

Zafra I. La caña que la cosecha necesita

Jorge T. Lodos-Fernández*, Eduardo Casanova-Cabeza
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Vía Blanca, No. 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón. La Habana, Cuba
* jorgetomaslodos@gmail.com

RESUMEN

Introducción. Se discute la influencia que tiene sobre el trabajo industrial la calidad de la caña, expresada en su erectez, uniformidad, rendimiento, salud, florecimiento, madurez y calidad del jugo.

Objetivo. Actualizar el conocimiento existente.

Conclusiones. El central debe exigir que la materia prima tenga poco cogollo y que se administren correctamente los maduradores. Los genetistas y técnicos agrícolas tienen que desarrollar variedades con alto rendimiento y Pol, que sean erectas, uniformes y de floración tardía. Hay que dedicar atención a la estimación del rendimiento agrícola, pues tan importante como optimizar la zafra es no comprometer la siguiente.

Palabras clave: caña, composición del jugo, cosecha, caña erecta y uniforme, rendimiento agrícola.

ABSTRACT

Introduction. Influence of sugarcane quality on industrial performance is discussed and how its uniformity, yield, health, flowering, ripeness and juice composition affect it.

Objective. Update existing knowledge.

Conclusions. Sugar mill must demand low top content cane and a good management of ripening agents. Genetics and cane technicians must develop high yield and Pol content varieties, erects and uniforms with delayed flowering. It is important to forecast cane yield and to guaranty current campaign without compromising next one.

Keywords: sugarcane, juice composition, harvest, erect and uniform, cane yield.

INTRODUCCIÓN

Este es el primer artículo de una serie, en los que se describirá todo el proceso de la zafra, desde la caña hasta el azúcar; además, en ellos se hablará también sobre la energía, los servicios auxiliares y el control analítico.

Todo se inicia con la caña, por ello, para facilitar su cosecha y garantizar la mayor calidad en la materia prima que llegará al central, la experiencia cubana indica que debe ser erecta, uniforme, con alto rendimiento, sana, sin florecer y madura, con el mayor contenido de sacarosa en su jugo y el menor de no sacarosa. El objetivo de este artículo es discutir cada una de estas características, desde la experiencia, fundamentalmente, que los especialistas cubanos han acumulado en estas operaciones.

En el artículo se reseña la experiencia de producir caña, que aparece en trabajos técnicos de autores cubanos, publicados en diferentes revistas, como: la de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba; Cuba Azúcar, ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar y Centro Azúcar; fundamentalmente, entre los años 1965 y 2020. También, se reseñan los resultados del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), creado en 1963; su similar azucarero Instituto Cubano de Investigaciones Azucareras (ICINAZ), creado en 1973; las Memorias

de los Congresos de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba (ATAC); de Diversificación y sus Simposios; de los Congresos de la Sociedad Internacional de Tecnólogos de la Caña de Azúcar (ISSCT, por sus siglas en inglés) y de los eventos del Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar (GEPLACEA), en ese mismo periodo.

¿Por qué erectas?

Porque cuando la caña se acuesta, se enreda y se dificulta eliminar la hoja seca; se dificulta, además, identificar dónde cortar arriba (para que no vaya tallo verde al central ni se escape caña con el tallo verde) y dónde cortar abajo (para no dejar tocones de caña con mucha azúcar en el campo); asimismo, se puede afectar el rendimiento industrial si entra en contacto directo con el suelo e incorpora tierra, sobre todo si hay mucha humedad.

La erectez mide cuán perpendiculares al suelo están los tallos de caña. Su parte inferior puede no resistir su peso y acostarse, sobre todo si el rendimiento es muy alto. Una agrotecnia apropiada puede mejorar la erectez, así como la variedad, sobre todo si su contenido de fibra la hace más resistente mecánicamente (1). En general, con el incremento del rendimiento, las cañas erectas se acuestan, mientras que el porcentaje de cañas inclinadas tiene poca variación (tabla 1).

Tabla 1. Erectez ilustrativa de la caña versus rendimiento agrícola (2)

Rendimiento agrícola t/ha	% de erectas	% de inclinadas	% de acostadas
30 a 50	65 a 75	15 a 18	10 a 15
51 a 60	45 a 65	18 a 20	15 a 35
61 a 80	25 a 45	20 a 23	35 a 50
81 a 100	< 25	23 a 25	> 50

¿Por qué uniformes?

