

Obtención y caracterización del jugo de caña de azúcar y su viabilidad económica

Erick López, Mayra Sánchez, Sandro Cid, Jorge Herrera, Miguel Benítez, María Tzoni, Alfonso Monterrosas, Hilario Muñoz y Nardo Peral

E.López, M.Sánchez, S.Cid, J.Herrera, M.Benítez, M.Tzoni, A.Monterrosas, H.Muñoz y N. Peral.
Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Prolongación Reforma 168, Santiago Mihuacan, 74420 Izúcar de Matamoros, Puebla.

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Sugarcane juice (*Saccharum spp.*) is a viscous liquid, opaque color which is highly appreciated by its energy and refreshing properties. Previous studies have shown that sugarcane juice could be a potential source of flavonoids compounds. The main problem of this product is their limited shelf life due to fermentation processes.

The aim of this paper is to improve the presentation of the sugarcane juice, providing greater stability, characterize the functional components of interest as well as the realization of a preliminary financial analysis on its economic viability. The obtained results showed values allowed by the official Mexican Standards. The juice was accepted by consumers, with 78%. With respect to the identification of the main polyphenolic compounds in the sugarcane juice were obtained concentrations EPG of 4.34 mgmL⁻¹ and of Luteolin and caffeic acid: 0.13 y 0.51 mgmL⁻¹ respectively, which gives a significant functional value to this product, which is looking to spread the benefits of their consumption. The profitability indicators were: PE = \$ 972.780 (97.278 units), RB / C = 1.155, NPV = \$ 814,274.83 and IRR = 37.5%. According to the results, the project is viable, recouping investment after the third year.

11 Introducción

En el estado de Puebla, municipio de Tepeojuma, existe una sociedad de productores denominada "Alianza Caña Sur S. P. R. de R. L.", quienes a principios del año 2009 inician con la venta de jugo de caña de azúcar.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una gramínea ampliamente distribuido por todo el mundo. En México se produce alrededor de 44 Ton. de caña de azúcar (periodo de zafra 2010-2011) en el cual los principales estados productores de este cultivo son Veracruz, Jalisco, San Luis Potosí, Chiapas, Oaxaca, Puebla, entre otros estados. En el estado de Puebla, se cultiva en 15 municipios como son Izúcar de Matamoros, Chietla, Chiautla de Tapia, Huehuetlán el Chico, Jolalpan, Tlapanalá, Tilapa, Tepexco, Teotlalco y Tepeojuma, por mencionar algunos ^{1), 2)}.

El jugo de caña (*Saccharum spp.*) es un líquido viscoso, de color opaco que va del marrón al verde oscuro y que se consume como una bebida natural, muy apreciada por sus propiedades energéticas y refrescantes; disponible en las cercanías a las zonas cañeras, donde se obtiene de manera artesanal. Está constituido por agua y un conjunto de sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos en suspensión son residuos fibrosos, los solubles son los azúcares, sacarosa, fructosa y componentes orgánicos o comúnmente llamados "no azúcares" (grasas, ceras, pectinas, ácidos orgánicos y colorantes); además de cenizas⁹. El jugo de caña de azúcar podría ser relevante en su ingesta para el consumidor debido a que este contiene ácidos fenólicos, flavonoides y otros compuestos de interés; un extracto de caña de azúcar se encontró que contiene 160 mg/L de moléculas polifenólicas⁶.

El jugo después de ser extraído se debe consumir en un lapso de tiempo corto debido a que se deteriora muy fácilmente después de algunas horas, fermentándose y perdiendo sus propiedades sensoriales⁹.

Los métodos más utilizados para la estabilización de jugos de frutas son la pasteurización, tratamiento por UV; conservadores químicos, y por frío³.

