



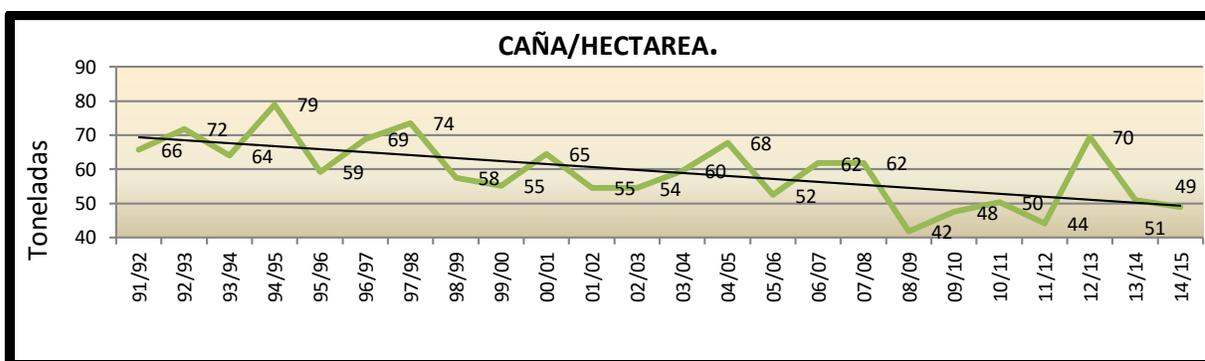
## Ingenio La Margarita, S.A. de C.V.

Sistema de Gestión de la Calidad e Inocuidad

### EFFECTOS DEL EXCESO DE TIERRA EN CAÑA

Las labores de siembra de caña rompen las capas compactas de suelo, para que tenga una penetración profunda de agua y raíces, dichas labores aunadas a la erosión natural ocasionan que se forme una capa de tierra suelta que es fácilmente removible durante la cosecha al no usar contenedores, la alzadora al levantar la caña sustrae la tierra del suelo y la deposita junto con la caña en los vehículos que la trasladan del campo a la fábrica.

Esta operación ocasiona que los campos pierdan los mejores suelos, disminuyan los rendimientos de toneladas de caña por hectárea o bien aumentan el costo de producción al tener que incrementar las aplicaciones de agroquímicos. La tierra que ingresa a la fábrica en la caña se integra con el bagazo y jugo, al tener contacto con equipos y componentes acelera su desgaste ya que estos sufren los efectos de fricción, impacto y velocidad, aumentando el costo de producción al realizar durante la zafra una mayor cantidad de horas de mantenimiento y cambiar componentes con mayor frecuencia en comparación con aquellos ingenios que cosechan utilizando contenedores.



Ingenio La Margarita, las últimas tres zafra cuantifica la tierra separada por los equipos de limpieza en batey y se determina el % de tierra en jugo mezclado:

Zafra	Tierra pagada como caña:		
	Batey	Jugo mezclado	Total
2012-2013	6,256	15,989	22,245
2013-2014	7,123	13,869	20,992
2014-2015	8,852	15,925	24,777

De acuerdo a Doran (1996), el suelo tarda en formarse de 100 a 400 años por centímetro de cubierta fértil. El presente trabajo pretende crear conciencia del daño que se provoca a la madre tierra, recurso no renovable y el excesivo mantenimiento que obligadamente damos a los equipos de fábrica.

