

Diversificación de la agroindustria panelera en la producción de mieles invertidas

Brown Sugar Cane Agroindustry Diversification in the Production of Inverter Brown Sugar Honeys

MARÍA CONSUELO QUIROGA MALDONADO

**Química Especialista Nutrición
y Alimentación para PED
Instructor SENA CDAE Villeta
mcquirogam@misena.edu.co**

HEIDY GUILLEN PEDRAZA

**Aprendiz SENA CDAE Villeta
Técnico en Agroindustria panelera
heidy.guillen@hotmail.com**

JORGE CAMILO GUERRERO MORALES

**Ingeniero Mecánico MsC Industrias
Agroalimentarias
Instructor SENA CDAE Villeta
jcguerrerom@misena.edu.co**

DIANA CAROLINA JIMÉNEZ

**Ingeniera de Alimentos
Instructor SENA CDAE Villeta
cajimenez.castro@gmail.com**

JOSÉ HERNANDO RUIZ BARRAGÁN

**Técnico en Agroindustria panelera
Instructor SENA CDAE Villeta
jose-08172011@hotmail.com**

Fecha de recepción: 8 de julio de 2016

Fecha de evaluación: 1 de agosto de 2016

Fecha de aceptación: 23 de agosto de 2016





Diversificación de la agroindustria panelera en la producción de mieles invertidas

Resumen

La población joven económicamente activa, en su mayoría migran hacia la ciudad en busca de mejores oportunidades laborales, la diversificación de la agroindustria panelera, sector económico predominante en la región del Gualivá, busca ser atractiva y poder brindarle oportunidades laborales que los estimule a capacitarse y permanecer en su región de origen, al encontrar allí la motivación necesaria para obtener ingresos y mejorar su calidad de vida (Cundinamarca-Univ. Rosario, 2011).

Dentro del proceso de innovación y gestión tecnológica se plantea elaborar productos que no se encuentran en el mercado y abran nuevos canales de comercialización de productos derivados de la panela, aplicando técnicas de proceso innovadoras para el sector panelero, como son la producción de siropes y mieles estabilizadas para su comercialización, sin la utilización de preservantes, fabricando un producto limpio, en cuyo proceso de producción se utilicen métodos biotecnológicos como enzimas obtenidas de levaduras sin ninguna modificación genética, certificado por los productores y comercializadores de enzimas (Proenzimas, 2015).

Mediante la experimentación se estandarizó el proceso productivo de mieles invertidas, se establecen las variables características de concentración en azúcares de mieles para la reacción enzimática, temperatura, pH inicial, tiempo de reacción, concentración de la enzima y concentración final del producto.

Abstract

The young population in the Gualivá region, mostly migrate to the city of Bogota in search of better job opportunities. The diversification of panela agro-industry, (predominant economic sector in the region), aims to be attractive and to provide job opportunities that stimulate train and remain in their region of origin, finding there the necessary motivation for using these alternatives to obtain incomes and improve their quality of life (Cundinamarca-Univ. Rosario, 2011).

Product diversification of panela agro-industry, opens new marketing channels for generating revenue to the project's target population. Commercial expectations that could be generated, depend mainly on the development of alternative sources of production to develop in young women and the possibilities of creating their own sources of income, contributing to self-sufficiency in meeting their needs.

In the process of innovation and technology management it arises creating products that are not in the market and open new channels of commercialization of products derived from sugar cane, applying techniques of innovative process for the panela sector, such as the production of syrups and honeys stabilized for marketing without the use of preservatives, producing a clean product, using in its production process, the biotechnological methods (enzyme) obtained from yeast without genetic modification, where certified enzymes producers are used. Through experimentation the production process of inverted molasses is standardized by setting the different variables (concentration of honey for the enzymatic reaction, production temperature, initial pH of reaction, reaction

Se alcanzó de esta manera la producción de las mieles invertidas estandarizadas y estabilizadas, materia prima para el desarrollo de productos alternativos como mieles saborizadas para bebidas frías y calientes.