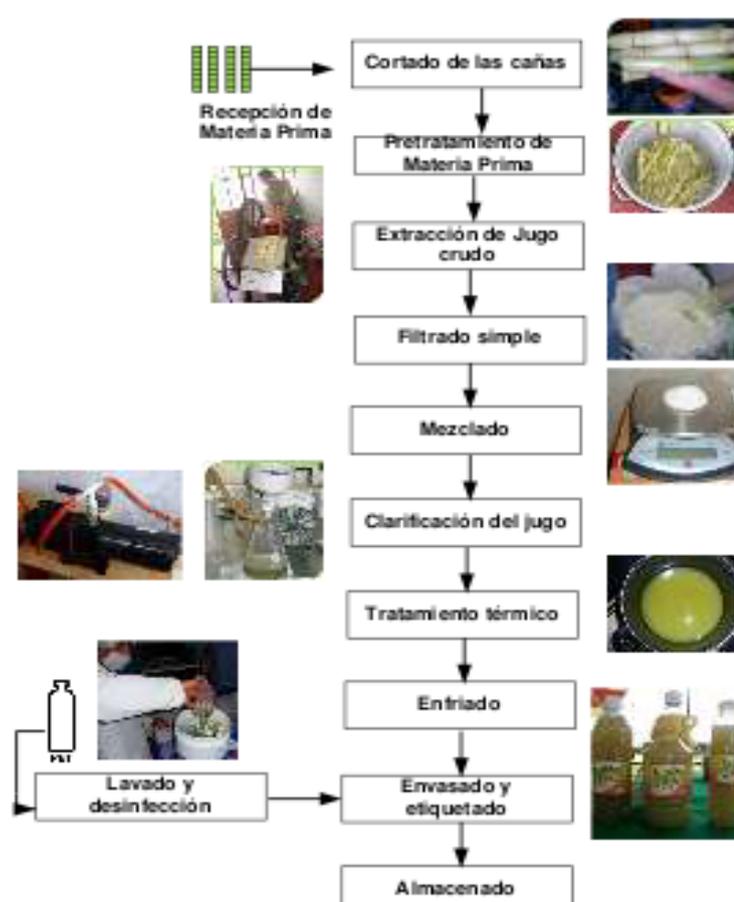
El objetivo del presente trabajo fue, obtener un proceso de estabilización química del jugo de caña de azúcar envasado en botellas PET, lo cual podrá ser utilizado en beneficio de productores del municipio de Tepeojuma, Puebla. Por otra parte, se evaluó la caracterización del jugo en relación a sus componentes de interés funcional así como la viabilidad del proyecto mediante estudios económicos y financieros mediante el cálculo de los costos de producción, así como, indicadores económicos y financieros: (PE), (RB/C), (VAN) y (TIR).

11.1 Material y metodos

Material prima: Se utilizo caña de azúcar de la variedad caña “criolla” (*Saccharum officinarum*), variedad que presenta un abundante jugo y de mayor riqueza en sacarosa²⁾, obtenida en el municipio de Tepeojuma, Puebla. Además se utilizó metabisulfito de potasio, ácido cítrico, carbón activado, Hipoclorito de Sodio, benzoato de sodio. Botellas PET.

Proceso de estabilización química del jugo. La experimentación y las pruebas realizadas para la obtencion del jugo de caña clarificado y estabilizado químicamente se muestra de manera esquemática en la Figura 11, basandose en la investigación realizada y publicada en el trabajo de Chauhan y colaboradores en el 2002.

Figura 11 Proceso de estabilización química de jugo de caña de azúcar variedad “caña criolla”



El proceso de estabilización química del jugo se llevo a cabo de la siguiente manera: Las cañas a ser procesadas fueron previamente seleccionadas, lavadas y cortadas para después dejarlas en inmersión con una solución de ácido cítrico-metabisulfito de potasio (0.01/0.1%) durante dos horas de inmersión. La extracción del jugo de caña se llevo a cabo mediante un trapiche mecánico. Para la filtración sencilla se utilizo un tamiz con tamiz de porosidad 0.246 mm. Para el mezclado se pesó ácido cítrico (0.4 g/L) y metabisulfito de potasio (0.16 g/L) y se mezclo adecuadamente. El proceso de clarificación se realizó mediante adsorción con carbón activado filtrado y su posterior paso a través de un papel filtro de membrana de celulosa con porosidad "F" (porosidad 12 µm.) aplicando un vacío de 30 mm Hg. El jugo obtenido se sometió a un tratamiento térmico a 70 °C por 10 min con agitación ligera. El envasado se llevo a cabo, previo enfriamiento del jugo (55 °C), en botellas PET esterilizadas. El almacenado se realiza a temperatura ambiente en lugar templado y alejado de la luz solar.