**Quím. Ma Teresa Ibarra Araujo**  
Ingenio La Margarita S.A. de C.V.



EMPRESA  
SOCIALMENTE  
RESPONSABLE

## EFFECTS OF LAND IN EXCESS OF SUGAR CANE

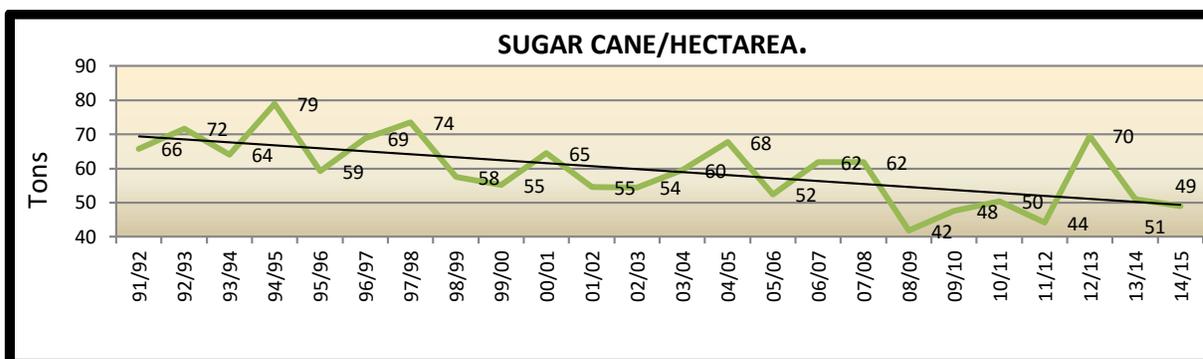
Km. 69 FFCC Córdoba-Tierra Blanca. Estación Vicente, Oaxaca. C.P. 68422  
Tel: 01(274)-748-0700 Fax: 01(274)-748-0709. www.lamargarita.com.mx  
R.F.C. IMA 810827 V67. IMSS 78-04-1024-10-6

ISO 9001 - ISO 22000  
BUREAU VERITAS  
Certification



erosion cause a layer of loose soil that is easily removable during harvest is formed by not using containers, the collator at raise sugar cane some land is subtracted from the ground and deposited with sugar cane in vehicles that move from field to factory.

This operation causes the field to lose the best soils, reduce the performance of tons of sugar cane per hectare or increase the production cost by having to increase the application of agrochemicals. The land that enters the factory on sugar cane integrates with bagasse and juice by contact with equipment and components accelerates wear as these suffer the effects of friction, impact and speed, increasing the cost of production to be carried out during the harvest a larger number of maintenance hours and more frequently changing components compared to those using container harvested mills.



Ingenio La Margarita, during the last three harvests quantifies the segregated land by Cleaning equipment batey and the % of land is determined in mixed juice:

Harvest	Land paid as sugar cane:		
	Batey	Mixed Juice	Total
2012-2013	6,256	15,989	22,245
2013-2014	7,123	13,869	20,992
2014-2015	8,852	15,925	24,777

According to Doran (1996) to form the ground take about 100 to 400 years fertile centimeter cover. This paper aims to raise awareness of the damage to Mother Earth is raised, non-renewable resource and excessive maintenance necessarily we give the factory equipment.

**Quím. Ma Teresa Ibarra Araujo**  
**Ingenio La Margarita S.A. de C.V.**

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia productiva de los ingenios azucareros se mide por la relación entre el porcentaje del azúcar recuperada en Fábrica y el porcentaje de sacarosa contenido en la caña de azúcar procesada, sin lugar a dudas las pérdidas en general de la fábrica tienen un papel preponderante en el alcance de una aceptable eficiencia productiva y por ende en una mayor rentabilidad económica, la cosecha y la calidad de la caña de azúcar en este aspecto es de vital importancia. Con la intensa mecanización hoy en día del campo y aunada a la insuficiente capacidad de lavado de la caña, se entregan grandes cantidades de materias extrañas junto con la caña de azúcar a ser industrializada, las materias extrañas de campo incluyen principalmente tierra, hojas, puntas, tallos muertos y raíces. La eficiencia, costo y productividad del campo se ven disminuidos notablemente al perderse los mejores suelos mismos que tardan hasta 4 siglos en formarse.



*Figura 1. Cepas de caña con tierra en batey.*

La materia extraña en la caña de azúcar que se entrega a las factorías azucareras puede clasificarse como fibrosa y terrosa, la materia extraña fibrosa consiste en puntas de caña, hojas y raíces, la materia extraña terrosa consiste en tierra y lodo. Los porcentajes altos de lodo y tierra ocasionan una menor eficiencia en las estaciones de molienda, clarificación y calderas provocando desgaste de equipos. La búsqueda de sistemas de bajo costo para la limpieza de la caña de azúcar se ha convertido en un gran referente de los ingenios azucareros para elevar su productividad y eficiencia tanto en campo como en fábrica.

*Figura 2. Exceso de Tierra en camión cañero.*



## DESGASTE DE EQUIPOS Y SUS EFECTOS POR EXCESO DE TIERRA EN CAÑA.

La tierra es causa de severos problemas de desgaste en la preparación y molido de la caña así como en bombas, tuberías, estación de clarificación, ventiladores, mazas cañeras, peines, flechas, machetes y cuchillas. Está claramente demostrado que la caña con un alto contenido de tierra ocasiona un desgaste significativo en los equipos de molienda y de calderas, de igual manera provoca que el bagazo disminuya su poder calorífico por llevar gran cantidad de tierra (arenillas y arcilla), la cual hace un efecto de apagado en los hornos de las calderas, disminuyendo su capacidad de generación.