Porque aun si no están erectas, pero sus tallos verdes están predominantemente a la misma altura, se facilita la eliminación del cogollo.

Lo que el machetero hace visualmente, con el machete, lo hace en el corte mecanizado un “cortacogollo” (dos cuchillas giratorias, adelantadas), cuya altura la regula el operador, que apenas tiene tiempo para manejar la cosechadora y vigilar el corte a ras de tierra. Además, el riesgo de cortar caña con el cogollo es tan grande, si hay poca uniformidad, que levanta el cortacogollo por encima del nivel de riesgo de corte de tallo limpio, lo que equivale a que no se elimine casi cogollo (3).

En Australia, con zafras como la cubana, se logra una alta eficiencia agroindustrial y se ha llegado a la conclusión de que no debe incrementarse sin límite el rendimiento agrícola, sino que hay un valor entre 80 y 90 t/ha, cuando la caña aún puede mantener una erectez y uniformidad adecuadas (4).

Desafortunadamente, el esfuerzo principal de los genetistas se dirige a lograr variedades de alta productividad agrícola y azucarera, resistentes a las enfermedades, salinidad, sequía, herbicidas o plagas (5) y no se dirige a lograr variedades que, también, sean erectas y uniformes (figura 1).

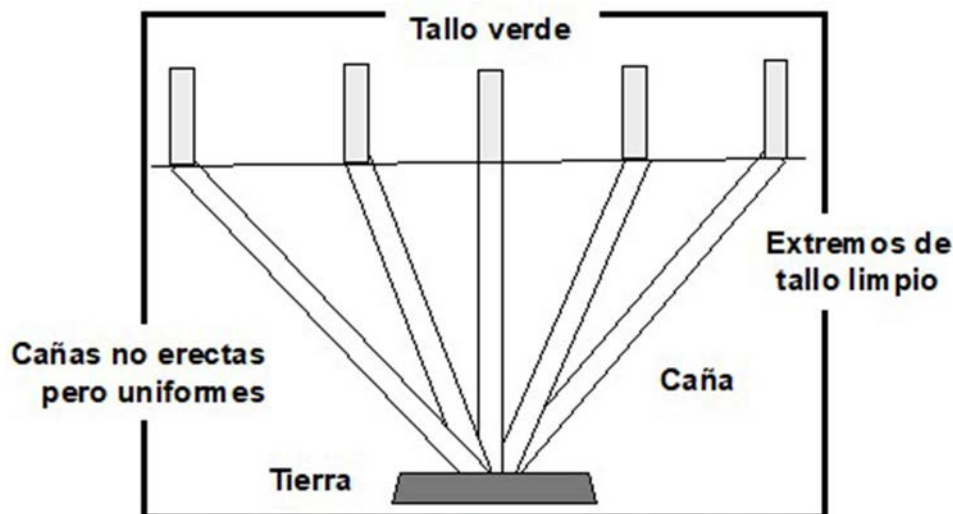


Figura 1. Modelo de plantón uniforme.

¿Por qué con alto rendimiento?

Porque es el mejor y más barato sistema de limpieza de la caña, sin su pérdida. Hacerla crecer, además, aumenta la productividad del corte manual y mecanizado.

Cuando la caña nace, es solo renuevo (tallos verdes con hojas verdes o cogollo). El tallo de caña “empuja” al tallo verde hacia el Sol, para cualquier inclinación. Las hojas verdes pasan a secas y el tamaño del cogollo prácticamente no crece, aunque su proporción, respecto a la caña, disminuye.

En una caña adulta de 12 meses de edad y 65 t/ha de rendimiento, el contenido de materia extraña es del orden del 20 %, con 5 % de hoja seca y 15 % de cogollo (mitad de hoja y de tallo verde). Si el rendimiento hubiese sido 50 t/ha, la materia extraña habría llegado a más del 25 %, con predominio del cogollo (tabla 2); evidentemente, las cifras deberán determinarse en cada caso, pues la variedad, agrotecnia, edad y rendimiento agrícola pueden influir en el rango planteado, aunque sus principios se mantengan.

