

EXPERIENCIA DE LA APLICACIÓN DE MADURANTES EN LA ZONA DE ABASTO DEL INGENIO EL POTRERO

EXPERIENCE OF THE APPLICATION OF RIPENERS SUPPLY IN THE ZONE OF INGENIO EL POTRERO

Ing. Luís Arturo Martínez Rivera Superintendente Técnico de Campo
Fideicomiso Ingenio El Potrero
tecnicocampo@ingpot.com

RESUMEN

La zona de abasto del Ingenio El potrero tiene en cultivo 25,000 hectáreas con una producción aproximada de de 1,650,000 toneladas de las cuales 770,000 toneladas se industrializan en el primer tercio de la zafra y ante la necesidad de usar madurantes químicos con la finalidad de incrementar la sacarosa debido a las condiciones de exceso de humedad que han prevalecido en las últimas zafras, el Comité de Producción y Calidad Cañera del Ingenio el Potrero tomo la decisión de llevar a cabo su propia experiencia en el uso de madurantes, un regulador de crecimiento Trinexapac-Ethyl (MODDUS) y un fertilizante foliar (PROMAS CAÑA + AGRIBAT).

La aplicación se realizó del 16 de octubre al 29 de octubre del 2014

La dosis empleada del Trinexapac-Ethyl fue de 1 L más 25 L de agua por hectárea, un mililitro de adherente por litro de agua utilizado y se aplico en 348.52 ha.

Y en caso de PROMAS CAÑA MAS AGRIBAT se utilizaron 5 L de Promas Caña más 5 L de Agribat por hectárea, aplicándose 679.81 ha.

El equipo utilizado para la aplicación fue un helicóptero con capacidad de 100 L por vuelo.

La superficie aplicada en su mayoría se llevo a cabo en la zona humedad en donde se tienen bajas concentraciones de sacarosa al inicio de la zafra y que comprenden las división Campos Ingenio – Potrero Viejo, La Concepción y parte de la División San Juan.

La aplicación se llevo a cabo en las principales variedades cultivadas CP 72-2086, MEX 69-290 y MEX 79-431.

Los resultados obtenidos:

En el caso de Trinexapac-Ethyl (MODDUS) hay respuesta en las tres variedades aplicadas, siendo de 0.97 % sacarosa de mas para el caso de la CP 72-2086, 0.70% de sacarosa de mas en la variedad MEX 79-431 y de 0.49 % de sacarosa de más en la variedad MEX 69-290.

En lo que respecta al tratamiento de PROMAS CAÑA MAS AGRIBAT no existió respuesta en ninguna de las variedades aplicadas.

Siendo la mejor alternativa Trinexapac-Ethyl (MODDUS) ya que se logro un incremento en la concentración de sacarosa que va 0 .49% en cañas de maduración media cosechada en el primer tercio de la zafra hasta 0.97% en cañas de maduración precoz.

Palabras Clave: Madurante, Sacarosa, foliar, Zafra.

SUMMARY

The zone of Ingenio El Potrero has 25,000 hectares under cultivation With An Estimated production of 1,650,000 tons of which 770,000 tons is industrialized in the first third of the zafra and to the need for use the chemical ripeners in order to increase the sucrose due to excess moisture conditions that have prevailed in recent zafra the Committee on Production and Quality sugarcane of Ingenio El Potrero made the decision to conduct his own experience in the use of ripeners a growth regulator Trinexapac-Ethyl (MODDUS) and a foliar fertilizer (PROMAS CAÑA + AGRIBAT).

The application was held from October 16 to October 29, 2014

The dose used was Trinexapac-Ethyl of 1 L plus 25 L of water per hectare, one milliliter of adherent per liter of water used and applied in 348.52 ha.

And in case PROMAS CAÑA + AGRIBAT used 5 liters of PROMAS CAÑA more 5 liters of AGRIBAT per hectare, applying 679.81 ha.

The equipment used for the application was a helicopter with a capacity of 100 L per flight.

The surface applied mostly took place in the area where humidity have low concentrations of sucrose at the beginning of the zafra and comprising the division Campos Ingenio – Potrero Viejo, the Concepción y part of División San Juan.

The application was carried out in the main cultivars CP 72-2086, MEX 69-290 and MEX 79-431.