La cantidad de Tierra en caña aumentó significativamente en nuestro ingenio en esta Zafra 2014-2015 teniendo efectos adversos en equipos, maquinaria y proceso.

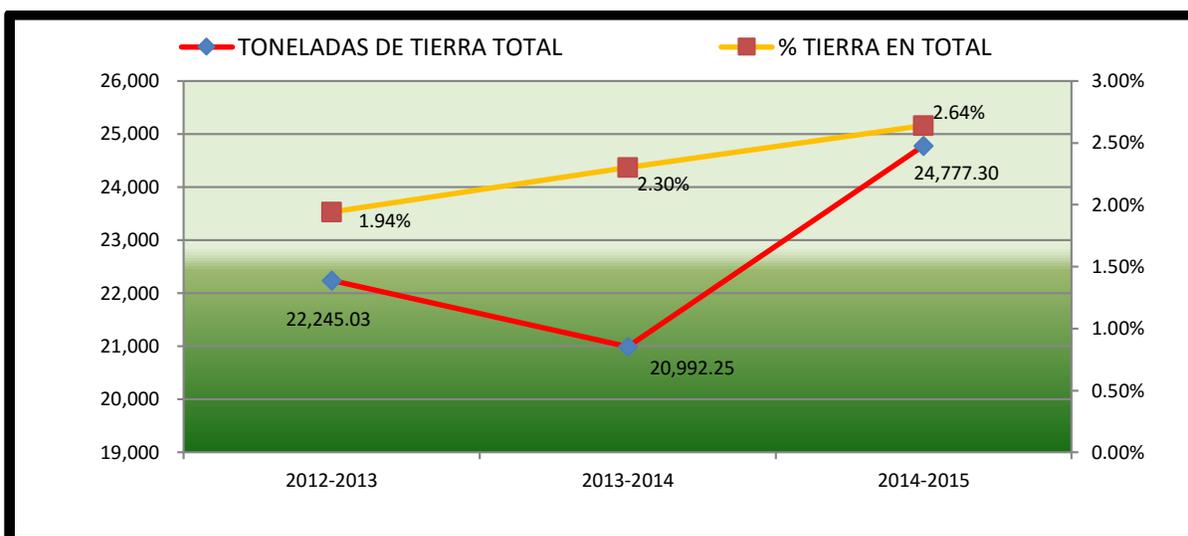


Gráfico 1. Exceso de tierra en caña en las últimas tres zafras.

Los efectos más significativos se pudieron observar en el desgaste de los equipos de preparación de caña como lo son los machetes de juegos de cuchillas y los martillos de la desfibradora, teniendo que realizar paros cada dos semanas o antes para cambiarlos, en otras factorías no se cambian estos elementos en todo el período de zafra al tener caña limpia.



Figura 3. A la izquierda machete del segundo juego de cuchillas fracturado y desgastado por el exceso de tierra, a la derecha se observa un martillo de la desfibradora con desgaste.



Figura 4. A la izquierda cuchilla central desgastada por exceso de tierra, a la derecha cuchilla central nueva.



Figura 5. A la izquierda daños en carcasa y rotor de ventilador de tiro inducido por exceso de tierra, a la derecha tierra sacada de horno de calderas.

De igual manera el número de paros programados para mantenimiento preventivo y correctivo se incrementan considerablemente por los desgastes ocasionados en los equipos por el exceso de tierra, teniendo más días de zafra de los programados aumentando los costos de producción y elevando las pérdidas por inversión de sacarosa principalmente en los materiales de baja densidad como lo son el jugo clarificado, llegándose a perder hasta cuatro toneladas de sacarosa solo por este concepto al detener el proceso de elaboración.

