

Jugo de Caña de Azúcar Envasado en Vidrio

M. Aguirre ⁽¹⁾, C. Poveda ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Programa de Especialización Tecnológica en Alimentos, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral. Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador.

⁽¹⁾ miesagui@espol.edu.ec; cpoveda@espol.edu.ec

Resumen

La elaboración de este producto ha sido realizada con el objetivo de ofrecer al público una bebida refrescante y deliciosa, de alta calidad gracias al cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (B.P.M.) e innovadora, debido a que su elaboración aún no ha sido considerada por la industria. En la investigación y desarrollo se determinó que las etapas para transformar la caña de azúcar como materia prima en jugo de caña de azúcar envasado como producto final son: pesado, lavado, picado, extracción del jugo, filtrado, clarificado, llenado, sellado y etiquetado. A este producto se le realizaron pruebas físico-químicas, microbiológicas y sensoriales, donde los resultados fueron los siguientes: sólidos solubles 16.3 °Brix y pH 3.76; Coliformes Totales <3 UFC/ml, Aerobios Mesofilos <1.0 UFC/ml, Levaduras y Mohos <1.0 UFC/ml y Coliformes Fecales <3 UFC/ml; y color uniforme, olor, sabor y aspecto característico, respectivamente. Los resultados obtenidos certifican el cumplimiento de las normativas y recomendaciones del INEN y de las B.P.M.

Palabras Claves: Brix, Pol, fenoles, flavonoides, glucósidos

Abstract

This product has been develop in order to offer to the population one kind of refresh and delicious bottled liquid using high manufacture practices (BPM), innovation and quality control in all the process used. The research and development to the transformation of this product, the sugar cane juice was transformed using sugar cane from the Amazonia jungle, special variety (Limeña) it is because your quality and flavor is special for this purpose. The steps used to transform the sugar cane was cut, washer, extraction , filter,clarifite and bottling, during the process was made chemicals and physicals analysis, microbiological, sensorial , all this examinations give like the results following dates soluble solids 16.3 °Brix ,PH 3.76;total coli forms <3 UFC/ml; misfiles aero bios, <1.0 UFC/ml ,levaduras and moods <1.0 UFC/ml and fecal coli forms <3 UFC/ml ; uniform color ,natural flavor and excellent characteristics with qualities to use without restrictions to the populations. The results certify using the norms like BPM and INEN with all the recommendations and in the future can get the certification like a GREEN PRODUCT with high value

Keywords: Brix, Pol, phenols, flavonoids, glycosides

1. Introducción

La India es el hogar original de la caña de azúcar y el segundo productor más grande después de Brasil. En la actualidad produce alrededor de 280 millones de toneladas de azúcar de caña en un área de 4 millones de hectáreas. Aproximadamente de 10-12% está disponible para la manufactura de jugo de caña el mismo que es consumido solo o con otros ingredientes.

La caña de azúcar es una gramínea de clima tropical. Esta planta es utilizada principalmente en la industria alimentaria como materia prima para realizar una extensa variedad de productos, entre ellos, el más importante es el azúcar de mesa y por consiguiente todos sus derivados, pero también tiene otros usos, como: alcohol, combustible, abonos, alimentos para cerdos, etc.

Los principales parámetros que intervienen en el desarrollo de este tipo de planta son la temperatura, humedad y luminosidad. En el tallo de la caña de azúcar se forma y acumula un jugo de gran poder alimenticio compuesto esencialmente por agua y una parte sólida rica en sólidos solubles. Entre los sólidos solubles de la caña sobresalen la sacarosa, glucosa y fructosa pero también contiene otros nutrientes y micronutrientes.

La sacarosa se sintetiza en las hojas, acumulándose en el tallo de la caña y su contenido aumenta con el tiempo hasta alcanzar su óptima madurez, momento en el cual se inicia la inversión de los azúcares. Esta madurez en sacarosa es alcanzada por cada variedad a una edad diferente.

Debido a que éste es un producto abundante en lugares calientes y soleados se puede utilizar este recurso para la producción de su jugo envasado en vidrio. El proceso de producción involucra la aplicación de tecnologías de barrera, Buenas Prácticas de Manufactura y bajos costos de materia prima. Es además, un área que aún no ha sido considerado por la industria alimenticia, lo que conlleva a pensar de la factibilidad de investigar su proceso de elaboración.