Palabras clave: Miel de panela, mieles invertidas, bebidas naturales, mieles estabilizadas, siropes, mieles saborizadas.

time, enzyme concentration, final product concentration). It is achieved in this way the production of inverted honey like a standardized raw material development of alternative products (ie flavored honeys for hot and cold drinks).

Finally the appropriation of knowledge for project beneficiaries is achieved with standardized transfer in the experimental stage to the production unit process.

Keywords: Panela's Honeys, Inverted Honeys, Natural Drinks, Stabilized Honey, Syrups, Flavored Honeys.

Introducción

La producción de panela en Colombia se considera la segunda agroindustria después del café beneficiando a cerca de 350.000 personas, es decir el 12% de la población rural (Manrique, 2008).

Guayabal de Siquima es un municipio de vocación agropecuaria poblado por pequeños productores, y la familia es el núcleo esencial para las labores productivas basadas en el modelo campesino o sistema de auto consumo donde el café, la panela y el maíz se comercializan directamente o a través de intermediarios (Siquima, 2013).

La producción tradicional de panela se inicia con el cultivo de la caña, donde la cosecha, el corte, el transporte y el apronte son del dominio y experiencia del productor.

La molienda de caña se hace en molinos de fabricación nacional, con muy bajas relaciones de

extracción (entre el 30 y 50%) así, queda del 10 al 15 % del jugo extraído en el bagazo, que sirve como combustible en las hornillas tradicionales.

Los jugos son sometidos a limpieza y posteriormente a deshidratación hasta obtener mieles y luego panela en diferentes presentaciones, siempre solidas o en menor proporción granulada o pulverizada; estos son los productos que se ofrecen al mercado tradicional.

Los productores paneleros desconocen los métodos de estabilización y conservación de mieles, razón por la cual no se fabrican frecuentemente, por este motivo el proyecto propone desarrollar una metodología aplicada al proceso utilizando herramientas biotecnológicas (procesos enzimáticos) para la obtención de mieles estabilizadas.

El desarrollo de este proyecto de diversificación de la agroindustria panelera en la producción de mieles invertidas, tiene como objetivo estandarizar

un método para la obtención de mieles invertidas y ofrecer nuevos productos al mercado de fácil uso y de mayor vida útil para su consumo atractivos al consumidor.

Marco teórico

La caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) de la familia de las gramíneas presenta tallos con altos contenidos de azúcares entre 18 y 22 ° Brix en su punto óptimo de maduración; el tallo se utiliza para la producción de azúcar, panela, mieles, según el proceso al que se someta. Su transformación se inicia con la cosecha de la caña y el proceso agroindustrial se desarrolla en diferentes etapas que incluyen la extracción de jugos, la concentración por calentamiento, el moldeo, empaque y comercialización de productos.

Las variedades de caña cultivadas en la región donde se desarrolló el proyecto son las POJ, destacándose las POJ 28-78 y POJ 27-14; Manuelita ZC y Mayarí que son las más abundantes, según la información suministrada por los productores beneficiarios del proyecto.

Los cultivos tienen mezclas de todas las variedades y muy pocas fincas tienen una sola variedad de caña. La caña es la materia prima para la producción de panela y mieles, principal renglón económico del campo de la región del Gualivá, en el departamento de Cundinamarca donde se encuentra el municipio de Guayabal de Siquima, seleccionado para la aplicación del proyecto.

La miel de caña se obtiene durante el proceso de elaboración de la panela, se denomina beneficio donde se incluyen acciones de proceso posteriores al corte de la caña, las actividades del proceso se describen en el siguiente diagrama de flujo:



Diagrama de flujo 1. Etapas del proceso de producción de panela.

Fuente: Esquema general de la producción de panela (Ramírez & Salazar, 2001).