The results:

For Trinexapac-Ethyl (MODDUS) response in three varieties applied, being 0.97% sucrose but for the case of CP 72-2086, 0.70% sucrose in the variety MEX 79-431 and 0.49% sucrose in variety MEX 69-290.

With respect to the treatment of PROMAS CAÑA more AGRIBAT there was no response in any of the varieties applied.

The best alternative Trinexapac-Ethyl (MODDUS) the increase in the concentration of sucrose is 0.49% in sugarcane of maturation medium harvested in the first third of the zafra to 0.97% in sugarcane of maturation precoz.

Keywords: Ripeners, Saccharose, Leaf, Zafra

INTRODUCCIÓN

La Agroindustria Azucarera por definición es producir azúcar como tal, sin embargo, es necesario puntualizar que la producción de azúcar está directamente relacionada con el tonelaje obtenido por unidad de área (Hectárea) y el rendimiento o contenido de sacarosa por unidad de peso (Toneladas) de caña molida.

Entre los factores naturales y agronómicos que limitan la maduración natural de la caña de azúcar se encuentran: la humedad del suelo, el nitrógeno y la temperatura ambiental, etc. factores que son difíciles de controlar sin la ayuda de un medio artificial, a menos que se cultive en ambientes dotados por la

naturaleza en que la planta acumula suficiente concentración de sacarosa como para hacer de la producción de azúcar una actividad altamente rentable. De esta forma es justificable y prácticamente imprescindible, el uso de productos químicos para inducir la acumulación de sacarosa y a la vez sincronizar la maduración de la caña de acuerdo con la programación de la cosecha. Esto ha generado la utilización de la tecnología de aplicación de madurante en el cultivo de caña de azúcar.

1.1 Maduración natural en caña de azúcar

La maduración de la caña de azúcar es un proceso metabólico, durante el cual la planta deja de crecer y comienza a conservar energía en forma de sacarosa, almacenándola en el tallo. La caña de azúcar presenta tres etapas en su ciclo de vida las cuales son: la vegetativa (va desde la germinación, formación de tallos, hasta el cese de su crecimiento y acumulación de la sacarosa y otras sustancias químicas), la reproductiva (formación y desarrollo de los órganos reproductivos) y la productiva. Se puede decir que la planta de caña durante su etapa de crecimiento se dedica principalmente a la formación de los tallos, o sea, los depósitos para ser llenados de sacarosa. Buenaventura, C (1986a).

La capacidad de la caña para producir azúcar depende de los factores ambientales (como precipitación, luminosidad y oscilación de la temperatura), manejo del cultivo y de la variedad empleada. Nájera, BG. 1992.

1.1.1 Fisiología de la maduración en la caña de azúcar

La planta de caña de azúcar requiere de un descenso de la temperatura ambiental que haga más amplio el rango entre la máxima temperatura diurna y la mínima nocturna, así como una reducción drástica de la humedad del suelo con el fin de reducir su ritmo de crecimiento e inducir la transformación en sacarosa los azúcares reductores que utiliza para proveerse de energía necesaria para su crecimiento y desarrollo.

Por otro lado, el ciclo vegetativo de la caña de azúcar comprende tres etapas que, con ligera variante de acuerdo con la variedad, se definen así: la primera corresponde al desarrollo de las cepas que va desde la germinación o brotación hasta que el campo cierra (5 a 6 meses de edad) y que es la etapa de mayor requerimiento de agua, estando el contenido en la planta arriba del 85% ; la segunda comprende la etapa de formación de sacarosa y se extiende del final de la primera hasta el inicio de la maduración, periodo en que la humedad del tallo debe de ser 78 a 80 %; la tercera etapa es la maduración propiamente, la que se inicia a los nueve meses de edad, necesiándose entre un 70 a 73 % de humedad en la planta para obtener una buena maduración.

Fisiológicamente, la maduración es un proceso metabólico en el cual la planta cesa su tasa de crecimiento vegetativo y empieza a acumular energía en forma de sacarosa en los tejidos parenquimatosos del culmo o tallo aéreo. SÁENZ SOTO, JO, 2004.

Las condiciones favorables para la maduración natural de la caña de azúcar son: períodos de poca lluvia, temperaturas bajas con oscilación entre el día y la noche de 11 °C y bastante luz solar en un periodo de 4 a 6 semanas antes de la cosecha. BUENAVENTURA, C (1986b).

