

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE MEZCLAS DE BALSO, GUÁSIMO Y CADILLO SECOS Y EN SOLUCIÓN ACUOSA EN EL PROCESO DE CLARIFICACIÓN DE JUGOS DE CAÑA

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF BALSO, GUÁSIMO AND CADILLO MIXTURES IN POWDER AND IN AQUEOUS SOLUTION USED IN THE PROCESS OF CLARIFICATION OF CANE JUICES.

- ¹ Diana Carolina Vargas Giraldo,
² Cristian Antonio Ocampo Trujillo,
³ Cristian Camilo León,
⁴ Sergio Loaiza Orrego,
⁵ José Alejandro Tunubala Forero,
⁶ Jefferson Enrique Galvis Londoño.

Recibido: 10-05-2018

Aceptado: 20-11-2018

- 1 Colombiana. Ingeniera de Alimentos, Universidad de Caldas. Maestrante en Nutrición y biotecnología alimentaria, Universidad Europea del Atlántico. Instructora e investigadora SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Caldas del Centro de Automatización Industrial. Grupos de investigación BIOSAN y EAYER.
Email: dicavagi@misena.edu.co
- 2 Colombiano. Ingeniero de Alimentos, Universidad de Caldas. Magister en Ingeniería de Alimentos, Universidad de Caldas. Instructor e investigador SENNOVA, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Caldas del Centro para la Formación Cafetera. Grupo de investigación BIOSAN.
Email: caocampo@misena.edu.co
- 3 Colombiano. Tecnólogo en control de calidad de alimentos, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Caldas del Centro para la Formación Cafetera. Jefe de planta de producción de elaboración de productos cárnicos, Santa Rosa Risaralda.
Email: camilo-7878@hotmail.com
- 4 Colombiano. Tecnólogo en Control de Calidad de Alimentos, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Caldas del Centro para la Formación Cafetera. Estudiante de IV semestre de Ingeniería de alimentos, Universidad de Caldas.
Email: sergioloaiza.14@gmail.com
- 5 Colombiano. Tecnólogo en control de calidad de alimentos, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Caldas del Centro para la Formación Cafetera. Jefe de planta, auxiliar en control y calidad en industria láctea, Chinchiná Caldas.
Email: alejotunubala@gmail.com
- 6 Colombiano. Técnico profesional en procesos biotecnológicos aplicados a laboratorio, Universidad de Caldas. Tecnólogo en procesos biotecnológicos aplicados a la industria, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Caldas del Centro para la Formación Cafetera. Analista de Calidad Buencafé Liofilizado, Chinchiná Caldas.
Email: jeffergalvis-8@hotmail.com

RESUMEN

El balso, guásimo y cadillo son especies vegetales con propiedades floculantes utilizadas en la clarificación de jugos de caña para la producción de panela. Su uso descontrolado, permanente y poco eficiente ha causado agotamiento en las zonas paneleras, teniendo un impacto ambiental negativo y un incremento en los costos de producción para dichos productores.

En la presente investigación se evaluó la eficiencia de mezclas de estos tres floculantes naturales en polvo y solución acuosa en la clarificación de jugo de caña como alternativa para mejorar su utilización. Inicialmente se obtuvieron los floculantes de forma individual, a partir de estos, se evaluaron tres mezclas para el floculante en polvo y tres en solución acuosa con las siguientes relaciones: balso/guásimo (1,5:1), balso/cadillo (1,5:1), guásimo/cadillo (1:1).

Se realizaron pruebas de clarificación a escala de laboratorio en jugo de caña; para las mezclas en polvo se evaluaron concentraciones de 0,005% y 0,01%, para las mezclas en solución acuosa se evaluaron concentraciones de 0,05% y 0,1%.