Las mieles de caña están compuestas por sacarosa en mayor cantidad, glucosa y fructosa, en menor proporción, cuando se concentran estas mieles naturales se obtiene panela y mieles según los procesos aplicados en la producción tradicional. Las mieles obtenidas son inestables y la calidad se altera por diferentes factores, por ejemplo las concentraciones de sus componentes, para estabilizar estas mieles, se pueden aplicar procesos de hidrólisis ácida o hidrólisis enzimática.

La hidrólisis ácida de sacarosa para obtener los dos monosacáridos presentes glucosa y fructosa, se aplican diferentes ácidos; los recomendados para alimentos son el cítrico y fosfórico.

Se plantea en este proyecto la implementación de métodos biotecnológicos como el de la hidrólisis enzimática, para realizar producciones limpias y conservar las características de naturaleza orgánica de los productores beneficiarios del proyecto.

Las enzimas son proteínas especializadas y específicas para realizar reacciones biológicas (Albert L. Lehninger, 2005), estos catalizadores biológicos son utilizados para la hidrólisis de proteínas (proteasas), grasas (lipasas) azúcares (invertasas, amilasas etc.) son enzimas especializadas, para hidrolizar sacarosa en glucosa y fructosa, monosacáridos que al estar unidos se llaman sacarosa; amilasas que rompen cadenas de glucosa.

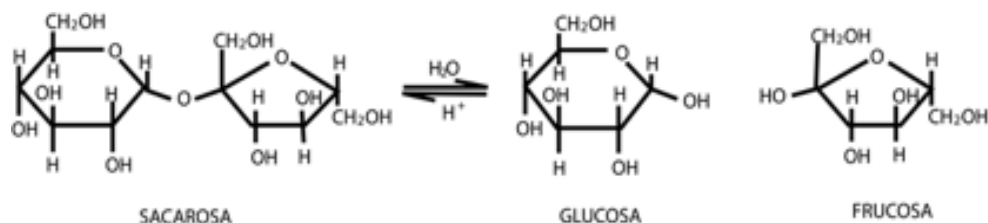
La enzima utilizada en el proceso es Inverzyme 488, preparación enzimática para uso alimentario, hidrólisis de sacarosa para producir soluciones de azúcar invertido.

de sacarosa después de los tratamientos propuestos, sus propiedades resultan de la combinación de las propiedades de los azúcares.

La miel invertida se puede aprovechar en las industrias alimenticias por su capacidad de retención de humedad, mayor poder edulcorante aportado por la fructosa 173, sacarosa 100 y glucosa 80 (Cheftel & Cheftel, 1999).

Para la hidrólisis enzimática se utiliza la enzima invertasa que ataca en este caso particular la sacarosa para obtener glucosa y fructosa. La enzima invertasa es obtenida de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) (Proenzimas, 2015).

Con las mieles invertidas se pueden producir mieles naturales usadas en la industria de alimentos y consumo directo, como edulcorantes, materia prima en la industria de panificación, producción de granolas, mieles saborizadas como siropes entre otros.



Esquema 1. Esquema del proceso de hidrólisis de la sacarosa.
Fuente: (Bello, 2008).

Características

Forma: polvo blanco. Olores: libre de olores ofensivos. Sabor: libre de sabores ofensivos. Solubilidad: soluble en agua fuente: (Bello, 2008).

La miel invertida es un producto obtenido de la hidrólisis de la sacarosa (disacárido) en sus componentes glucosa y fructosa (monosacáridos). La estabilidad de las mieles son dadas por la mayor concentración de glucosa y fructosa y concentraciones bajas

Objetivos

Objetivo general

- Estandarizar un método de estabilización de mieles para la elaboración de mieles invertidas.

Objetivos específicos

- Establecer una metodología para estabilizar mieles de jugo de caña a gran escala, aplicada

a procesos productivos en la agroindustria panelera en el Municipio de Guayabal de Siquima, Cundinamarca.