Análisis Fisicoquímicos, Microbiológicos y Sensoriales. Se realizaron análisis fisicoquímicos al jugo, antes y después de estabilizarlo químicamente, Estos fueron pH (NMX-F-266-1987), °Brix (NMX-F-436-1982), acidez titulable (ISO 750:1998) y turbidez. Los análisis fueron hechos por triplicado. En el caso de los análisis microbiológicos, coliformes totales, mohos y levaduras y mesófilos aerobios; se realizaron por la técnica de Petrifilm™ 3M™ los cuales se basan en técnicas AOAC y se regulan en normas ISO y AFNOR. Los resultados fueron evaluados conforme a las normas NTE INEN 2 337:208 para coliformes totales y NOM-130-SSA1-1995 para mesófilos aerobios así como para hongos y levaduras.

Análisis Sensorial. Se realizó un análisis sensorial preliminar en el que se utilizó una escala hedónica de 10 puntos y se aplico a 30 consumidores habituales de jugos⁸.

Análisis componentes del jugo. Después de la estabilización del jugo se procedió a identificar y cuantificar tres de los antioxidantes que se han reportado en la composición del jugo de caña (Epigallocatequina, Luteolin y ácido cafeico) mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución. Se usaron tres estándares para el establecimiento de parámetros de cuantificación mediante curvas de calibración, Los estándares de (-) Epigallocatequina, Luteolin y Acido cafeico fueron adquiridos con Sigma Aldrich. Los solventes, acetonitrilo, metanol y agua fueron de grado HPLC de la marca Fermont.

Extracción por SPE. Antes de la extracción por SPE el jugo se homogeneizó, a una proporción de jugo/agua tridestilada (1:5) v/v , se utilizaron cartuchos (Supelclean ENVI-Carb SPE) de 6 mL (0.25 g) de Supelco, se lavaron con 10 mL de metanol (MeOH), y se acondicionaron con 10 mL de MeOH .

Posteriormente se cargó un volumen de 50 mL de jugo previamente homogenizado, en seguida se secaron los cartuchos al vacío durante 15 min, finalmente se eluyeron los analitos con 10 mL de MeOH (FM), 10 mL de MeOH acidificado al 1% con ácido fosfórico (FMA) y 5 mL de acetonitrilo (FAC), los extractos se juntaron y concentraron en rotavapor hasta un volumen final de 1.5 mL.

Análisis por HPLC. Los extractos eluidos fueron analizados en un cromatógrafo de líquidos Perkin Elmer Series 200 conectado a un detector UV/VIS 785 A, usando una columna RP-18 de 250 x 4.6 mm d.i 5 μ m C18 de la misma firma, los extractos fueron analizados a tres longitudes de onda diferentes según el compuesto que se deseaba identificar; 352 nm para flavonoides (Luteolin), 280 nm para catequinas ((-)Epigallocatequina) y 330 nm para ácidos orgánicos (Ácido cafeico), se utilizaron tres gradientes diferentes para la identificación de los compuestos polifenólicos. Para la identificación de catequinas se utilizaron como: fase A metanol y fase B acetonitrilo, con un flujo de 0.5 mLmin⁻¹ y un gradiente lineal de 100% de A a 100% de B en 5 min, posteriormente 2 min con 100 % de B y finalmente de 100 % de B a 100 % de A en gradiente lineal durante 5 min. Para flavonoides fase A metanol acidificado al 1% con ácido fosfórico y agua/metanol (9:1) v/v, con un flujo de 0.8 mLmin⁻¹ y un gradiente lineal de 100 % de B a 100 % de A durante 10 min. Para ácidos orgánicos, fase A metanol acidificado al 1% con ácido fosfórico y agua/metanol (9:1) v/v, inicialmente se mantiene un flujo de 0.5 mLmin⁻¹ de A durante 10 min, posteriormente de 100 % de A a 100 % de B en gradiente lineal durante 3 min, y finalmente 8 min con 100 % de A.