Tabla 2. Calidad ilustrativa de la caña, según su rendimiento agrícola (6)

t/ha	CI %	Me %	Tv %	CI/Me
30 a 49	≤ 76	≥ 24	≥ 10	≤ 3
50 a 64	76 a 80	20 a 24	8 a 9	3 a 4
65 a 79	81 a 83	17 a 19	7 a 8	4 a 5
Más de 80	≥ 84	≤ 16	≤ 6	≥ 5

CI: tallo limpio, Me: materia extraña, Tv: tallo verde

La relación CI/Me es un indicador más sensible a la calidad de la caña que a su contenido de materia extraña. La medición del contenido de hoja verde es muy similar al contenido de tallo verde.

¿Por qué sana?

Porque las enfermedades y plagas reducen la cantidad de caña y la calidad de su jugo. Una forma de impedir las enfermedades es contar con variedades resistentes. También pueden introducirse enfermedades por la acción de insectos que lo faciliten (7); el caso más conocido es el del Bórer, que abre un orificio por el que penetran enfermedades y microorganismos que producen oligo- y polisacáridos y por el que se ha estimado una pérdida entre el 0.5 y 0.8 % del azúcar producido (8). En la lucha biológica contra el Bórer se utiliza la mosca *Lixophaga*. Los huevos que esta deposita en el gusano se desarrollan en larvas que se lo comen al crecer, se convierten en más moscas y con-

trolan la plaga; sin embargo, la reproducción de la mosca *Lixophaga* en la naturaleza es riesgosa, pues la afecta el clima, la quema de la caña o aplicar insecticidas; por ello, se produce en Centros Reproductores de Entomófagos (CRE), al inocular al gusano *Galleria mellonella* (figura 2).

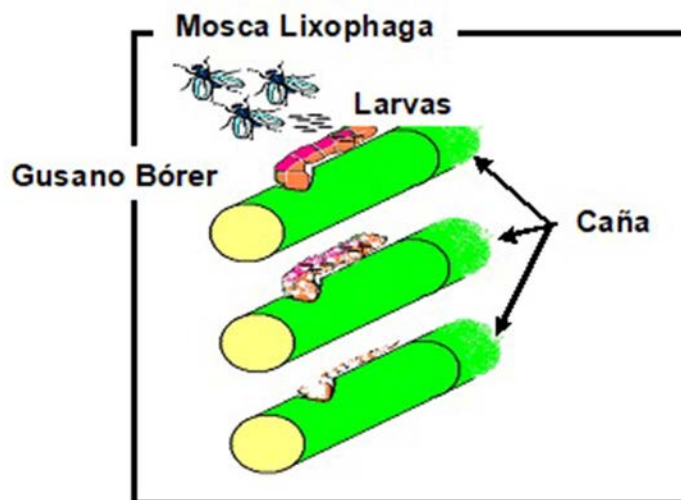


Figura 2. Acción de las larvas de la mosca *Lixophaga* sobre el Borer.

La *Galleria mellonella* habita en las colmenas, cuyos componentes ingiere. En el CRE se alimenta de una dieta con esos ingredientes y otros y, además, glicerina que regula la humedad y viscosidad del medio (9). Se evaluó sustituir la miel y la glicerina por sirope rico en fructosa, coproducto de la glucosa azucarera, de propiedades similares y se preparó una dieta artificial con sustitución progresiva de ambos componentes. Las pruebas con decenas de generaciones de gusanos y moscas no arrojaron diferencias significativas (tabla 3); así, se sustituyen productos caros exportables, como la miel y la glicerina, por otros disponibles y varias veces más baratos, lo que garantiza el control biológico del Bórer.

Tabla 3. Resumen de los resultados del Análisis de varianza simple de la variable rendimiento azucarero (t PPC/ha), por ciclo de plantación y cepa, en cultivares de caña de azúcar

F.V	GL	Ciclo de primavera				Ciclo de frío			
		CP		1R		CP		1R	
		CM		CM		CM		CM	
Variedad	7	50.478	**	20.133	**	8.389	**	2.184	**
Réplica	2	14.978	ns	1.094	ns	1.142	ns	0.051	ns
Error	14	12.253		0.687		0.629		0.627	

F.V= fuente de variación, GL= grados de libertad, CM= cuadrado medio, B= experimento ciclo de primavera, C= experimento ciclo de frío, CP=cepa de caña planta, 1R= cepa de primer retoño, **= diferencias significativas $p < 0.01$.