- Diseñar el paquete tecnológico a pequeña escala, estableciendo los diagramas de flujo, funcionamiento y producción del proceso, para la implementación de una unidad productiva en el municipio de Guayabal de Siquima.

Metodología

Objetivo general

1. El diseño experimental consistió en:

Para el análisis estadístico de los datos, se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, el cual permite analizar la significación entre los tratamientos y los bloques, obteniendo como resultado una disminución en el error experimental, el mejor tratamiento se seleccionara dependiendo de la mayor concentración de azúcares reductores después de cada uno de los tratamientos (Universidad Rafael Urdaneta Venezuela, 2016).

Se realizaron tres ensayos variando la concentración del jugo inicial de 50, 55 y 60 ° Brix.

Tabla 1. Concentración azúcares totales ° Brix.

Tiempo (Horas)	Concentración (g) enzima/ Kg azúcar en jugo	
	0.5	1.0
3	X	X
4	X	X
5	X	X
12	X	X

- Método pH constante 4.5 y temperatura 50°C con variación de tiempo de reacción, concentración de jugo para el inicio de la fermentación

50, 55 y 60 ° Brix Volumen 10 l (escala experimental) .

- Esta metodología se aplicó para seleccionar el proceso enzimático en la producción en mieles estabilizadas. Se realizó repetitividad en el proceso a escala de producción en trapiches. Con el método seleccionado se diseñó el paquete tecnológico estableciendo los diagramas de flujo, funcionamiento y producción del proceso, para la implementación en una unidad productiva en el municipio de Guayabal de Siquima.

2. Preparación de jugos concentrados de 50 a 55 y 60 ° Brix:

- Se tomó Jugo de caña limpio con concentración de azúcares entre 17 y 22 ° Brix.
- Se limpió el jugo con mucilago de guácimo (preparado con la corteza del árbol macerada, sumergido en agua a temperatura de 50 °C hasta consistencia de clara de huevo. Se adiciona el 2% del mucílago con respeto al volumen del jugo.
- El jugo limpio clarificado en el proceso panelero, se concentró hasta 50, 55 y 60 ° Brix. Concentraciones seleccionadas en el diseño de experimentos:
- Para cada ensayo se tomaron 10 Kg del jugo a 50 ° Brix, y se realizó el diseño experimental para concentraciones de jugo de 50, 55 y 60 ° Brix.

3. Evaluación del proceso de hidrólisis enzimática.

Se realizó con un equipo Portable Refracto- polarímetro ATAGO referencia RePo 1, con el cual se establece la concentración de sacarosa y los grados Brix y la pureza aparente, según (Hugoth, 1986).

3. 1. Procedimientos para realizar mediciones en planta Equipo ATAGO Re-Po 1

- Tomar la muestra a analizar 100 ml. Aprox. Enfriar a temperatura ambiente.
- Pesar 10 g de muestra y llevar a 100 g con agua destilada, agitar hasta disolución de la muestra.
- Filtrar la muestra y realizar la medición en el equipo refracto-polarímetro, según el manual de uso del equipo.

Los resultados de la tabla anterior, se cuantifican mediante la suma de cuadrados y se emplearon para realizar el análisis de varianza respectivo al diseño experimental, reportados en la Tabla 3.

La concentración de Azúcares Reductores calculada depende de la cantidad de enzima adicionada en diferente ° Brix durante el tiempo de 12 horas; esto se asegura con una probabilidad del 99%, es decir que la cantidad de enzima adicionada afecta la concentración Azúcares Reductores calculada a nivel altamente significativo.

Se hace una correlación de los tratamientos donde se aplica una concentración de enzima de 0,5 gramos/Kg de azúcares totales a diferentes concentraciones del jugo 50, 55 y 60 ° Brix al inicio de la fermentación enzimática.