Se determinó turbidez y sólidos suspendidos totales de las muestras clarificadas, a partir de las cuales se determinó que las mezclas en las que se observó mejor comportamiento en la clarificación fueron en solución acuosa guásimo/cadillo (1:1) a concentración de 0,1%, balso/guásimo (1,5:1) a concentración de 0,1% y guásimo/cadillo (1:1) a concentración de 0,05%, presentando un 97,27%, 97,16% y 95,31% de remoción de sólidos suspendidos totales presentes en el jugo respectivamente.

Las mezclas en solución acuosa presentaron mejores porcentajes de remoción en la clarificación respecto a las mezclas en polvo a pesar de que según los análisis estadísticos las diferencias no son significativas.

Palabras claves: panela, sólidos suspendidos, floculante, clarificación, balso, guásimo, cadillo, mucilage, mezclas.

Abstract

The balso, guásimo and cadillo are vegetal species which have flocculating properties used in the clarification of cane juice for the production of panela. Its uncontrolled, permanent and inefficient use has caused depletion in the areas where cane is cultivated and panela is being produced, having a negative environmental impact and an increase in production costs for producers.

The present study evaluated the efficiency of mixtures of these three natural flocculants, both in powder and in aqueous solution for the clarification of cane juice as an alternative to improve their use. Initially flocculants were obtained individually, from these three mixtures for the powder flocculant and three in aqueous solution with the following relations: balso/guásimo (1,5:1), balso/cadillo (1,5:1), guásimo/cadillo (1:1).

Clarification tests in cane juice were carried out at laboratory scale; for the powder mixtures, concentrations of 0.005% and 0.01% were eval-

uated, for the mixtures in aqueous solution; concentrations of 0.05% and 0.1% were evaluated respectively.

Turbidity and total suspended solids were determined from the clarified samples, It was determined that the mixtures with the best behavior in the clarification process were in guásimo/cadillo aqueous solution (1:1) at a concentration of 0.1%, balso/guasimo (1,5:1) at a concentration of 0.1% and guásimo/cadillo (1:1) at a concentration of 0.05%, presenting 97.27%, 97.16% and 95.31% in removal of total suspended solids present in the cane juice.

Keywords: Panela, suspended solids, flocculants, clarification, balso, guásimo, cadillo, mucilage, mixture.

Introducción

En Colombia, la producción de panela constituye una de las principales actividades generadoras de ingresos para más de 70.000 familias de los Andes colombianos. Adicionalmente, involucra directa e indirectamente a 350.000 personas entre productores, trabajadores, comerciantes y otros actores, y ocupa 226.000 hectáreas en el cultivo de la caña. Contribuye con el 6,7% a la formación del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola y participa con el 2,18% del gasto en alimentos de la población.

Colombia es el segundo productor mundial de panela después de la India y tiene el mayor consumo per cápita con un consumo aparente cercano a 32 kg/año (Rodríguez, García, Roa & Santacoloma, 2007). A pesar del impacto socioeconómico en algunas regiones de Colombia, se evidencia la falta de estrategias claras que le permitan a este importante sector resolver algunos de las dificultades por las cuales atraviesa actualmente (Castellanos, Torres y Flórez, 2010). Una de las etapas del proceso de producción de panela es la clarificación de los jugos, que consiste

en la eliminación de las impurezas, tales como las cachazas que son sólidos en suspensión, en estas encontramos bagacillo, hojas, arena, tierra, sustancias coloidales y sólidos solubles presentes en el jugo de la caña que afectan la calidad del producto. La limpieza de los jugos ocurre por la acción combinada del calentamiento suministrado por la hornilla y la acción aglutinante de ciertos compuestos naturales permitidos (Sentmanat 2010) dentro de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) como el uso del balso (*Helio-carpus americanus* L.), el cadillo negro (*Triumfetta lappula* L.), el cadillo blanco (*Triumfetta mollissima* L.), el guásimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), el cadillo de mula (*Pavonia spinifex* Cav), el Juan Blanco (*Hemistylis macrostachis* Wedd) y el San Joaquín (*Malvaviscus penduliflorus* Oc) para la clarificación industrial del jugo (Osorio, 2007).