Los factores más importantes en la maduración de la caña de azúcar, se pueden dividir en cuatro categorías: CHAVÉZ SOLERA, MA. (1981a)

A. Potencial de las variedades para acumular azúcar El ciclo del crecimiento y el potencial de las variedades para acumular azúcar, puede ser determinada por los genetistas a través de un programa de mejoramiento que permite obtener variedades con las características requeridas en cada región, por

ejemplo las variedades de Canal Point Cleaxiston desarrolladas en Florida, EE.UU., con alta capacidad de acumulación de azúcar y de ciclo corto, en tanto que las variedades desarrolladas en Barbados y Puerto Rico tienen periodo de crecimiento mucho más largo.

B. Mecanismos de acumulación de sacarosa en la planta

La invertasa ácida que está localizada en las paredes celulares del tallo, es responsable de la hidrólisis de la sacarosa en hexosas (glucosa y fructosa), a medida que el cultivo va madurando, la concentración de invertasa neutral comienza a aumentar.

C. Maduración en función de humedad, temperatura, luminosidad, edad e influencia de los nutrientes (cantidad y accesibilidad de nitrógeno y potasio)

D. Procesos anatómicos y morfológicos de la maduración

Los azúcares formados en la fotosíntesis como son, en su orden glucosa y fructosa, sufren un proceso de síntesis en el cloroplasto, para convertirse en sacarosa después de una serie de reacciones químicas catalizadas por enzimas presentes en su mayoría en el estroma de este organelo celular. La sacarosa se transloca entonces, de las hojas hacia el tallo y las raíces a través del tejido de conducción denominado floema. Ya en el tallo sigue un orden de acumulación en las células parenquimatosas o de distribución hacia las zonas de crecimiento en donde es desdoblada, fundamentalmente bajo la acción de la invertasa ácida, en los reductores, glucosa y fructosa que son los azúcares que pueden ingresar al proceso de respiración celular donde se degradan para producir la energía necesaria para el crecimiento y desarrollo de las células jóvenes.

Una vez ingresada al tejido parenquimatoso del tallo, la sacarosa, bajo la acción de la invertasa neutra, se desdobra en glucosa y fructosa, pero inmediatamente, por la acción de un proceso de fosforilación, da origen de nuevo a la sacarosa que se almacena en las células del mencionado tejido.

El almacenamiento de sacarosa en el tallo sigue un patrón basipétalo, es decir el azúcar se mueve hacia abajo y se va acumulando en los entrenudos inferiores, disminuyendo su concentración a medida que se asciende hacia el tercio superior del mismo. CHAVÉZ SOLERA, MA. (1981b)

La concentración de sacarosa difiere de un tipo de tejido a otro, según sea este, tejido joven o maduro, estando influenciada por la presencia de diferentes invertasas (enzimas) y por los requerimientos de energía para el crecimiento.

En los tejidos jóvenes, en donde la expansión rápida de las células en común, las exigencias de grandes montos de energía, requieren que la sacarosa sea hidrolizada rápidamente por la acción de la invertasa ácida produciendo glucosa y fructosa que, a través del proceso de respiración celular propician la energía necesaria para el proceso de crecimiento. Por otro lado en los tejidos maduros, en donde el crecimiento y el desarrollo celular son mínimos, se reduce drásticamente la concentración de la invertasa ácida, predominante más bien la invertasa neutra, que aparentemente se localiza en el citoplasma y que promueve la acumulación de la sacarosa en la vacuola. CHAVÉZ SOLERA, MA. (1981c)

1.2 Maduración a través de compuestos químicos en la caña de Azúcar

1.2.1 Definición de madurante

Un madurante es un compuesto orgánico, que en pequeñas cantidades, inhibe, fomenta o modifica de alguna forma, procesos fisiológicos de la planta. En caña de azúcar el madurante actúa como un regulador de crecimiento que permite una mayor concentración de sacarosa.

De acuerdo con Gonzales, citado por ORTIZ GARZO, JM. 2003. el termino correcto es madurador (que hace madurar), sin embargo, en la revisión de literatura aparece como madurante (participio activo de madurar, que madura). El proceso de maduración en la caña de azúcar, puede inducirse imponiendo a la planta condiciones de déficit o estrés, las principales condicionantes de dicho déficit que se relacionan con la maduración son: la falta de nutrientes (especialmente de nitrógeno), la humedad del suelo, la temperatura imperante en el ambiente y la retención del crecimiento por medio de madurantes químicos.