Resultados

Según el diseño experimental aplicado para el tratamiento de los datos, arrojó los siguientes resultados:

Tabla 2. Concentración de Azúcares Reductores calculada en diferentes ° Brix y cantidades de enzima adicionadas en el tiempo 12 horas.

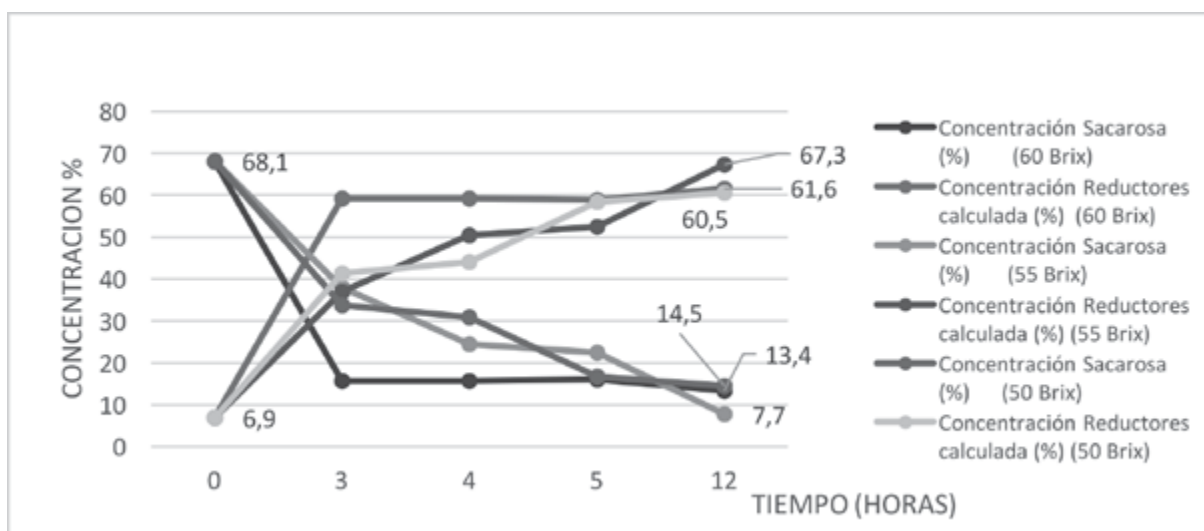
Concentración Enzima en g / kg de azúcar	Concentración del Jugo			TOTAL	PROMEDIO
	50 °Brix	55 °Brix	60 °Brix		
0	6.90	6.90	7.00	20.80	6.93
0.50	60.50	67.30	61.60	189.40	63.13
1.00	73.20	75.00	63.80	212.00	70.67
TOTAL	140.60	149.20	132.40	422.20	
PROMEDIO	46.87	49.73	44.13		46.91

Fuente: los autores.

Tabla 3. Análisis de Varianza para la concentración de Azúcares reductores calculada en diferentes ° Brix y cantidades de enzima adicionadas a las 12 horas.