Otra variante atractiva es utilizar productos que limiten el deterioro de la propia caña, como el Ifopol, constituido por aminos sustituidas, que inhibe las enzimas formadoras de oligo- y polisacáridos. Este se asperge en el campo 24 horas antes del corte, en dosis de 2 ml/t de caña, según el grado de infección que esta posea y se logra reducir el deterioro en, aproximadamente, un 70 % (11, 12).

¿Por qué sin florecer?

Porque al florecer la caña, se dedicará a garantizar la reproducción, el cogollo se deshidrata, cesa de alimentarse por las raíces y dedica, inicialmente, el jugo de los canutos superiores a la su-

pervivencia de la flor. Progresivamente, el resto de la caña se deshidrata, su contenido de fibra se incrementa y se reducen su peso, el del jugo y su contenido de azúcar.

Cuando la caña florecida se procesa, disminuyen la molienda y el rendimiento industrial (13). Hay que detectar a tiempo la aparición del primer “güin” e impedir que los fenómenos descritos se hagan críticos, lo que sucede entre la segunda y la cuarta semanas siguientes en las que se debe procesar esa caña.

Las causas del florecimiento de la caña pueden ser genéticas, el tipo de suelo, la cantidad e intensidad de la luz solar y la humedad reinante. En la práctica, lo que más se asocia a la floración es la variedad y algunas de ellas, como la Canal Point, por ejemplo, se clasifican como de floración temprana.

¿Por qué madura?

Porque la concentración de sacarosa en su jugo alcanza su máximo valor recuperable y, por lo tanto, es el momento óptimo para procesarla en el central.

Como regla, el periodo de madurez se prolonga desde finales de febrero hasta inicios de abril, aunque hay algunas variedades de maduración temprana, con un contenido de azúcar relativamente alto en los meses anteriores. Durante su crecimiento, la concentración de sacarosa en el jugo es máxima en los canutos inferiores y decrece con la altura (14). Cuando se madura, la glucosa y fructosa disminuyen, la sacarosa aumenta y el Brix del jugo se acerca a toda la altura del tallo limpio. Por ello, un indicador de madurez es que coincidan el Brix del primer canuto y del último, antes del tallo verde; si la lectura es inferior a uno, a la caña le falta madurez, si se pasa, está sobremadura (15).

Una ayuda para contribuir a la madurez es el uso de productos que engañan a la caña y la hacen creer que debe madurar fuera de fecha. El madurador cubano Sazocán, un cloroderivado de la urea, se utilizó exitosamente en la caña de azúcar, se asperge unas cuatro semanas antes de la cosecha (16, 17). El uso de maduradores para elevar el rendimiento industrial y gestionar mejor la programación de la zafra debe administrarse con muchas reservas, pues su efecto se produce varias semanas después de haber sido añadidos y estos dependen, en gran medida, de la estructura química de cada producto, por lo que el riesgo de desperdiciarlos o de que causen sobremadurez y desfase está siempre presente, si el central no puede procesar esas cañas en el momento adecuado (18).

Un ciclo de siembra/cosecha de la caña que garantiza madurez y alto rendimiento implica su siembra en primavera, a riesgo de que llueva, con cosecha una zafra después, en diciembre o enero, con unos 18 meses de edad (Primavera quedada). Se siembra también en otoño, bajo regadío y se cosecha una zafra después; igualmente en diciembre o enero, con unos 14 meses de edad (Frío o Frío quedado). A partir de ahí, la caña cortada en un mes dado, se corta en la siguiente zafra, con 12 o 13 meses de edad (19); la cortada en abril/mayo se demuele y resiembra, Álvaro Reynoso priorizaba sembrar Frío con regadío, sobre Primavera, que dependía de la lluvia (20) (figura 3).

Indicador	Mes												
	E	F	Mz	Ab	My	Jun	Jul	Ag	S	O	N	D	
Siembra				Primavera						Frío			
Zafra 1													
Zafra 2													

Figura 3. Ciclo de siembra/cosecha de la caña.