El Comité de Producción y Calidad Cañera del Fideicomiso Ingenio El Potrero preocupados por la caída de la producción de caña (ton/ha) y azúcar producida, en los últimas zafras, se han visto en la tarea buscar, evaluar y adoptar nuevas prácticas y técnicas que permitan mantener y/o mejorar la calidad de la materia prima y por consiguiente la productividad de cada predio cañero.

Por esta razón en el mes de octubre del 2014 el Comité de Producción y Calidad Cañera sancionó y autorizó llevar a cabo la aplicación de dos maduradores en cañas tempranas y medias con el objetivo de evaluar sus efectos sobre la caña de azúcar en la zona de abasto de este ingenio y generar nuestra propia experiencia.

1.3 Trinexapac-etil (Moddus).

1.3.1 Definición

Representa una nueva clase de reguladores de crecimiento, desarrollado para su uso como madurante de caña de azúcar que estimula el aumento del contenido de sacarosa en los tallos.

Pertenece al grupo químico de los ciclohexano o ciclohexadiona, derivados de ácido carboxílico, que su nombre químico es 4 (ciclopropil-un-metilen-hidroxi-3 ,5-éster etílico del ácido dioxociclohexanocarboxílico). Este producto tiene el nombre común de trinexapac-etil o etilo trinexapac y Moddus es el nombre comercial, registrados por CIBA AGRO, 250 g / l de ingrediente activo.

La inhibición de la elongación de los entrenudos superiores de la caña, no afectan al sistema de raíces, ya sea en duración o volumen. Trinexapac-etil se absorbe, predominantemente a través de las hojas y brotes terminales, casi en su totalidad durante las primeras 24 horas. Un fitoregulador que no se absorbe en ese tiempo, sufre una rápida degradación.

La translocación es rápida, con síntomas de inhibición de crecimiento en la planta 48 horas después de aplicado.

Cuando cae al suelo se hidroliza rápidamente (aproximadamente en 8 horas) para formar ácido, que se caracteriza por tener vida media de 20 días. En tres meses, todos los productos del suelo se liberan en forma de CO₂.

La fotooxidación sobre la superficie del suelo, por lo general depende de la humedad: en tierra húmeda 8 horas, mientras que en suelo seco el aire puede llegar a 288 horas. Dr. Domingo R. (1995).

Por otra parte, es un producto volátil, independientemente de la humedad del suelo.

1.3.2 Composición.

Trinexapac etil 17 250 g/L (25% p/V)

Materia Inerte 750 g/L

(Grupo químico: Ciclohexanodiona)

Concentración: 250 gramos por litro de producto comercial

Formulación: Concentrado emulsionable (EC)

1.3.3 Modo de acción

El Trinexapac etil es absorbido principalmente por hojas y brotes, siendo luego translocado a las zonas en crecimiento (meristemáticas) donde inhibe la elongación de los entrenudos, favoreciendo la concentración de sacarosa en la planta, sin afectar su sistema radicular.

1.3.4 Modo de empleo

El tanque del equipo aplicador se llena con agua hasta la mitad de su capacidad, agregar la cantidad calculada de trinexapac etil y luego completar el volumen requerido de agua.

Es importante agitar la mezcla durante su preparación en la aplicación.

1.4 PRO MAS CAÑA®

1.4.1 Definición

Es un inductor de productividad que impacta en una gran diversidad de beneficios direccionados a elevar la calidad industrial de la caña de azúcar (concentración de sacarosa). PRO MAS CAÑA®, usa una balanceada composición que coincide en diferentes principios fisiológicos para mejorar los procesos metabólicos de la caña de azúcar. PROMAS CAÑA®, estimula la formación de traqueidas, las cuales son estructuras del sistema vascular, que están constituidas principalmente de ácido orto silícico y se les localiza en el interior de toda la planta desde las raíces, pasando por tallos y hojas, sirviendo entre otras funciones, como conductos por los que fluyen nutrimentos y la sacarosa hacia el tallo, siendo este último concepto el motivo principal que favorece que se acumule más sacarosa en los tallos. Potencializado, con una reformulación específica para las condiciones de producción propias del Golfo de México, en su utilización como Madurante.