Concepto	Tiempo perdido (Horas)	Costo de una hora de tiempo perdido (Pesos)	Costo total (Pesos)
Más tiempo perdido por mayor cantidad de paros técnicos	28	56,876.00	1,592,528
Horas de paro de molienda por revoltura en clarificador	23.7	56,876.00	1,347,961
Horas de paro de molienda por piedras en caña	4	56,876.00	227,504
Total costo por tiempos perdidos causados por el exceso de tierra	55.7	56,876.00	3,167,993

Tabla 1. Tiempos perdidos causados por el exceso de tierra y piedras

Concepto	Costo de reposiciones (Pesos)
Primer juego de cuchillas	567,345.00
Segundo juego de cuchillas	414,948.00
Desfibradora	823,188.00
Mazas	4,344,780.00
Peines	367,752.00
Ventiladores Tiro Inducido	1,774,000.00
Total	8,292,013.00

Tabla 2. Costos mayores de mantenimiento en los equipos por exceso de tierra en caña

Los efectos del exceso de tierra en los clarificadores son: alta turbiedad, revoltura, alto amperaje en motor de la transmisión, tiempo perdido, mala calidad y recuperación deficiente del producto final



Figura 6. A la izquierda Tierra en el interior del clarificado tipo Wabinda, a la derecha tierra desalojada por el cono inferior del clarificador tipo Wabinda

### INCREMENTO DE LAS PERDIDAS EN FÁBRICA POR EXCESO DE TIERRA EN CAÑA

Las materias extrañas principalmente tierra afectan las pérdidas de recuperación y la pureza de la miel final, lo anterior se complementa en muchas ocasiones con la alta producción de mieles por diferentes factores como lo son el rezago en la caña de azúcar que se va a procesar o por paros prolongados en fábrica por mantenimientos programados y emergentes.

Pureza de la miel final de la caña limpia	% Materia extraña incluyendo tierra	Incremento de la pureza (% de materia extraña incluyendo tierra)	Pureza de la miel final de caña con materia extraña incluyendo tierra
31	3	2.3	33.2
31	5	3.8	34.8
31	7	5.3	36.3
31	9	6.8	37.8
31	11	8.3	39.3
31	13	9.8	40.3
31	15	11.3	42.3
31	17	12.8	43.8

Tabla 3. Pureza de la miel final

<b>% Materias extrañas incluyendo tierra</b>	<b>Pérdidas de recuperación (% de Azúcar de 96%)</b>
3	1.8
5	3.1
7	4.5
9	6.0
11	7.7
13	9.1
15	11.5
17	13.6

*Tabla 4. Pérdidas en la recuperación*

La miel final es el subproducto del proceso de elaboración de azúcar que más pérdidas genera, el procesar caña limpia y fresca ayuda en gran medida a disminuir esta pérdida y aumentar la eficiencia de fábrica.

El peso del jugo mezclado incluye asimismo el peso de la tierra del campo. Si no se descuenta este peso, se reflejará en la pérdida indeterminada que puede ascender a valores alarmantes, el descontar la tierra del jugo mezclado que se pesa para el control y balance de la fábrica es una práctica que no se lleva a efecto en nuestro país, las pérdidas son altas por este concepto en nuestro ingenio.



*Figura 7. A la izquierda medición en un cono de sedimentación de la tierra presente en el jugo mezclado, a la derecha cantidad de tierra obtenida base seca en un litro de jugo mezclado misma que fue del 2.5 % en peso.*

Las pérdidas indeterminadas en nuestro ingenio se incrementaron de 0.235% a 0.329% por efectos del aumento de tierra que se tuvo en la última Zafra. Todo el control de la fábrica azucarera depende de la exactitud del peso del jugo mezclado, por lo que es menester un cuidado extremo en esta estación a fin de evitar incluso los errores más pequeños, particularmente aquellos que tengan la tendencia a volverse acumulativos. Es de vital importancia llevar un correcto control en la estimación de la tierra en este concepto y no contabilizar sacarosa que no existe. La producción normal de cachaza es en promedio de 30 kg por cada tonelada de caña que se muele esto es en porcentaje un tres por ciento de cachaza por ciento caña. Lo adicional a este tres por ciento de cachaza por ciento caña son impurezas en exceso que están presentes en la materia prima principalmente tierra que generan pérdidas excesivas en el proceso.