¿Por qué con el mayor contenido de sacarosa y el menor de no sacarosa en la caña?

Porque la sacarosa favorece elevar el rendimiento y el recobrado, mientras que las no sacarosas elevan su pérdida, sobre todo en la miel final. La sacarosa abunda más en el tallo limpio y menos en el tallo verde, su proporción en el tercio inferior es, casi vez y media, superior a la del último tercio. Esta se encuentra en el jugo, en las células de la fibra de la caña y su mayor concentración está en los canutos y la menor en los nudos y la corteza. Cuando la sacarosa se hidroliza produce iguales cantidades de glucosa y fructosa, con el nombre de azúcar “invertido”, porque la rotación específica de esta es positiva (+ 66.4°), pero la suma de la fructosa o levulosa (- 92.4°) y la glucosa o dextrosa (+ 52.7°) es negativa (- 39.7°), cambia de signo, se “invierte”. La glucosa y la fructosa constituyen del 1.0 al 1.5 % de la caña limpia, su contenido crece con la altura de la caña, con predominio de la glucosa y salen del proceso azucarero por destrucción o con la miel final (figura 4).

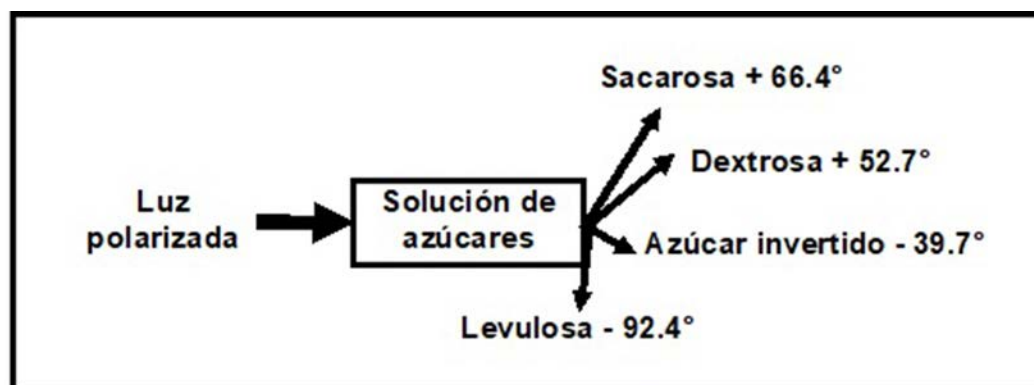


Figura 4. Rotación de la luz polarizada, al atravesar una solución de azúcares.

El contenido de fibra de la caña está entre 13 y 15 % y se convierte en bagazo cuando se procesa. De la fibra participan celulosa (~ 50 %), polímero de la glucosa, hemicelulosas (~ 28 %), polímeros de pentosas, lignina (~ 20 %), polímero de unidades fenólicas y cenizas (~ 2 %), que dan forma a la caña y contienen su jugo. La fibra incluye el meollo o parénquima, pequeñas partículas que las unen. La fibra es un “ladrón” de azúcar, pues atrapa jugo residual en el bagazo; es también la fuente de energía de la producción de azúcar (calor y electricidad), por lo que su contenido tiene que ser suficiente para satisfacer esas necesidades. Existen variedades de caña de “alta fibra”, modificadas genéticamente, que duplican su contenido (y el de bagazo) y reducen el de azúcares, para ser utilizadas como materia prima para pulpa y combustible (21- 23).

El jugo de la caña también puede contener otros compuestos, además de la sacarosa, como oligo- y polisacáridos, ácidos, compuestos nitrogenados y colorantes orgánicos y sales inorgánicas.

Los oligosacáridos están formados por 3 o 4 monosacáridos y se encuentran en el jugo entre las 500 y 1000 ppm referido a la caña, estos se adsorben en el eje b del cristal de sacarosa, impiden su crecimiento, alargan al eje c al doble de su tamaño normal e incrementan la pérdida en miel final (24).

El almidón es una poliglucosa que se encuentra en unas 50 ppm en el jugo de la caña, este se genera de día en las hojas verdes por fotosíntesis y, de noche, se convierte en azúcares que pasan al tallo. Perjudica la refinación del azúcar crudo y su fracción amilosa forma partículas densas en la carbonatación, que no flotan adecuadamente. La fracción amilopectina estabiliza los cristales densos de fosfato de calcio en la fosfodefecación y dificulta su flotación, ambos lodos tienen baja filtrabilidad.