Los floculantes son sustancias poliméricas de elevado peso molecular, solubles en agua, que se clasifican por su naturaleza (mineral u orgánica), su origen (natural o sintético) o según su carga iónica (no iónico, catiónico, aniónico) y se encuentran en presentaciones líquidas o sólidas (Marín, 2012). La cantidad de solución mucilagínosa a emplear depende de la concentración de esta, de la variedad de caña que se esté moliendo, la calidad de los jugos y de las condiciones climáticas de la zona. Esta solución se emplea cuando los jugos han alcanzado una temperatura superior a los 50°C agregando $\frac{3}{4}$ partes de la cantidad de solución necesaria. Se aconseja utilizar entre 15 y 30 litros de solución por cada 500 litros de jugo (Pronatta, 2002). En América Latina la clarificación de jugos con productos naturales o químicos se realiza entre 50-55°C (Jaffé 2014), esta práctica es común, pero poco eficiente. Por otro lado, en la India la incorporación de yerba clarificadora es directa a razón de 45 g/100 kg jugo (Singh et al., 2013). Los mucílagos forman soluciones viscosas a bajas concentraciones (5-10 g/litro); la clarificación industrial del jugo de caña, sucede entre 50 a 102°C, (Rein 2007).

El balso, guásimo y cadillo son especies vegetales con propiedades floculantes utilizadas en la clarificación y limpieza de jugos de caña para la producción de panela. Su uso permanente, descontrolado y la poca eficiencia en los procesos de extracción, preparación y aplicación en el proceso de producción de panela, ha causado agotamiento de estas especies vegetales en los municipios paneleros, lo que ha causado un impacto ambiental negativo y un incremento en los costos de producción.

Los floculantes para la clarificación de jugos de caña panelera son sustancias viscosas extraídas de la corteza de los tallos de las especies objeto de la presente investigación. Estas son extraídas de la planta, maceradas y sumergidas en agua durante 6 a 8 horas para realizar la separación del mucilago, el que, al entrar en contacto con el jugo de caña y con la acción del calor, elimina las impurezas presentes en el jugo en forma de cachaza, esta contiene sustancias como: sólidos en suspensión, coloides, colorantes, entre otros (SENA, 2008). En los procesos de producción de panela, estas especies son explotadas sin un parámetro estándar, que conduce a tener pérdidas significativas de los floculantes extraídos, ya que en gran proporción son desechados luego del proceso. Así mismo, los procesos de clarificación se ven afectados, debido a un exceso en los tiempos de remojo de la corteza en agua, puesto que se presentan problemas de fermentación disminuyendo su capacidad floculante.

En la presente investigación se evaluará la eficiencia de mezclas de tres floculantes naturales (balso, guásimo y cadillo) en polvo y solución acuosa en la clarificación de jugo de caña para la fabricación de panela como alternativa para optimizar el uso y aplicación de estos floculantes y, así, disminuir las pérdidas, el uso ineficiente y contribuir a la estandarización de los procesos productivos de panela de la región.



Materiales y métodos

1. Obtención de floculantes individuales secos y en solución acuosa:

1.1 Recolección de los mucilagos vegetales:

Inicialmente, se realizó la recolección de los mucilagos vegetales según su disponibilidad en los municipios paneleros del departamento de Caldas, encontrando que la disponibilidad de estos depende de las condiciones climáticas y topográficas de la zona, así como de aspectos culturales y la desaparición de estas especies debido al uso desmedido en los procesos de producción de panela. El balso (*Heliocarpus omericanus* L) y el guásimo (*Guazuma ulmifolia* Lam) fueron obtenidos en el municipio de Riosucio (Caldas) y el cadillo negro (*Triunfetta lappula* L) fue recolectado en el municipio de Supía. (Caldas).