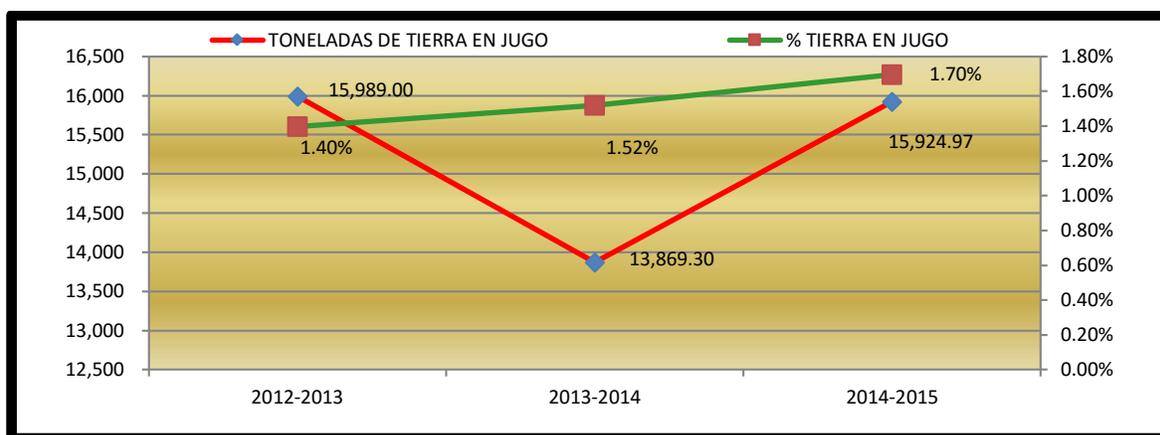


Gráfico 2. Cantidad de tierra en jugo mezclado en las últimas tres zafras.

### AFECCIÓN EN EL PAGO DE LA MATERIA PRIMA POR EL EXCESO DE TIERRA EN CAÑA.

Las grandes cantidades de tierra en caña saca de balance a la ecuación fundamental (Caña + agua= jugo + bagazo), la tierra del campo presente en la caña aumentará el peso del jugo mezclado a menos que se deduzca el sedimento, esto da por resultado una inexactitud en el peso del bagazo calculado por diferencia de la ecuación fundamental, el efecto que también se observa es la baja extracción y aumento de la fibra teórica esto al ser la tierra parte de la caña bruta que entra por básculas y a la cual no se le puede extraer ni la más mínima cantidad de jugo, la pol en caña se ve afectada considerablemente por este concepto. El mantener los niveles de materias extrañas lo más bajos posible debe interesar en demasía al agricultor. Tanto ingenios como productores de caña deben buscar metodologías que lleven a disminuir a niveles aceptables las cantidades de tierra y otras materias extrañas. Existe una pérdida extremadamente grande del azúcar recuperable asociada con la caña mal cortada y sucia.

La calidad del jugo mezclado es un factor importantísimo en la determinación del KARBE (Kilogramos de azúcar recuperable base estándar) mismo que determina en conjunto con el precio del azúcar a nivel nacional el precio de la tonelada de caña. Esta calidad se ve seriamente afectada por la tierra al disminuirle su porcentaje de sacarosa y su pureza hasta en más de dos puntos porcentuales, esto afecta considerablemente al productor. El grado de afectación de la calidad del jugo estará dado por la cantidad de tierra que presente.

<b>Analíticos con y sin tierra en jugo mezclado</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Bx</b>	<b>Pol</b>	<b>Pureza</b>
Jugo mezclado con tierra	15.985	13.429	84.010
Jugo mezclado sin tierra	15.755	13.589	86.252

Tabla 5. Datos analíticos de jugo mezclado con tierra y sin tierra

KARBE NETO OBTENIDO SIN HACER DEDUCIBLE LA TIERRA PESADA EN BASCULAS DE JUGO MEZCLADO.											
ZAFRA	TONS CAÑA	TONS DE JUGO MEZCLADO	TONS AGUA IMBIBICION			EXTRACCIÓN JUGO MEZCLADO	KARBE NETO OBTENIDO	PRECIO kg DE AZUCAR	57% PART CAÑEROS	PRECIO CAÑA	COSTO TOTAL CAÑA
2014-2015	939,339.2	915,228.0	254,071.0			97.433	118.39	\$ 7.43	\$ 4.24	\$ 501.41	\$470,990,478
KARBE NETO OBTENIDO HACIENDO DEDUCIBLE DEL PESO DE JUGO MEZCLADO LA TIERRA PESADA EN BASCULAS DE JUGO MEZCLADO.											
ZAFRA	TONS CAÑA	TONS DE JUGO MEZCLADO	TONS AGUA IMBIBICION	TONS DE TIERRA PESADAS EN BASCULAS DE JUGO MEZCLADO	% TIERRA JUGO MEZCLADO	EXTRACCIÓN JUGO MEZCLADO % CAÑA	KARBE NETO OBTENIDO	PRECIO kg DE AZUCAR	57% PART CAÑEROS	PRECIO CAÑA	COSTO TOTAL CAÑA
2014-2015	914,561.9	899,303.0	254,071.0	15,925.0	1.74%	98.33	122.52	\$ 7.43	\$ 4.24	\$ 518.88	\$474,544,190
ZAFRA	AL HACER DEDUCIBLE LA TIERRA EN JUGO Y TIERRA EN BATEY, SE DISMINUYE LA CAÑA MOLIDA, POR LO TANTO INCREMENTA NOTABLEMENTE EL KARBE NETO, AL SER MAYOR LA POL EN CAÑA					DIFERENCIAS					DIFERENCIA
2014-2015							-4.125				-\$3,553,711