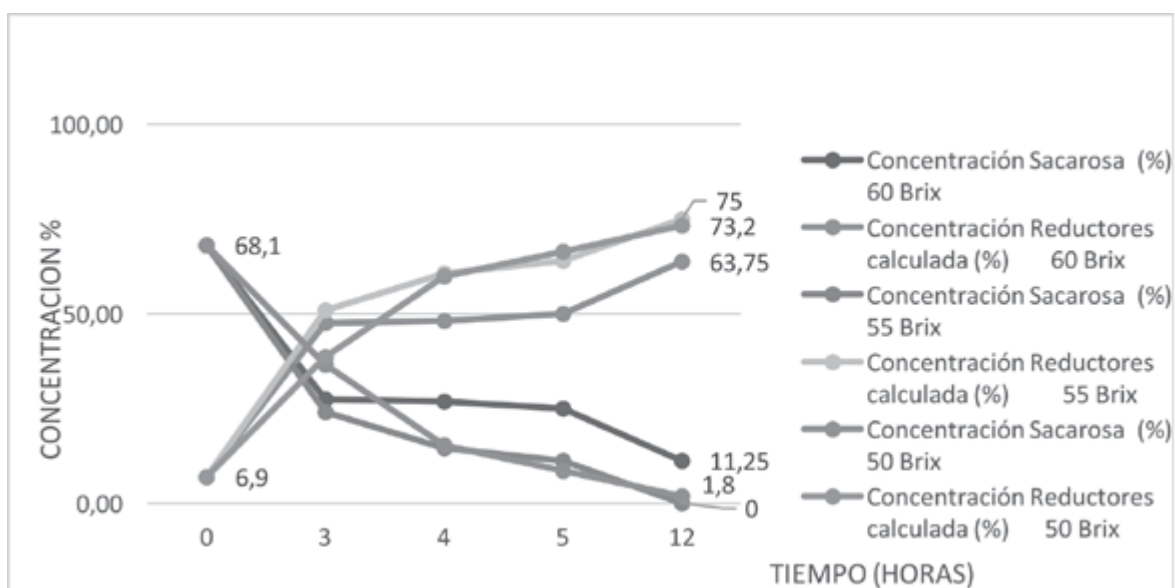
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón de Varianza	F	
					0.05	0.01
Bloques	2	47.05	23.52	1.81	6.94	18.00
Tratamientos	2	7,277.13	3,638.56	280.15	6.94	18.00
Error Experimental	4	51.95	12.99			
Total	8	7,376.13	922.02			

Fuente: los autores.



Gráfica 1. Datos ponderados Concentración Enzima 0.5 g / Kg de Azúcar, pH 4.5; Variación de concentración de sacarosa y glucosa para concentración jugo 50, 55 y 60 ° Brix.
Fuente: los autores.

Para los tratamientos con 1g de enzima/Kg de azúcar (Gráfica 2) se presenta la misma tendencia que en el ensayo con 0,5 g de enzima/Kg de sacarosa. En el tratamiento con jugos de concentración inicial de 55 ° Brix, los resultados dan una inversión total.



Gráfica 2. Datos ponderados Concentración Enzima 1 g / Kg de Azúcar, pH 4.5; Variación de concentración de sacarosa y glucosa para Concentración Jugo 50, 55 y 60 ° Brix.
Fuente: los autores.

Análisis de resultados

Los resultados evidenciaron que para tratamientos con 55 ° Brix inicial del jugo y concentración de enzima de 1 g, después de 12 horas de hidrólisis, se obtienen mieles con 100% de inversión, estas mieles son translúcidas y no presentan separación de fases después de un mes de almacenamiento.

Tratamiento seleccionado: Como los tratamientos analizados son altamente significativos, se selecciona como mejor tratamiento el que corresponde a la adición de 1 g de enzima/kg de azúcar con resultados de inversión total de la sacarosa para un tiempo de 12 horas con una concentración inicial de azúcares de 55 ° Brix, en segundo lugar se selecciona

