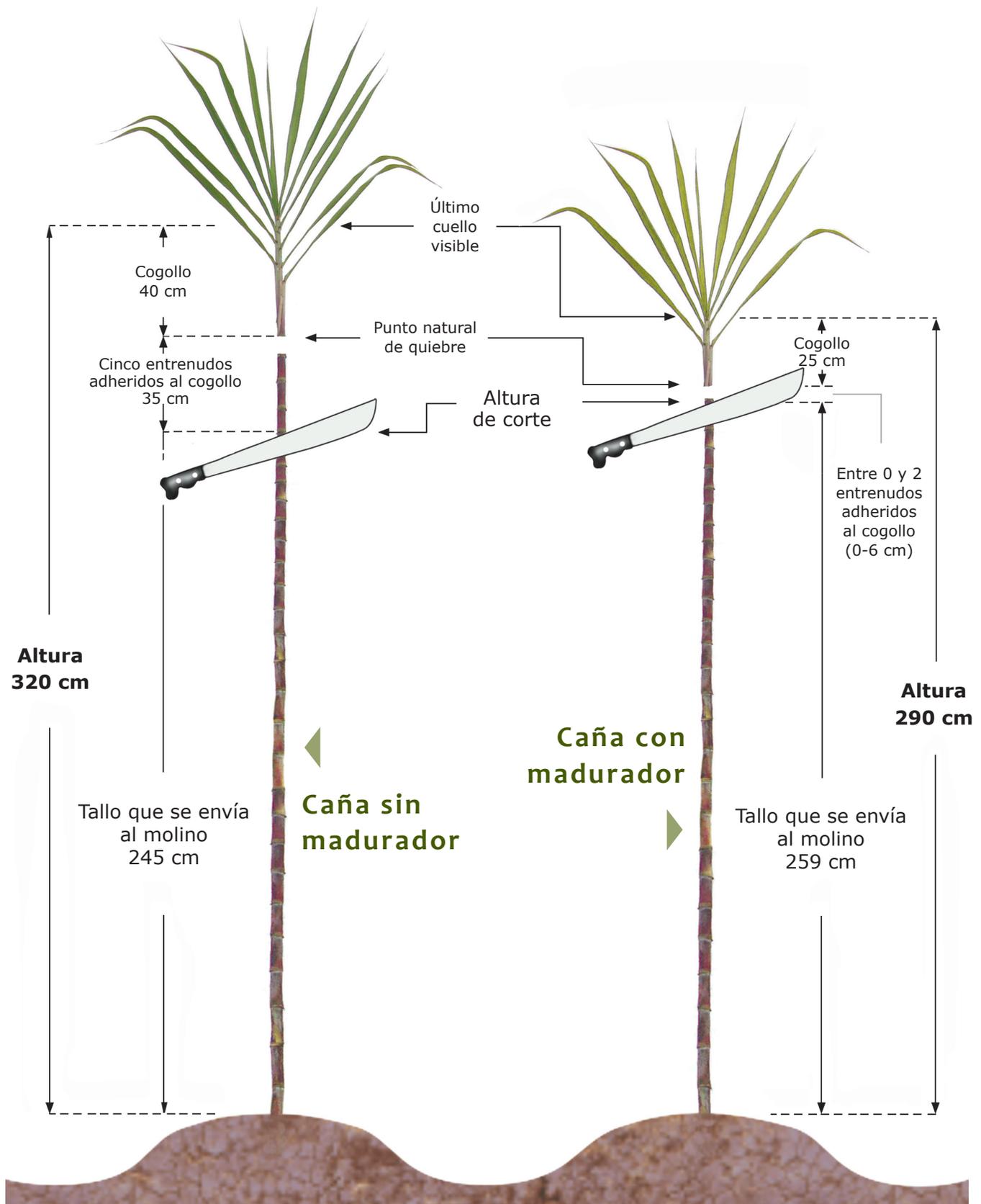


Figura 3. Diferenciación en la altura de corte de tallos de caña de azúcar sin aplicación de madurador y con aplicación.

La acción del madurador incrementa notoriamente el contenido de sacarosa en el tercio superior del tallo, lo cual justifica que el tallo con madurador se descogolle por el punto natural de quiebre o dejando hasta dos entrenudos adheridos al cogollo. Por su parte, en el tallo sin madurador los últimos entrenudos tienen un contenido muy bajo de sacarosa, lo cual obliga a un descogolle más bajo, de modo que unos cinco entrenudos queden adheridos al cogollo. Con esta diferenciación en la altura de corte, la longitud final del tallo con madurador que se envía al molino es mayor que la del tallo sin madurador.

Esta es la razón por la cual en muchos campos comerciales que han recibido la aplicación de madurador se reportan mayores producciones de caña en comparación con campos que no han recibido aplicación, tal como se evidencia en la Figura 4.