Cuantificación. Para la elaboración de las curvas de calibración se prepararon soluciones patrón de cada uno de los estándares a una concentración de 150, 200 y 500 ngmL⁻¹ para Luteolin, (-) Epigallocatequina y ácido cafeico respectivamente, y a partir de estas soluciones se prepararon 8 diluciones las cuales fueron analizadas con las condiciones cromatográficas que se mencionan en el párrafo anterior. Los porcentajes de recobro se analizaron mediante la fortificación de una muestra de sacarosa al 20 % en agua HPLC, la cual fue fortificada con los tres estándares a una concentración de 2000 ngmL⁻¹, estas muestras fueron extraídas con la misma metodología que las muestras de jugo de caña.

Estudio económico preliminar. Se realizó el estudio económico preliminar mediante el cálculo de los costos de producción y operativos con presupuestos proyectados a un periodo de 5 años así como, la determinación de indicadores económicos y financieros: Punto de Equilibrio (PE), Relación Beneficio/Costo (RB/C), Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR); obteniendo valores que proporcionen criterios para la determinación de la inversión y del proyecto a realizar.

11.2 Resultados y discusión

Los resultados obtenidos muestran un rendimiento promedio del 55 % de jugo considerando un peso promedio de caña de 1.250 Kg. Los resultados del análisis fisicoquímico realizado al jugo se aprecian en la Tabla 1. El valor de pH y acidez titulable (ácido cítrico como referencia) promedio, en el producto; fue de 4.5 \pm 0.2 y 0.18 %, respectivamente. El valor final de °Brix fue de 22 \pm 1. Con respecto a la turbidez del jugo, ésta se redujo en más del 80% con un valor final de 250 NTU.

Los análisis microbiológicos realizados al producto final muestran valores permitidos por las normas oficiales mexicanas debido a que se aplicaron Buenas Prácticas de Manufactura (Tabla 11.1).

En Brasil 2006, se realizaron estudios microbiológicos al jugo de caña natural y que se vende en pequeños expendios; la evaluación estuvo dirigida a: Coliformes Totales y termotolerantes, bacterias heterotróficas, *Salmonella* y parásitos en jugo de caña sin procesar⁷.

Los resultados obtenidos muestran contaminación en la mayoría de los análisis realizados con ausencia de *Salmonella* y parásitos.

Tabla 11 Características fisicoquímicas promedio del jugo de caña de azúcar, antes y después de la estabilización química.

Parámetro	Como Materia Prima	Como Producto final
pH	5.35 ± 0.05	4.5 ± 0.2
°Brix	19 ± 1	22 ± 1
Acidez Titulable (%)	0.52 ± 0.01	0.18
Turbidez (NTU)	>1000	250

Tabla 11.1 Análisis microbiológico del jugo de caña de azúcar

Jugo de caña de azúcar estabilizado		
	Valores obtenidos	Valores permitidos
¹ Coliformes totales	< 3 UFC/mL	< 3 UFC/mL
² Mesófilos Aerobios	< 13 UFC/mL	< 100 UFC/mL
² Hongos y levaduras	<1 UFC/mL	<25 UFC/mL

¹NTE INEN 2 337:208; ²NOM-130-SSA1-1995

El trabajo refiere una necesidad de capacitar a la gente en Buenas Prácticas de Manufacturas. Un aspecto importante que maneja la investigación es de ajustar el pH en un rango de 3.40 a 5.34, para evitar el crecimiento de diversos microorganismos que puedan causar enfermedades a partir del consumo de alimentos⁷.