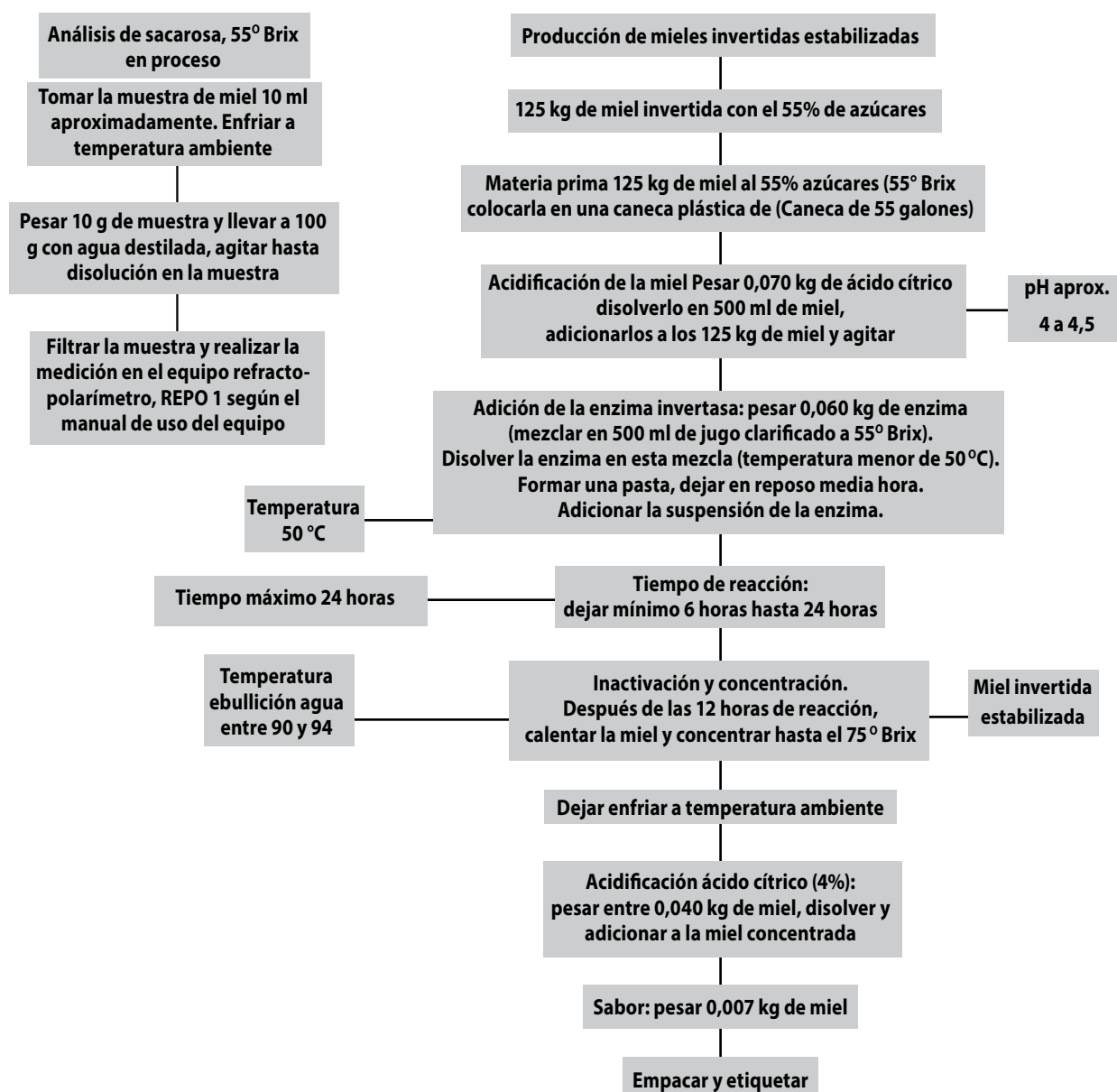


Diagrama de flujo 2. Proceso de producción de mieles invertidas estabilizadas utilizando el tratamiento seleccionado

Fuente: los autores.

el tratamiento, de 1 g de enzima/kg de azúcar con resultados de inversión de la sacarosa 73,2 ° Brix con relación al 75% para un tiempo de 12 horas con una concentración inicial de azúcares de 50 ° Brix.

Se realizaron tres ensayos en la planta de producción de panela aplicando condiciones del tratamiento óptimo, con el fin de validar los resultados del tratamiento seleccionado.