La principal desventaja reflejada en el proceso de elaboración de este producto es la fermentación. Este es un fenómeno que se da por la presencia de azúcares y su posterior degradación. Superar esta barrera es la principal causa a aplicar la tecnología de alimentos.

Por las razones antes mencionadas es posible la producción del jugo de caña de azúcar envasado en vidrio, desarrollando una opción más para la utilización de esta planta, y fortaleciendo el progreso de la amplia gama de productos elaborados por la industria alimentaria ecuatoriana con el ingreso de este nuevo producto en el mercado.

2. Marco Teórico

2.1. Composición Química de la Caña

La Caña está constituida principalmente por Jugo y Fibra, siendo la Fibra la parte insoluble en agua formada por Celulosa, la que a su vez se compone de azúcares simples como la Glucosa (Dextrosa). A los Sólidos Solubles en agua expresados como porcentaje y representados por la Sacarosa, los Azúcares Reductores y otros componentes, comúnmente se les conoce como Brix. La relación entre el contenido de Sacarosa presente en el jugo y el Brix se denomina Pureza del Jugo. El contenido "Aparente" de Sacarosa, expresado como un % en peso y determinado por polarimetría, se conoce como "Pol". Los Sólidos Solubles diferentes de la Sacarosa, que contempla los Azúcares Reductores como la Glucosa y la Fructuosa y otras sustancias orgánicas e inorgánicas, se denominan usualmente "No Pol" o "No Sacarosa", los cuales corresponden porcentualmente a la diferencia entre Brix y Pol [5].

Tabla 1. Promedio de la composición química (%) de los tallos y los jugos de la caña de azúcar [6].

CONSTITUYENTE QUÍMICO	PORCENTAJE*
EN LOS TALLOS:	
Agua	73 – 76
Sólidos	24 – 27
- Sólidos Solubles (Brix)	10 – 16
- Fibra (Seca)	11 – 16
EN EL JUGO:	
Azúcares	
- Sacarosa	75 – 92
- Glucosa	70 – 88
- Fructuosa	2 – 4
Sales	
- Inorgánicas	3,0 – 3,4
- Orgánicas	1,5 – 4,5
Ácidos Orgánicos	1 – 3
Aminoácidos	1,5 – 5,5
Otros No Azúcares	
- Proteína	0,5 – 0,6
- Almidones	0,001 – 0,050
- Gomas	0,3 – 0,6
- Ceras, Grasas, etc.	0,15 – 0,50
- Compuestos Fenólicos	0,10 – 0,80

*En los tallos, el porcentaje se refiere a la planta de caña y en el jugo a sólidos solubles

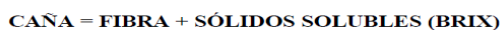
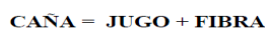
La tabla 1 revela que en la Caña de Azúcar el contenido de agua representa entre el 73 y el 76%. Los Sólidos Solubles Totales (Brix % Caña) fluctúan entre 10 y 16%, y la Fibra (% de Caña) varía entre 11 y 16%. Los Azúcares más simples, Glucosa y la Fructuosa (Azúcares Reductores), existen en el jugo de cañas con grado avanzado de madurez en una concentración entre 1 y 5%. La calidad del jugo y de otros productos depende en buena parte, de la proporción de estos Azúcares Reductores, los cuales cuando aumentan por causa del deterioro o la inmadurez de la planta, pueden producir incrementos en el color y variación en el dulzor [5].

Además de los Azúcares contenidos en el jugo, existen también otros constituyentes químicos de naturaleza orgánica e inorgánica, representados por Sales de Ácidos Orgánicos, Minerales, Polisacáridos, Proteínas y otros [5].

La calidad de la caña afecta el procesamiento del jugo. El contenido de Almidones en el jugo es bajo (aproximadamente entre 50 y 70 mg/l); se ha encontrado que esta es una característica muy ligada a las variedades, que puede ser modificada (reducida) mediante prácticas agrícolas como el riego y la fertilización con potasio [5].

De la composición de la Caña, el 99% corresponde a los elementos Hidrógeno, Carbono y Oxígeno. Su distribución en el tallo es de aproximadamente un 74,5% de agua, 25% de Materia Orgánica y 0,5% de Minerales [5].

La Caña como materia prima se constituye fundamentalmente de Fibra y Jugo, donde:

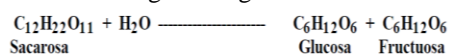


La Fibra se define como la fracción de sustancias insolubles en agua que tiene interés no sólo por su cantidad sino también por su naturaleza, y el jugo como una solución diluida e impura de Sacarosa. La calidad y contenido del jugo depende en un alto grado de la materia prima que le dio origen [5].