Tabla I

1.4.2 Composición

PQT MADURADOR PRO MAS CAÑA + AGRIBAT

COMPOSICIÓN GARANTIZADA	% en peso
Nitrógeno (N)	4.29 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	4.7 %
Potasio (K ₂ O)	3.90 %
Materia Orgánica	20.77 %
Ácidos Húmicos	4.21 %
Ácidos Fúlvicos	5.02 %
Calcio (CaO)	3.10 %
Magnesio (MgO)	5.26 %
Hierro (Fe)	0.232 %
Zinc (Zn)	2.34 %
Manganeso (Mn)	0.024 %
Boro (B)	2.88 %
Cobre (Cu)	0.23 %
Azufres (S)	0.30 %

1.4.3 QUE ES PROMASCAÑA?

Es la síntesis tecnológica de varias culturas del mundo, conjugando las experiencias de algunos países vanguardistas en la actividad agroindustrial del azúcar (Brasil, Australia, Cuba, Colombia) como es el caso de la utilización de las oligosacarinas y el ácido ortosilícico.

1.4.4 PARA QUE SIRVE?

- 1.-Para uniformizar numero de tallos durante el amacollo y reducir el número de mamones (mas ton/ha).
- 2.- Para incrementar sacarosa (mas azúcar por ton/ de caña).Aplicaciones aéreas.

MATERIALES Y METODOS

La aplicación se realizó del 16 de octubre al 29 de octubre del 2014

La dosis empleada del Trinexapac-Ethyl fue de 1 L más 25 L de agua por hectárea, 1 ml de adherente por litro de agua utilizado y se aplico en 348.52 ha.

Y en caso de PROMAS CAÑA MAS AGRIBAT se utilizaron 5 L de Promas Caña más 5 L de Agribat por hectárea, aplicándose 679.81 ha.

El equipo utilizado para la aplicación fue un helicóptero Modelo Bell 206 con 33 boquillas de numeración 03, espacio entre boquillas de 15 cm, con dos tanques cada uno con capacidad de 200 L por vuelo, un gasto de 25 L/ha y a una altura de 1.5 a 2.00 m de altura sobre el follaje de la caña.

La superficie aplicada en su mayoría se llevo a cabo en la zona humedad en donde se tienen bajas concentraciones de sacarosa al inicio de la zafra y que comprenden las división Campos Ingenio – Potrero Viejo, La Concepción y parte de la División San Juan.

La aplicación se llevo a cabo en las principales variedades cultivadas y cosechadas durante el primer tercio de la zafra CP 72-2086, MEX 69-290 y MEX 79-431.

Características generales de la zona

Se encuentra ubicada en latitud Norte 8°53'05". Longitud Oeste 96°47'15" y una altitud de 500 m.s.n.m.

Tiene un clima Húmedo Aw1, con lluvias en verano desde finales de Mayo hasta principios de Octubre y un periodo de secas de Enero a Mayo. García, (1973). La lluvia promedio anual es de 1, 677 mm, horas sol de 1, 797, temperatura máxima de 30.8 °C, temperatura mínima de 19.8°C, humedad relativa de 73%, se tiene considerado el año 2010 el más lluvioso con 2, 208 mm y el año 2002 el menos lluvioso con 1, 369 mm.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el caso de Trinexapac-Ethyl (MODDUS) hay respuesta en las tres variedades aplicadas, siendo de 0.97 % sacarosa de mas para el caso de la CP 72-2086, 0.70% de sacarosa de mas en la variedad MEX 79-431 y de 0.49 % de sacarosa de más en la variedad MEX 69-290.

En lo que respecta al tratamiento de PROMAS CAÑA mas AGRIBAT no existió respuesta en ninguna de las variedades aplicadas.

Siendo la mejor alternativa Trinexapac-Ethyl (MODDUS) ya que se logro un incremento en la concentración de sacarosa que va 0 .49% en cañas de maduración media cosechada en el primer tercio de la zafra hasta 0.97% en cañas de maduración precoz.