La dextrana es una poliglucosa, producida por microorganismos, que eleva la viscosidad y la pérdida en miel final y afecta la refinación (25, 26). Su rotación específica triplica la sacarosa, incrementa la pureza del jugo y enmascara su deterioro, se intenta impedir su formación en el campo o

tándem con inhibidores y bactericidas, también se actúa sobre sus efectos con agentes tensoactivos o se elimina con enzimas.

Entre los ácidos orgánicos, solo el aconítico tiene relevancia, en ocasiones se ha obtenido comercialmente de la caña y constituye menos del 0.3 % de esta, tres veces más que cualquier otro ácido.

La presencia de compuestos orgánicos nitrogenados en el jugo no se vincula con el uso de fertilizantes nitrogenados, estos dependen de la variedad, edad y maduración de la caña y se concentran en su parte verde, de la que pueden ser hasta el 2.5 % de sus sólidos.

Los colorantes son los pigmentos comunes en las plantas (clorofila, carotenos y xantofilas), localizados en las partes verdes de la caña, que se separan o destruyen en la clarificación y evaporación.

Los productos inorgánicos se incorporan a la caña del suelo, a través de sus raíces (27), constituyen entre el 3.5 y 4.5 % de su fibra y jugo, estos dependen de la variedad y edad de la caña y del suelo donde esta crece, su contenido es mínimo en la base, doble en lo alto del tallo y cuádruple en el tallo verde. Los silicatos, cloruros, sulfatos y fosfatos son los aniones presentes en el jugo de la caña y el potasio, magnesio, calcio y sodio, los cationes; todos, prácticamente, se eliminan en la clarificación, excepto, los cloruros de potasio y sodio, que elevan la pérdida de azúcar en la miel final. La caña también atrapa compuestos inorgánicos en la tierra, cuando la humedad es mayor por lluvia o riego descontrolado.

CONCLUSIONES

1. El central debe exigir que no llegue tallo verde en la materia prima, por su bajo contenido de sacarosa y alto de glucosa, fructosa, almidón, compuestos nitrogenados, colorantes y cenizas.
2. Los genetistas, así como los técnicos agrícolas, tienen que ocuparse de la erectez y uniformidad de la caña, y el central tiene que exigirle a la agricultura.
3. Hay que dedicarle la máxima atención a la estimación del rendimiento agrícola, por la importancia que tiene en el desarrollo y los resultados de la zafra.
4. Hay que disponer de variedades y crear condiciones ambientales para que la caña no florezca; y si florece, cosecharla en las dos o tres semanas siguientes
5. La agricultura y la industria deben plantearse y cumplir un ciclo de desarrollo de la caña.
6. Tan importante como optimizar la zafra, es no comprometer la siguiente.
7. El uso de maduradores debe administrarse con reservas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lodos, J. and Casanova, E. (1993). Effects from the use of toppers. International Sugar Journal (ISJ). No.1135, page 259.
2. Casanova, E. *et al.* (1982). La evaluación agroindustrial de variedades de caña y su cosecha. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba. 74 páginas.
3. Abreu, J. y Brito, J. (1975). Evaluación del trabajo de los aparatos corta cogollos de las cosechadoras de caña. Revista Cuba Azúcar. No. 1, página 3. ISSN: 0590-2916.
4. Lage, M. (1973). Algunas ideas sobre la mecanización y limpieza en la recolección de la caña de azúcar III. La tendencia mundial. Revista Cuba Azúcar. No. 3, página 3. ISSN: 0590-2916.
5. Martín Oria, J. *et al.* (1987). La caña de azúcar en Cuba. Capítulo 1. Historia, botánica y taxonomía, páginas 18 a 22. Editorial Científico – Técnica, La Habana, Cuba. 612 páginas.
6. Casanova, E.; Delgado, J. y Martínez, R. (1982). Eficiencia agroindustrial. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba. 33 páginas.