Los altos contenidos % de Fibra dificultan la extracción del jugo retenido en las células del tejido parenquimatoso del tallo, lo que implica y obliga a efectuar una excelente preparación de la materia prima para su molienda, procurando alcanzar una mayor desintegración y ruptura de las células que contienen el jugo. Un bajo contenido % de Fibra resulta por su parte negativa, debido a que la cantidad de Bagazo se reduce, afectando el Balance Energético [5].

Los Sólidos Solubles están representados como se indicó, por los Azúcares y otras sustancias Orgánicas e Inorgánicas. Los Azúcares se representan a su vez por la Sacarosa, la Glucosa y la Fructosa, manteniendo la primera el mayor porcentaje, el cual puede alcanzar valores próximos al 18%. Los otros azúcares del jugo aparecen en proporciones variables, dependiendo del estado de maduración de la materia prima [5].

La Sacarosa se Hidroliza con facilidad en soluciones ácidas según la siguiente reacción:



A esta reacción Hidrolítica se le aplica generalmente el nombre de Inversión y los

Monosacáridos: Glucosa y Fructosa producidas reciben el nombre de Azúcares Reductores. Altos contenidos de estos azúcares en los tallos denuncian un estado de inmadurez, con presencia de otras sustancias indeseables como Almidón. En el caso de Cañas maduras, los Azúcares Reductores contribuyen relativamente poco en la mayor recuperación de azúcar en forma de cristales [5].

La Glucosa es un componente normal de la Caña de Azúcar en cualquier fase de Desarrollo de la planta, encontrándose en el jugo en mayor o menor cantidad. La Fructosa se encuentran en mayores concentraciones en Cañas que aún no alcanzan su madurez fisiológica y disminuye conforme este estado avanza y la planta madura [5].

Las sustancias Inorgánicas que representan las cenizas, tienen como componentes principales: Sílice, Potasio, Fósforo, Calcio, Sodio, Magnesio, Azufre, Hierro, Aluminio, Cobre, Zinc, etc. En este caso, el Potasio es el mineral que aparece en mayor proporción entre el contenido mineral del jugo, debido a su elevada solubilidad en agua [5].

Existen dos fuentes básicas de colores provenientes de la caña: (1) los que se originan en la planta, y (2) los que se forman durante su procesamiento. En los jugos de la planta se encuentran compuestos de carácter fenólico, que puede ser de naturaleza sencilla o compleja como flavonoides. Estos últimos pueden existir en forma libre o como glicósidos unidos a moléculas de azúcar. Algunos fenoles son incoloros dentro de la planta, pero se oxidan o reaccionan con aminas produciendo sustancias coloreadas [2]. Los compuestos coloreados que se forman durante el procesamiento provienen de la descomposición térmica de la sacarosa y de los azúcares reductores (glucosa o fructosa), o se originan en las reacciones de estos carbohidratos con compuestos amino-nitrogenados presentes en la planta (reacciones de Maillard) (Ver Figura 1), produciendo polímeros coloreados denominados melanoidinas [2].

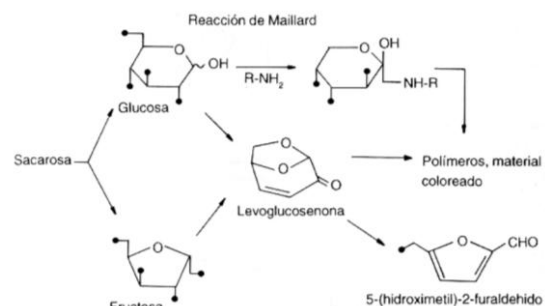


Figura 1. Posible vía de termólisis de la sacarosa y formación de melanoidinas durante el procesamiento de la caña de azúcar [7].

En el género *Saccharum* se conocen cinco clases de flavonoides: antocianinas, catequinas, chalconas y flavonas, que poseen todos una estructura común $C_6C_3C_6$ con dos anillos aromáticos de carácter fenólico [5].

Según estudios realizados se encontró que los niveles de precursores de color (amino-nitrógenos y fenoles) o materiales pigmentados en los jugos, se relaciona con la variedad o con un déficit o estrés de la humedad pueden incrementar el contenido de cuerpos coloreados, especialmente de amino-nitrógenos [5].