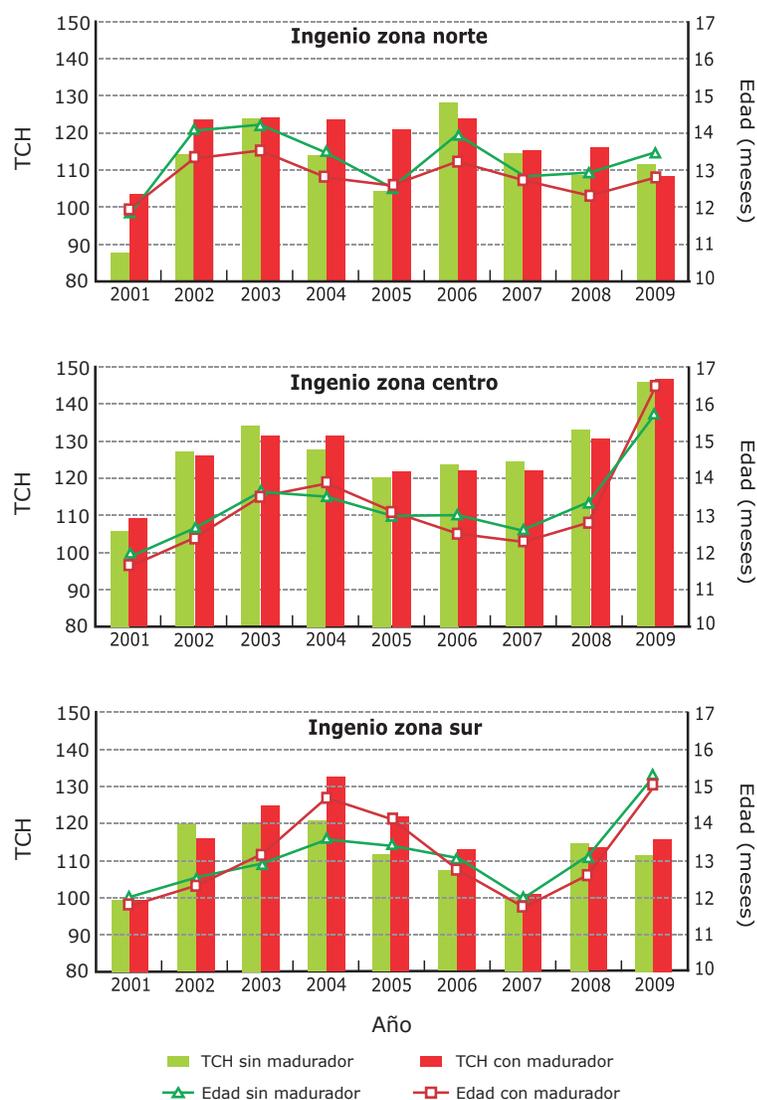


Figura 4. Producciones comerciales sin aplicación de madurador y con aplicación en tres ingenios del valle del río Cauca durante el período 2001–2009.

## Productos alternativos

Aunque los reguladores de crecimiento tienen una efectividad que favorece el aumento de la sacarosa en los tallos dado su modo de acción, con este tipo de maduradores existe el riesgo de causar daño al cultivo objeto de la aplicación o a cultivos vecinos, bien sea por errores en la aplicación o por dosificaciones inadecuadas del producto definidas sin tener en cuenta las condiciones de la planta, el suelo y el clima.

Cenicaña ha evaluado alternativas para inducir la maduración de la caña de azúcar mediante mecanismos completamente diferentes a la regulación del crecimiento, como es el caso del estímulo de los procesos fisiológicos en la planta que puedan mejorar la producción de sacarosa, su transporte y almacenamiento. Con este propósito se han evaluado productos que en su mayoría son fertilizantes foliares, entre los cuales se destacan las formulaciones a partir de algunos macroelementos como el potasio y el fósforo, algunos aminoácidos, microelementos y fitohormonas.

Dado que el potasio cumple funciones importantes en la planta en relación con los procesos de síntesis, desplazamiento y almacenamiento de azúcares, éste es uno de los principales componentes de los fertilizantes foliares evaluados en caña de azúcar con el propósito de conseguir incrementos en el contenido de sacarosa de los tallos. Entre los productos evaluados como posibles maduradores se encuentran Bioticón, K-Fol®, Agrofos-K®, Agroticón®, B-zucar® y Cosmomadurador®, que si bien producen incrementos en el contenido de sacarosa de los tallos que pueden alcanzar en el mejor de los casos de 0.5 a 0.8 unidades porcentuales, sus resultados distan bastante de los que se obtienen con los reguladores de crecimiento y por consiguiente su uso comercial se limita a aplicaciones en pequeñas áreas exploratorias.

No obstante la menor eficacia de los maduradores alternativos, Cenicaña continuará las investigaciones con este tipo de productos para determinar si dosificaciones diferentes a las que se han utilizado hasta el momento, cambios en los volúmenes de mezcla y en las épocas de aplicación, pueden contribuir a mejorar su eficacia y de esta forma contar con alternativas más amplias para la maduración de la caña de azúcar.

## Conclusiones

En el valle del río Cauca se cosecha la caña de azúcar a lo largo de todo el año y por tanto las condiciones en las cuales ocurre la maduración son muy variables. El contenido de sacarosa en los tallos depende en buena parte del ritmo de crecimiento que tengan los tallos durante el período de maduración, en lo cual tienen gran influencia la fertilidad del suelo, la disponibilidad de humedad y el tiempo climático, especialmente la precipitación, durante las últimas semanas del período de cultivo.