7. Guzmán, A. *et al.* (1997). Influencia de factores edáficos y fitotécnicos sobre las principales enfermedades y el Bórer de la caña de azúcar. Revista ATAC. No. 2, página 6. ISSN: 0138-7553.
8. Barba, M. (1991). Pérdidas económicas ocasionadas por *Diatraea saccharalis*, el Bórer de la caña de azúcar en 1981 a 1986. Revista Cuba Azúcar. No. 4, página 16. ISSN: 0590-2916.
9. MINAZ (1990). Manual de Reproducción de la Mosca *L. diatraeae*, Dirección de Agrotecnia, Dpto. Fitosanitario, octubre.
10. Lodos, J. y Padilla, B. (1999). La sustitución de miel de abejas y glicerina por siropes invertidos en la producción de *Galleria mellonella* en los CRE. Revista Cuba Azúcar. No. 1, página 48. ISSN: 0590-2916.
11. Ramos, E.; Hormaza, J. y López, M. (2000). Producto inhibidor del deterioro de la caña después de la cosecha y procedimiento de obtención: Ifopol. Patente cubana No. 22 597. Oficina cubana de la Propiedad Industrial.
12. Ramos, E. y Ravelo, S. (2011). Pruebas demostrativas de las propiedades del producto Ifopol. Revista ATAC. No. 2, página 19. ISSN: 0138-7553.
13. Pedrosa Puertas, R. (1975). Fabricación de azúcar crudo de caña. Capítulo I. Materia prima, páginas 33 a 40. Editorial Científico - Técnica, La Habana, Cuba. 478 páginas.
14. Lodos, J. (1997). La reducción de las pérdidas de azúcar en mieles finales. Disertación para el grado de Doctor en Ciencias. Tabla II.02 (página 6): Composición del tallo verde. Universidad de La Habana, 91 páginas.
15. De Armas, R. (1975). Método para determinar el momento de la maduración de un campo de caña de azúcar. Revista Ciencias, No. 2. página 1.
16. Montano, R. *et al.* (1996). Método para acelerar la maduración de la caña de azúcar. Patente cubana No. 22 429. Oficina cubana de la Propiedad Industrial.
17. Ramil, M. *et al.* (2000). Tecnología para la producción de DCU como principio activo del Saczocán. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. No. 1, página 45. ISSN: 0138-6204.
18. Pérez, C. y Maldonado, R. (1997). Empleo de maduradores en la caña de azúcar en Cuba. Revista ATAC. No. 3, página 43. ISSN: 0138-7553.
19. Muñiz, H. *et al.* (1975). Influencia de la edad en la maduración de la caña. Revista ATAC. No. 1, página 4. ISSN: 0138-7553.
20. Reynoso, A. (1862). Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. Página 150. Sexta edición. Publicaciones azucareras 1998, La Habana, Cuba. 372 páginas.
21. Campo-Zabala, R. (1998). Variedades energéticas de caña de azúcar: Una solución a la biomasa del presente y el futuro. Revista Cuba & Caña. No. 1, página 10.
22. Campo-Zabala, R. (2006). Caña energética cubana (*Saccharum spp*) y sus perspectivas para la producción de Biomasa. Memorias del IX Congreso Latinoamericano de Botánica. República Dominicana, 19 a 25 de junio.
23. Lodos, J. and Vigil, E.; (2005). Towards a Strategy Design of Renewable Power and Fuel through Sugarcane Energy Crop. Proceedings Solar World Congress. Paper No. 1510, ISES 2005, 8 - 12 August, Orlando, Fla. EE.UU. <http://toc.proceedings.com>.
24. Hormaza, J. y Lines, G. (1988). Estudio de varios parámetros que afectan el hábito del cristal de sacarosa. Revista ATAC. No. 5, página 34. ISSN: 0138-7553.
25. Brossard, L. (1968). Estudio sobre la estructura de la dextrana cubana. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. No. 1, página 41. ISSN: 0138-6204.
26. Bell, A.; Álvarez, X. y Aguilera, M. (1968). Estudio de las propiedades de la dextrana. Revista ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar. No. 2, página 47. ISSN: 0138-6204.
27. Martín Oria, J. *et al.* (1987). La caña de azúcar en Cuba. Capítulo 5. Nutrición, páginas 299–384. Editorial Científico–Técnica, La Habana, Cuba. 612 páginas.