En muchas ocasiones, la inestabilidad del jugo de caña es producida por la flora microbiana nativa (*Leuconostoc mesenteroides*), cuya acción tiene como resultado la degradación de azúcares con la consecuente generación de compuestos que modifican de manera significativa el olor y sabor característicos del jugo. Por otro lado, la acción de enzimas, como Polifenoloxidasas (PPO) y Peroxidasas (POD), contribuye a la coloración marrón del jugo³. La adición de ácidos orgánicos, como ácido cítrico o ascórbico al jugo de caña, ofrece un producto con un color y aroma agradable al consumidor, además de las bondades que ofrecen como antioxidantes. En el 2002, Chauhan y colaboradores, en estudios de preservación de jugo de caña de azúcar, encontraron valores de pH, acidez titulable, y grados Brix de 5.08, 0.86 % y 21.9, respectivamente. Por su parte Solís y colaboradores en el 2010 durante la obtención de jarabes fructosados a partir de jugo de caña de azúcar presentan valores de pH y °Brix de 4.22 y 17.8%, respectivamente; después de un tratamiento de ultrafiltración con membrana polimérica.

Por su parte, Leitón y Ramírez en el 2008 obtuvieron valores de parámetros fisicoquímicos, durante la purificación y estabilización del jugo de caña de azúcar, de 4.67, 19.87 y 247.33 NTU de pH, °Brix y Turbidez; respectivamente; cuando el jugo fue sometido a 65 °C por 29 min. En los casos anteriormente mencionados existe mucha similitud en el procesado del jugo, ejemplos, uso de carbón activado, aditivos químicos y el uso de una membrana polimérica para clarificación. Como hemos visto los resultados resultaron ser muy similares.

El uso de carbón activado permite remover compuestos que confieren olores y colores pero no elimina compuestos inorgánicos¹⁰.

El metabisulfito de potasio es conocido por inhibir el crecimiento de hongos y levaduras además ser ampliamente utilizado como conservador de alimentos, además disminuye los cambios en el contenido de sólidos solubles totales debido a la restricción del crecimiento de actividad microbiana sin dejar de mencionar la protección que ofrece a mantener los valores de pH y acidez titulable a temperatura ambiente. La adición de ácidos orgánicos como ácido cítrico o ascórbico al jugo de caña pasteurizado restringe la degradación de sólidos solubles totales durante el almacenamiento a temperatura ambiente (30 °C) y posteriores cambios en la viscosidad del jugo⁴.

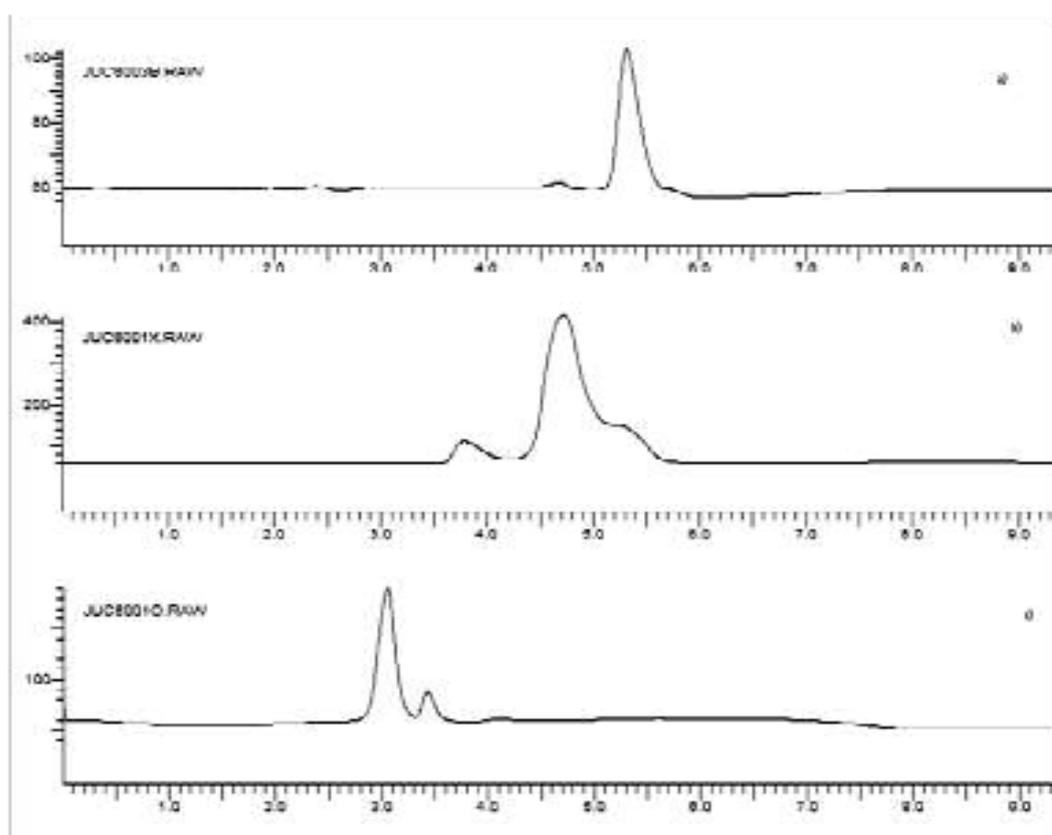
El análisis sensorial fue aplicado a un panel de 30 personas, los resultados (Figura 2) muestran que el jugo de caña tuvo una aceptación de 78.58 %. Considerando una aceptación adecuada para este tipo de productos de tipo dulce pero natural.