Gráfica No.1 Respuesta de madurantes en las principales variedades cultivadas

COSTO BENEFICIO

Bases para el cálculo

Ton de azúcar = \$ 7, 430.00

57 % = \$ 4, 235

Punto de karbe = \$ 4.2351

% de sacarosa = 13.602

Karbe = 119.095

\$ ton de caña = \$ 504.379

Un punto de sacarosa = 8.7556 puntos de karbe

incremento de sacarosa por efecto de madurante

.72 de sacarosa = 6.3040 puntos de karbe

6.3040 karbe x 4.2351 = \$ 26.6980/ ton de caña
 \$ 26.6980 x 61.00 ton rend prom de la zafra = \$ 1, 628.578/ ha

INVERSIÓN:

Costo del producto \$ 750.00
 Costo de aplicación \$ 250.00
 Total \$ 1, 000.00

UTILIDAD NETA

\$ 628.578 por hectárea tratada

Dividido entre el rendimiento promedio obtenido en la zafra que fue de 61 ton, la utilidad por tonelada de caña tratada fue de \$ 10.3045

EJERCICIO SI SE HUBIERAN TRATADO 500,000 TON

La utilidad seria = \$ 5, 152,250.00

Que dividido entre la producción total de la zafra 2014/2015

1, 580,448 ton = \$ 3.2599 por ton de caña industrializada

Que multiplicado por el rendimiento promedio obtenido de 61 ton en la zafra 2014/2015 seria de \$ 198.8539/ha

CONCLUSIONES

- El producto Promascaña más agribat no incremento la concentración de sacarosa.
- Se logró un incremento de .72 % de sacarosa con el producto Moddus.
- El incremento de sacarosa equivale a 6.322 puntos de karbe.
- El incremento en el karbe representa \$ 26.773 por tonelada de caña.
- La utilidad por tonelada de caña multiplicada por el rendimiento promedio de 61 ton/ha logrado en la zafra 2014/2015 es de 1,633.153 por hectárea aplicada.
- Descontando el costo del producto y de la aplicación que hacen un total de \$ 1,000/ha, la utilidad neta es de \$ 633.153/ha tratada.
- Los mejores resultados se obtuvieron 60 días después de la aplicación.
- En la variedad Mex 79-431 se observo la mejor respuesta al madurante Moddus.

REFERENCIAS

1. Buenaventura, C 1986. Control de la maduración de caña de azúcar. Memorias. Ed. Por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Tecnicaña. P. 299-308
2. Nájera, BG. 1992. Diagnostico del manejo y funcionamiento de la sección de madurantes e inhibidores de la floración en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) en la empresa.

3. Pantaleón S.A. en Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, P. 48
4. SÁENZ SOTO, JO, 2004. Experiencias en la optimización de la maduración inducida en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) en Guatemala.USAC P. 59
5. CHAVÉZ SOLERA, MA. 1981. La maduración su control y la cosecha de la caña de azúcar. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. P. 40.
6. BERTSCH HERNÁNDEZ, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José. Costa Rica, ACCS. P. 157
7. ARCILA, J.; VILLEGAS, F. Uso de madurantes. En: CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona Azucarera de Colombia, Cali,CENICAÑA, 1995. P.315-335.
8. ORTIZ GARZO, JM. 2003. Evaluación de tres productos químicos a tres dosis aplicados como madurantes en caña de azúcar. USAC P. 80
9. Dr. Domingo R. (1995).”Fisiología de caña de azúcar” Universidad de Estadual Paulista Institude Biociencias, Campus de Botucatu, Brazil. P 68-81.
10. Clements, H. F. (1959): Recent developments in crop logging of sugar cane. Proc. 10. Cong. ISSCT. pp. 522 - 529.
11. EEAO. (2006): Líneas de trabajo existentes debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo. Azúcar Tucumán. Profecyt. Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Argentina.
12. Nickell, L.G y D.T. Takahashi. (1972): A review of chemical ripening studies with sugar cane in Hawaii .Report Hawaiian Sugar Technol. P 47.
13. Real, G. C. J., 2013. “Estudio de trinexapac–etil (MODDUS® 250 CE) Como madurador de la caña de azúcar (*Saccharum spp Híbrido*), en condiciones de temporal del Ingenio Central Motzorongo, S. A. DE C. V.” Tesis de Maestro FCBA, Córdoba, Universidad Veracruzana.