Tabla 6. Diferencias de KARBE con y sin tierra en el jugo mezclado.

El ingenio también se ve afectado al pagar la tierra que entra por las básculas como caña.

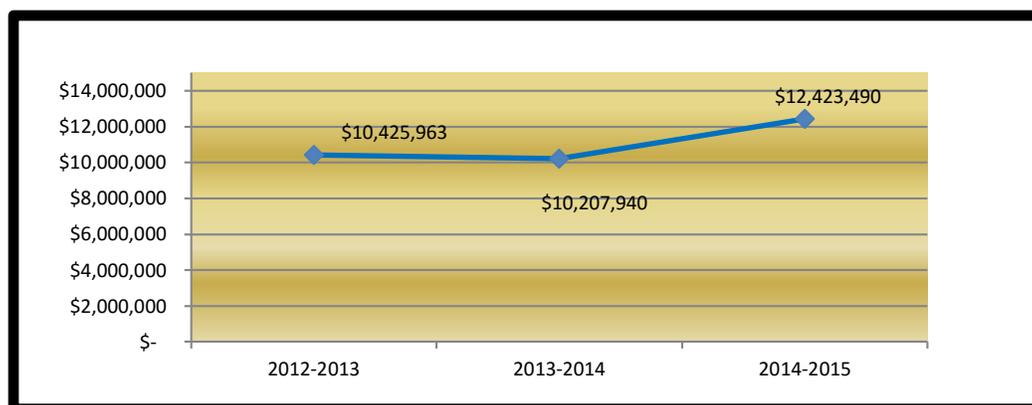


Grafico 3. Costo de la tierra pagada como caña en las últimas 3 Zafras.

Los costos son considerables por los excesos de tierra en caña

Concepto	Costo (Pesos)
Tierra pagada como caña	12,423,490.00
Tiempos perdidos causados por el exceso de tierra y piedras	3,167,993.00
Costos mayores de mantenimiento en los equipos por exceso de tierra en caña	8,292,013.00
Total costo por exceso de tierra en caña	23,883,495.70

Tabla 7. Resumen de costos por exceso de tierra

## CONCLUSIONES

Logramos observar a lo largo de este artículo los grandes efectos adversos que trae consigo el exceso de tierra en caña tanto para el productor como para el ingenio, el industrializar caña con niveles aceptables de tierra y demás impurezas dará por resultado un menor desgaste de los equipos y permite que el ingenio opere a plena capacidad reduciendo considerablemente las pérdidas, los tiempos perdidos por mantenimiento y los costos mayores de mantenimiento en equipos así como un mejor precio de la materia prima.

Es de suma importancia que de una manera conjunta tanto productores como ingenio encuentren los mecanismos idóneos en todos los aspectos para lograr un objetivo que hoy en día es de vital importancia para alcanzar las metas propuestas de producción, costos y eficiencia. Se debe entender que los campos cañeros coexisten con los ingenios azucareros y la situación actual de la agroindustria en el país se torna complicada ante el bajo costo del azúcar y los altos costos de producción. Sin lugar a dudas lo que se pueda mejorar en la materia aportará consigo un sin número de beneficios a las fábricas de azúcar y al productor para su permanencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Meade-Chen(1991) Manual del Azúcar de caña (Editorial Limusa) pp 83-87, 991-999.  
Hugot, E (1963) Manual de ingenieros azucareros (Editorial Continental) pp 21-33.  
Spencer-Meade-Bourbakis (1932) Fabricantes de azúcar de caña y químicos azucareros (Editorial Limusa) pp 20-41.