Gráfica 11 Evaluación sensorial de jugo de caña carificado (AyM)



En la gráfica 11 se muestran los cromatogramas del análisis del extracto de jugo de caña a tres longitudes de onda diferentes: 330, 352 y 280 nm, para ácido cafeico, luteolin y (-) epigallocatequina respectivamente.

Gráfica 11.1 Cromatogramas del análisis del extracto de jugo de caña a tres longitudes de onda diferentes, a) 330 nm, b) 352 nm y c) 280 nm



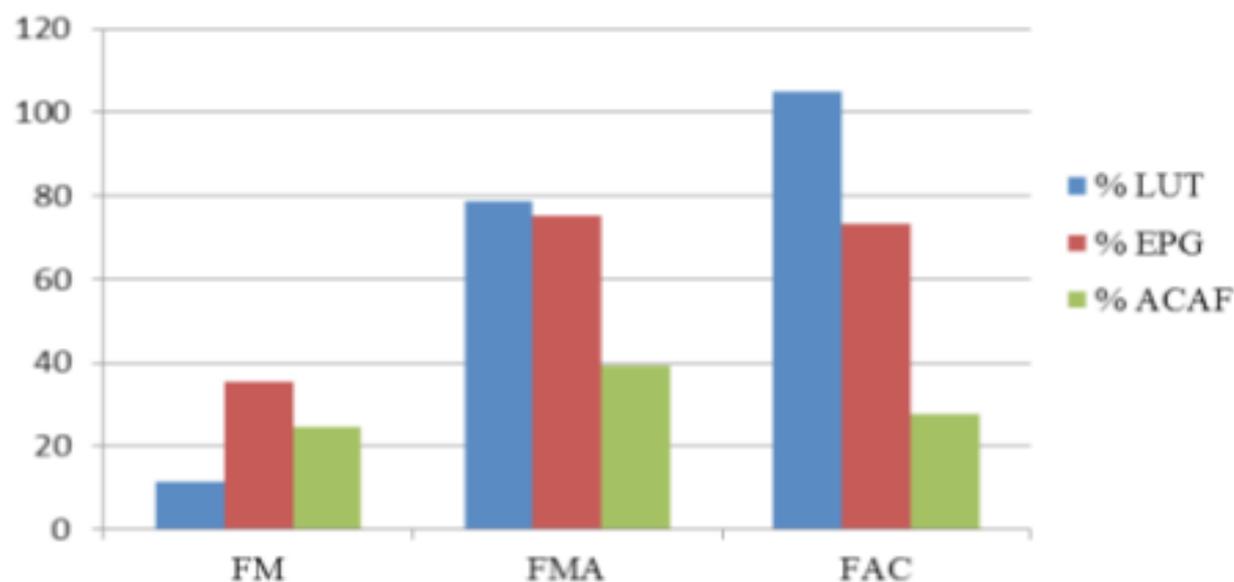
En la gráfica 11.1 se muestran los tiempos de retención para cada uno de los compuestos estudiados:

Tabla 11.2: Tiempo de retención para cada uno de los compuestos analizados.