Los flavonoides tienen una alta solubilidad en agua y se extraen de los tallos en la etapa de trituración. El grupo de antocianinas está constituido por pigmentos catiónicos cuyo color se torna oscuro cuando el pH disminuye, pero se descompone fácilmente a pH 7.0, originando un glicósido de coumarina incoloro (Ver Figura 2) [5].

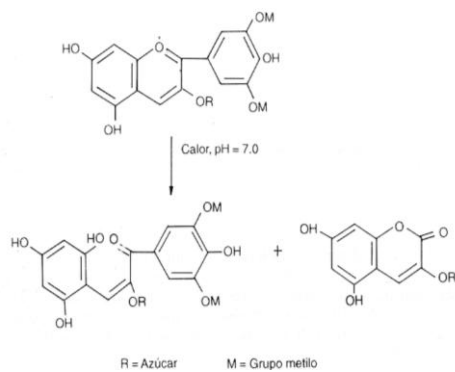


Figura 2. Descomposición térmica de las antocianinas presentes en la caña de azúcar [8].

Las flavonas derivadas del tricino, el luteolino y el apigenino, constituyen otra clase de flavonoides de importancia en la caña de azúcar. Estos compuestos son colorantes de carácter ligeramente ácido y existe en forma no ionizada a pH bajo. En general, la contribución de los flavonoides al color del jugo se incrementa rápidamente entre pH 7.0 y 9.0 [8].

2.2. Características de Calidad de la Caña de Azúcar

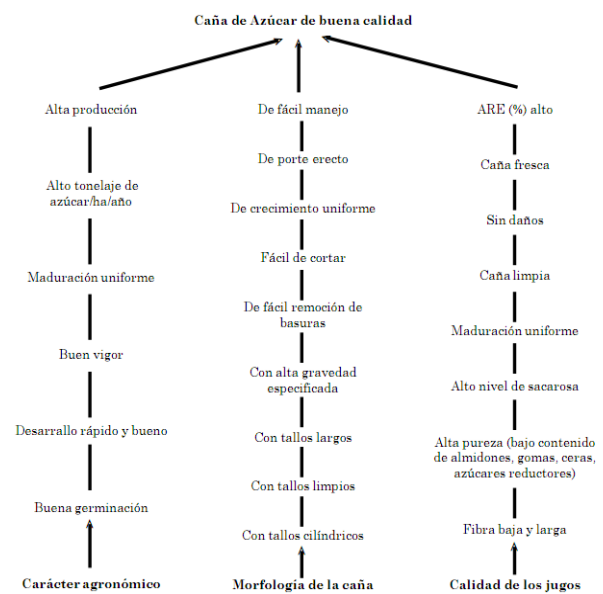


Figura 3. Características de Calidad de la Caña de Azúcar [6].

3. Materiales y Métodos

3.1. Formulación

Los ingredientes y aditivos usados para la elaboración del Jugo de Caña son: Caña de azúcar, Ácido Cítrico, Citrato de Potasio y Carbón activado.

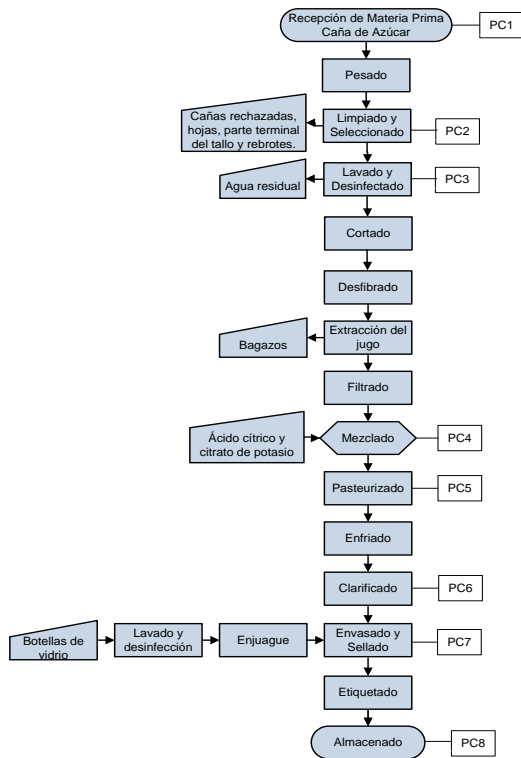
Caña de azúcar.- Materia prima de variedad POJ 2878 (limeña o caña de fruto) [3] de la cual se extrae el jugo triturándola, para posteriormente ser filtrada, pasteurizada, clarificada y envasada. El coeficiente de maduración debe estar entre 0,95 y 1 lo cual equivale a 16 y 17 °Brix.