Para el tratamiento pH 4.5; concentración enzima 1.0 g / Kg de azúcar, tiempo 12 horas de concentración y jugo 55 ° Brix los resultados obtenidos son: los ensayos No 1, 2 y 3 se realizaron con la misma variedad de caña utilizada en los ensayos experimentales POJ de la zona de Tobia. Las mediciones fueron realizadas con el refractómetro-polarímetro ATAGO Re-Po 1, siguiendo el mismo procedimiento de análisis implementado en la etapa experimental, alistamiento de jugos para el inicio de la fermentación enzimática, mediciones en planta del proceso de hidrólisis al inicio y al final de la fermentación después de 12 horas de reacción.

Los tres tratamientos realizados en la planta de producción de panela de Tobia, se hacen con aproximadamente 500 kg de jugo cada uno, en concentraciones que oscilan de 18 a 21 ° Brix; los resultados de la hidrólisis de los jugos a 55 ° Brix, repiten el proceso de hidrólisis, obteniéndose el 100% de la inversión de la sacarosa.

Como resultado se propone el diagrama de flujo diseñado para plantas de panela en el municipio de Guayabal de Siquima (Diagrama de flujo 2).

Conclusiones

1. El tratamiento seleccionado fue pH 4.5 con concentración de enzima 1.0 g / Kg de azúcar; tiempo de 12 horas y concentración de Jugo 55 ° Brix.
2. Se estableció la metodología para estabilizar mieles de jugo de caña en las plantas de producción de panela de los beneficiarios del proyecto, con apropiación del proceso y el manejo de las herramientas para el seguimiento de la producción de mieles invertidas, aplicada a procesos productivos en la agroindustria panelera, en el Municipio de Guayabal de Siquima, Cundinamarca.
3. Se diseñó el paquete tecnológico a pequeña escala, estableciendo los diagramas de flujo, funcionamiento y producción del proceso, para la implementación de una unidad productiva en el municipio de Guayabal de Siquima; en esta etapa del proyecto se le suministra la información de cómo se realiza el proceso y cuáles son los materiales que deben tener en la enramada, para fabricar las mieles, lo mismo el tipo de empaques a utilizar para la comercialización de estas mieles naturales o saborizadas.

Referencias

- Albert L. Lehninger, M. M. (2005). *Lehninger principios bioquímicos*. Barcelona: Omega.
- Bello, G. J. (2008). *Ciencia Bromatológica Principios Generales de Alimentos*. Madrid.
- Cheftel, J., & Cheftel, H. (1999). *Introduction al biochimie et a la technologie des aliments*. Paris: Lavoisier.
- Cundinamarca-Univ.Rosario. (2011). *Plan de competitividad y desarrollo económico de la provincia del Gualivá*. En: Plan de competitividad y desarrollo económico de la provincia del Gualivá, 17-20.
- Duran, N. (2010). *Reingeniería Panelera*. Tunja: Buhos Editores.

Hugoth, E. (1986). *La sucrerie de cannes*. Paris: Technique & Documentation - Lacoisier.

Manrique, R. J. (Enero de 2008). *Buenas prácticas agrícolas para el manejo agronómico de la caña de azúcar*. Manual Buenas prácticas agrícolas, 17. Bogotá, D.C., Colombia: Produmedios.

Proenzimas. (2015). *Enzimas para procesos industriales*. Proenzimas Enzimas para procesos industriales. Cali, Colombia.

Ramírez, & Salazar. (2001). *Evaluación de la inmovilización de enzimas para la producción de mieles fructosadas en la industria de la panela*. Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Químico. Bogotá, Colombia.

Síquima, G. d. (28 de Noviembre de 2013). Sitio oficial de Guayabal de Síquima en Cundinamarca, Colombia. Obtenido de Alcaldía de Guayabal de Síquima - Cundinamarca: http://www.guayabaldesiquima-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml

Universidad Rafael Urdaneta Venezuela. (2016). Capítulo III Diseños Bloques Completos al azar. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de <http://www.uru.edu/fondoeditorial/libros/pdf/manualdestatistix/cap3.pdf>