Compuesto	Tiempo de retención (min)
(-) epigallocatequina	2.94
Luteolin	3.83
Acido cafeico	5.45

Se obtuvieron porcentajes de recuperación del 98 % para flavonoides (Luteolin), 35 % para ácido cafeico y de hasta el 78 % para (-) Epigallocatequina. Tal como se muestra en la figura 2 el acetonitrilo y la fase metanólica acidificada son las fases con las cuales eluyen en mayor porcentaje los tres analitos de estudio, lo cual muestra que es necesario acidificar la muestra para obtener mayores porcentajes de recuperación de compuestos polifenólicos, debido a que la fase metanólica eluyó un menor porcentaje a pesar de que fue la primera fase con la que se eluyó.

Gráfica 11.2 Porcentajes de recuperación de cada uno de los analitos de estudio en cada una de las fases de elución



El compuesto que se identificó en mayor cantidad fue la (-) Epigallocatequina con una concentración de 4.34 mgL^{-1} , del Luteolin se obtuvo una concentración de 0.52 mgL^{-1} y del ácido cafeico 0.13 mgL^{-1} , esto es debido a que la presencia de este compuesto es predominantemente en las hojas de la caña de azúcar⁶ y lo que se analizó en este trabajo fue el jugo. Además de estos tres compuestos, se detectaron algunos otros picos que aún se desconoce de qué compuesto se trata, sin embargo este trabajo ha sido útil para sentar la bases de trabajos posteriores que permitan una caracterización fitoquímica más completa.

Los costos de producción fueron de \$ 8.76 (PET de 500 ml). Considerando un precio de introducción en el mercado de \$10.00, las ganancias serían del 12.4 %.

El estudio económico se realizó considerando 5 años de operación y como resultados obtenemos los siguientes datos: Inversión inicial \$772,955.45 (aportación o capitalización por socios) considerando un capital de trabajo para 3 meses, TIR de 37.5%, VAN de \$814,274.83, RB/C=1.155 para el primer año, Punto de Equilibrio de \$972,780 (97,278 unidades); considerando una inflación del 5% anual y una tasa de riesgo del 30%. De acuerdo a los resultados obtenidos, el proyecto es aceptable, recuperando la inversión después del tercer año; sin embargo se tendría que realizar un estudio de mercado para establecer de manera más exacta el precio del producto en el mercado.

Tabla 11.3 Costos de Producción

CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
Materia Prima	884,898.43	929,143.35	975,600.52	1,024,380.55	1,075,599.57
Materiales Indirectos	475,200.00	498,960.00	523,908.00	550,103.40	577,608.57
Costo de Insumos	49,069.63	51,523.11	54,099.27	56,804.23	59,644.44
Mano de obra	86,400.00	90,720.00	95,256.00	100,018.80	105,019.74
Costo de Distribución	73,920.00	77,616.00	81,496.80	85,571.64	89,850.22
Otros costos	95,449.80	100,222.29	105,233.40	110,495.07	116,019.83
Costos Total de Producción	\$1,664,937.86	\$1,748,184.76	\$1,835,594.00	\$1,927,373.69	\$2,023,742.38

Tabla 11.4 Proyección de ingresos

PRESUPUESTO DE INGRESOS					
CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
PRODUCCION ANUAL	190,080	199,584	209,563	220,041	231,043
PRECIO DE VENTA	\$ 10.00	10.50	11.03	11.58	12.16
TOTAL DE INGRESOS	\$ 1,900,800.00	\$ 2,095,632.00	\$ 2,310,434.28	\$ 2,547,253.79	\$ 2,808,347.31

Tabla 11.5 Cálculo de relación Beneficio-costo

RELACIÓN BENEFICIO - COSTOS					
CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
INGRESOS	\$1,994,400.00	\$2,198,826.00	\$2,424,205.67	\$2,672,686.75	\$2,946,637.14
EGRESOS	\$1,726,505.35	\$1,812,830.62	\$1,903,472.15	\$1,998,645.76	\$2,098,578.05
RESULTADO	1.16	1.21	1.27	1.34	1.40

Gráfica 11.3 Punto de equilibrio del jugo de caña de azúcar



11.3 Conclusiones

La clarificación del jugo de caña de azúcar mediante el uso de filtros de membranas poliméricas y su posterior estabilización mediante tratamiento térmico y aplicación de aditivos químicos ofrece un producto con condiciones fisicoquímicas características al jugo original, con valores microbiológicos que cumplen con la normatividad y adecuado a las exigencias del consumidor local.