Ácido Cítrico.- Aditivo agregado a la bebida durante el proceso con el objetivo de regular el pH, proporcionando un efecto antifúngico y bactericida, y a la vez aportando una sabor ácido.

Citrato de Potasio.- Su aplicación en la bebida es directa. Su función es regular el pH en una solución debido a que es una sustancia alcalina.

Carbón activado.- Es el aditivo con la función de clarificar el jugo y eliminar olores y pigmentos extraños (melanoidinas). El carbón activado tiene una extraordinaria área de superficie y poros que logran una gran capacidad de adsorción [1]. El uso de carbón activado tiene como finalidad la remoción de polifenoles coloridos, melanoidinas de color marrón oscuro, gustos indeseables, precursores de color criados durante el proceso, pesticidas y fungicidas residuales [1].

3.2 Diagrama de flujo de la elaboración del jugo de caña



PC1 (Recepción de materia prima).- La caña debe llegar a la planta con 10 a 15 cm. de hojas, con la parte terminal del tallo y con rebrotes o yemas para evitar que se generen coloraciones indeseables en el jugo y azúcares reductores por hidrólisis de la sacarosa en el cogollo, lo cual disminuyen la calidad del producto final, y evitar también la acción de microorganismos no deseados para el proceso. La concentración de residuos químicos de productos agrícolas o plaguicidas en la caña de azúcar debe estar dentro de los límites establecidos por el CODEX ALIMENTARIO.

PC2 (Limpio y seleccionado).- °Brix: 16. Color característico (amarillo). Una coloración verdosa o rojiza en la caña no es aceptada debido a que indica inmadurez o que se ha iniciado el proceso de fermentación. Dimensiones del tallo de la caña: 2-3 m. de altura, 4-6 cm. de diámetro.

PC3 (Lavado).- Utilización de agua caliente hiperclorada, mínimo 10 ppm de cloro residual. La concentración debe ser adecuada para evitar contaminación por microorganismos patógenos y posibles efectos cancerígenos en el consumidor.

PC4 (Mezclado).- pH: 4. Cantidad de aditivos no debe sobrepasar los límites permitidos para evitar intoxicaciones.

PC5 (Pasteurizado).- Temperatura: 85 - 88° C; Tiempo: 10-15 minutos. Barrera térmica para eliminación de microorganismos.

PC6 (Clarificado).- Control organoléptico: color ámbar claro traslúcido, olor característico, sabor característico, aspecto uniforme. °Brix: 16; pH: 4.

PC7 (Envasado y sellado).- Detector de metales.

PC8 (Almacenado).- Temperatura: 1 a 7°C.

3.3. Factores que Afectan la Calidad del Producto

DESPUÉS DEL CORTE

Altura del corte.- El tamaño de los trozos obtenidos en la cosecha se deteriora más rápido que la caña entera.

Tiempo de corte y molienda.- El deterioro de la caña empieza inmediatamente después del corte.

Contenido de material extraño.-Las lluvias adhieren tierra en la caña.

Acción de microorganismos.- El deterioro es mayor en el corte es mecánico debido al incremento de infecciones bacterianas en tallos, a causa de cuchillas cosechadoras que no están bien alineadas o afiladas [5].

DURANTE EL PROCESO DE ELABORACIÓN

Fermentación Alcohólica.- Debido a la presencia de azúcares en el jugo de caña, éste es susceptible de alteraciones físicas y químicas, por parte de levaduras [5]. Este riesgo es evitado con la aplicación de la pasteurización, que elimina levaduras responsables de la formación de etanol a partir de azúcares.

Precipitación.- Se evidencia después de la etapa de pasteurización se, donde existe una tendencia a la formación de sólidos que precipitan. Este hecho se explica debido a que las proteínas presentes pierden su estructura nativa a causa de la adición de aditivos ácidos, como es el ácido cítrico y la aplicación del tratamiento térmico dado por la pasteurización [5].

Presencia de Pigmentos.- Melanoidinas, productos terminales de la reacción de Maillard entre azúcares reductores y compuestos aminados [4].