El uso de maduradores que actúan como reguladores de crecimiento evita que las reservas de sacarosa sean utilizadas por la planta en altas cantidades en los puntos de crecimiento durante el período final del ciclo del cultivo y permite obtener una mayor cantidad de sacarosa en los tallos al momento de la cosecha.

La selección adecuada del madurador y su dosificación de acuerdo con la variedad por aplicar, el tonelaje estimado al momento de la aplicación y la disponibilidad de humedad que tendrá el cultivo entre la aplicación y la cosecha, en lo cual se debe tener en cuenta el tipo de suelo y la precipitación esperada, son fundamentales para lograr el objetivo de recuperar una mayor cantidad de sacarosa sin afectar la producción de caña mediante la diferenciación en la altura de corte.

La excelente respuesta de la variedad CC 85-92 a los maduradores, que permite cosechar caña con altos contenidos de sacarosa, unida a la característica de una gran capacidad de crecimiento que le permite obtener altas producciones de caña, han hecho de esta variedad la de mayor producción de azúcar, razones por las cuales es actualmente la variedad más sembrada en el valle del río Cauca.

Colombia ocupa el primer lugar en productividad en términos de toneladas de azúcar por hectárea y por año entre los países productores de azúcar. Este lugar preponderante se ha alcanzado principalmente por la vía de producción de caña gracias a las condiciones favorables que hacen que los tallos crezcan permanentemente y a una tecnología de producción que involucra riego suplementario y un número importante de labores de cultivo que hacen que los costos de producción sean de los más altos. Para lograr una mayor rentabilidad se requiere aumentar el contenido de sacarosa al momento de la cosecha y en este sentido los maduradores reguladores de crecimiento son una gran ayuda. Se espera que mediante las investigaciones que adelanta Cenicaña se pueda contar en el futuro con productos alternativos eficientes que permitan lograr el mismo propósito con mecanismos de acción diferentes.

## Referencias bibliográficas

- Villegas T., F. y Arcila A., J. 2003. Maduradores en caña de azúcar. Manual de procedimientos y normas para su aplicación. Cenicaña, Cali. 66p. (Serie Técnica No.32)
- Villegas T., F. y Restrepo, L. 1997. Altura óptima de corte en caña con madurador. V.1, p.381-399. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar. 4. Memorias. Cali, Colombia. 24-26 septiembre. Tecnicaña, Cali, Colombia.
- Villegas T., F. y Torres, J.S. 1993. El madurante y la producción. Cenicaña, Cali. 4p. (Serie Divulgativa No.2)



## Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia - Cenicaña

Agroindustria unida en la investigación y el desarrollo

Cenicaña es una institución privada de carácter científico y tecnológico, sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de la agroindustria azucarera localizada en el valle del río Cauca. Su misión es contribuir por medio de la investigación, evaluación y divulgación de tecnología y el suministro de servicios especializados al desarrollo de un sector eficiente y competitivo, de manera que éste juegue un papel importante en el mejoramiento socioeconómico y en la conservación de un ambiente productivo, agradable y sano en las zonas azucareras.

Las actividades de investigación y desarrollo son financiadas por los ingenios azucareros y los cultivadores de caña a través de donaciones directas definidas cada año como un porcentaje del valor de la producción de azúcar.

Las áreas de investigación se enmarcan en tres programas: Variedades, Agronomía y Procesos de Fábrica. Los servicios de apoyo son: Información y documentación, Economía y Estadística, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología y Tecnología Informática. El Centro Experimental está ubicado a 3°13' latitud norte, a 1024 metros de altura sobre el nivel del mar. En este sitio la temperatura media anual es de 23.5 °C, la precipitación de 1160 mm y la humedad relativa de 77%.

La **Carta Trimestral** es una publicación periódica, editada por Cenicaña con el propósito de difundir información y conocimientos científicos y tecnológicos relacionados con el desarrollo de la agroindustria azucarera colombiana. Ofrece documentación resumida sobre los resultados generados por el centro de investigación y las experiencias de ingenios y cañicultores con las nuevas tecnologías, al tiempo que provee las referencias bibliográficas complementarias sobre cada tema. El primer volumen fue editado en 1978, y los cambios más significativos de diseño y concepto editorial se dieron en 1997 cuando la versión impresa comenzó a publicarse también en Internet.

Título: Maduración y crecimiento de la caña de azúcar

Autor: Fernando Villegas T.

Publicado en: Carta Trimestral. Cenicaña, 2010. v.32, nos. 1 y 2. p.47-54

© Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, 2010.

Centro Experimental: vía Cali-Florida, km 26  
Tel: (57) (2) 6876611 – Fax: (57) (2) 2607853w  
Oficina de enlace: Calle 58 norte no.3BN-110  
Apartado aéreo: 9138  
Cali, Valle del Cauca – Colombia

[www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)  
[buzon@cenicana.org](mailto:buzon@cenicana.org)