Figura 11.1 Jugo de caña de azúcar estabilizado



El color del producto obtenido puede modificarse disminuyendo, aún más, la carga de sólidos presentes, durante la clarificación. Esto según las especificaciones y requerimientos de la sociedad de productores y consumidores.

Con respecto a la identificación de los principales compuestos polifenólicos en el jugo de caña muestra el valor nutricional de este producto, si bien la técnica que se utilizó no fue ideal para los tres compuestos analizados, se tiene la certeza de que estos compuestos están presentes. Es importante señalar que la distribución de estos compuestos es diferente en cada parte de la planta por lo que es necesario analizar diversas partes, pues en este estudio se observó que las catequinas son los flavonoides que se encuentran en mayor concentración en el jugo, sin embargo se ha reportado que la presencia de ácido cafeico y luteolin es mayor en las hojas de la caña de azúcar.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el proyecto es aceptable, recuperando la inversión después del tercer año; sin embargo se tendrá que realizar un estudio de mercado para establecer de manera más exacta el precio del producto en el mercado.

11.4 Agradecimientos

Especial agradecimiento a la Fundación Produce Puebla A. C. (FUPPUE) y al Programa de Mejoramiento al Profesorado (PROMEP), El Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) por el financiamiento proporcionado ha dicho proyecto.

11.5 Referencias

Aguirre, M.; Poveda, C. Jugo de caña de azúcar envasado en vidrio. ESPOL. Ecuador. (2011).

Bucheli, Carolyn S. y S. P. Robinson. Contribution of enzymic browning to Color in Sugar Cane Juice. *J. Agric. Food. Chem.* 42. 257-261 (1994).

Caballero T., Angel E. “*Temas de Higiene de los Alimentos*”. Ed. Ciencias Médicas. Cuba (2008).

Chauhan O. P.; D. Singh; S. M. Tyagi y D.K. Balyan. Studies on Preservation of SugarCane Juice. *International Journal of Food Properties.* 5:1, 217-229 (2002).

Colombo R., Fernando M.,Yariwake J. *Determination of flavonoids in cultivated sugarcane leaves, bagasse, juice and in transgenic sugarcane by liquid chromatography-UV detection.* *Journal of Chromatography A.*, 1103118-124 (2006).

Duarte A. J. M., Vidal N. A., Fallarero L. A., Lajolo F. M. y Genovese M. I. Antioxidant Activity of Phenolics Compounds From Sugar Cane (*Saccharum officinarum* L.). *Plant Foods for Human Nutrition* **61**: 187–192 (2006).

García, O. A.C; Spano, S. A. S.; Paiva, S. C. y Oliveira, S. C. W. Microbiological evaluation of sugarcane juice sold at street stands and juice handling conditions in Sao Carlos, Sao Paulo, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 22(5) 1111-1114 (2006).

Leitón, R. F. P. y Ramírez C. M. H. *Purificación y Estabilización del jugo de caña de azúcar (Saccharum officinarum L).* Tesis de ingeniería publicada. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. (2008).

Pedrero, F. D. y Pangborn, R. M. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Alambra Mexicana S. A. México. 63-105 (1997).

Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR.
http://www.caneros.org.mx/site_caneros/estadisticas/puebla.pdf. Consultado en 2010.

SIAP.2008.<http://w4.siap.gob.mx/sispro/portales/agricolas/cania/Descripcion2008.pdf>. Consultado en 2010.

Solís F. J.A.; K. Calleja Z.; M. del C. Durán-de-Bazúa. Desarrollo de Jarabes Fructosados de caña de azúcar a partir del Guarapo. Tecnol. Ciencia. Ed. (IMIQ). Vol. 25(1): 53-62 (2010).