Las melanoidinas se forman a partir de la condensación entre un compuesto carbonilado y una amina. Le siguen reacciones de isomerización, ciclación y polimerización que conducen a la

formación de polímeros coloreados y de compuestos aromáticos volátiles [5].

Formación de melanoidinas: glucosa-lisina, glucosa-glutamina, glucosa-asparagina, glucosa-ác. aspártico, glucosa-glicina, fructosa-lisina, fructosa-glutamina, fructosa-asparagina, fructosa-ác. aspártico y fructosa-glicina, donde las melanoidinas formadas a partir de asparagina producen sedimento, y las formadas a partir de glucosa son más coloreadas que las formadas a partir de fructosa [5].

4. Resultados y Discusión

Tabla 2. Calidad sensorial del jugo de caña de azúcar

Jugo de Caña	
Color	Uniforme
Olor	Característico
Sabor	Característico
Aspecto	Característico

La prueba realizada sobre la calidad del jugo de caña de azúcar evidencia un producto con características sensoriales acorde a la materia prima y que garantiza al consumidor calidad en su procesamiento.

Tabla 3. Análisis físico-químico del jugo de caña de azúcar

Jugo de Caña	
Sólidos Solubles	16,3 °Brix
pH	3,76

Los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos corresponden al porcentaje de sacarosa o sólidos solubles presentes en el producto. El pH del producto es ácido, encontrándose dentro del rango normal para jugos según la NTE INEN 2 337:2008.

Tabla 8. Análisis microbiológico del jugo de caña de azúcar

Jugo de Caña	
Coliformes Totales	<3 UFC/ml
Aerobios Mesófilos	<1.0 UFC/ml
Levaduras y Mohos	<1.0 UFC/ml
Coliformes Fecales	<3 UFC/ml

Los análisis microbiológicos realizados al jugo de caña de azúcar arrojaron los siguientes resultados donde el recuento de coliformes totales, aerobios mesófilos, levaduras y mohos y coliformes fecales está dentro del nivel aceptable según los requerimiento de la NTE INEN 2 337:208 debido a que el producto fue elaborado aplicando las Buenas Prácticas de Manufactura.

5. Conclusión

Las características sensoriales de los productos alimentarios juegan un papel importante a la hora de elegir, por ello, al elaborar el jugo de caña se aplicaron tecnologías como la filtración y la clarificación que se evidencian directamente en la calidad sensorial, otra de las etapas de este proceso son: la pasteurización y la adición de aditivos que también influyen en las características sensoriales. De esta forma se presenta al consumidor un producto agradable a los sentidos, de coloración ámbar claro translúcido, sabor y olor característicos y aspecto uniforme.

Las etapas de pasteurización y adición de aditivos inhiben la actividad de los microorganismos aumentando la vida útil del producto, el cual se conserva bajo temperaturas de refrigeración de 1 – 7°C.

6. Agradecimientos

A mis profesores por facilitarme el lugar de la realización del presente proyecto y por aportar compartir sus conocimientos para la culminación exitosa del mismo.

7. Referencias

- [1] alphacarbo Industrial Ltda. (s.f.). Recuperado el 3 de Agosto de 2010, de www.alphacarbo.com.br: <http://www.alphacarbo.com.br>
- [2] Clarke, M. A., Blanco, R. S., & Godshall, M. A. (1986a). Colorant in raw sugars. En *Proceeding. Inter. Soc. Sugar Cane Technol* (págs. 2:670-682). ISSCT.
- [3] Hernández, L. M. (2008). Slideshare. Recuperado el 24 de Agosto de 2010, de www.slideshare.net: <http://www.slideshare.net>
- [4] Hernández, V. A., & Decloux, M. (2007). Recuperado el 15 de Agosto de 2010, de www.bnct.ipn.mx: <http://www.bnct.ipn.mx>
- [5] Larrahondo, J. E. (1995). CENICANA. Recuperado el 20 de agosto de 2010, de www.cenicana.org: <http://www.cenicana.org>
- [6] Meade, G. P., & Chen, J. P. (1977). *Sugar cane handbook*. En J. W. Sons, *Sugar cane handbook* (págs. 947-968). Nueva York: Willey-Interscience.
- [7] Shafizadek, F., Furneaux, R. H., & Stevenson, J. T. (1979). Some reactions of levoglucogenone. En *Carboh, Res.* 17:169.
- [8] Smith, P., & Paton, N. H. (1985). Sugar cane flavonoids. *Sugar Technol. Rev.* 12: 117-142.