1.2 Extracción del floculante a partir de cada mucilago vegetal:

Desfibrado del mucilago vegetal:

A partir del material vegetal obtenido se realizó la extracción del floculante, realizando un desfibrado de la corteza con un molino de martillos (picador/triturador forrajero TRF 800), obteniendo un tamaño de partícula de 5-10 mm aproximadamente. Muñoz & Álvarez (2012), afirman que un cambio en el procedimiento de beneficio del balso, utilizando el corte en tiras en la dirección de la fibra, con espesores entre 2 y 5 mm, puede producir hasta un 330% más de concentración de la suspensión mucilaginoso respecto del actual proceso de maceración.

1.3 Extracción del floculante seco y en solución acuosa:

Se realizó la extracción del floculante obteniéndolo en solución acuosa y en polvo como se explica a continuación:

Obtención del floculante en solución acuosa: a partir del material vegetal desfibrado, se procedió a realizar la extracción del floculante en agua por un tiempo de 40 minutos para todas las muestras. Para el guásimo y el balso se utilizó una relación 1:7 mucilado: agua (masa/masa) y para el cadillo 1:10 mucilado: agua (masa/masa). Se pasó el mucilago por un filtro de lienzo para separar el floculante de la fibra, a partir de este proceso se obtiene el floculante de cada mucilago vegetal.

Obtención del floculante en polvo: a partir de las extracciones realizadas en solución acuosa se realizó la separación asistida con solvente-etanol al 96% en relación mucilago: etanol 1:3 (masa/masa), se realizó el secado del mismo a 38°C durante 24 horas, para obtener, finalmente, el floculante seco; posteriormente, se pulverizaron y empaquetaron al vacío para favorecer su conservación. Los floculantes en solución acuosa obtenidos no permitieron su conservación por más de 24 horas, ya que comenzaron procesos de fermentación y degradación, esto disminuye sus propiedades floculantes. Ortiz, Solano, Villada, Mosquera & Velasco, (2011), explican que los floculantes líquidos extraídos a partir de este tipo de especies vegetales en solución acuosa no permiten su conservación por más de 8 horas, debido a sus propiedades microbiológicas.



Figura 1. Separación de floculantes en solución acuosa y extracción con solventes para base seca cadillo, balso y guásimo.

Fuente: elaboración propia.

Las proporciones utilizadas para la extracción y las variables medidas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Relación mucílago: agua para la extracción del floculante en solución acuosa.

Tamiz 5 - 10 mm	Relación mucílago:agua	Ph	°Brix
Balso Riosucio	1:7	5,94	2
Cadillo Supia	1:10	6,7	1,2
Guacimo Riosucio	1:7	6,88	1,1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Proporción mucílago: agua para la extracción del floculante en polvo.

Tamiz 5 mm	Relación mucílago:agua	pH	°Brix
Balso Riosucio	1:10	5,02	3,2
Cadillo Riosucio	1:7	5,38	1,8
Guácimo Bonafón	1:7	4,91	1,9

Fuente: Elaboración propia.

1.4 Pruebas de solubilidad a floculantes secos y en solución acuosa:

Previamente, se realizaron pruebas de solubilidad en agua a los floculantes individuales para determinar la temperatura y concentración óptimas para el proceso de clarificación. Las

pruebas se realizaron preparando soluciones de floculante en polvo y en solución acuosa con agua potable a 20°C y 50°C al 2%, 3% y 17% de concentración, realizando una agitación de la mezcla a 400 rpm durante 3 minutos. En la siguiente tabla se muestran los resultados de las pruebas:



Evaluación de la eficiencia de mezclas de balso, guásimo y cadillo secos y en solución acuosa en el proceso de clarificación de jugos de caña. *Diana Carolina Vargas Giraldo, Cristian Antonio Ocampo Trujillo, Cristian Camilo León, Sergio Loaiza Orrego, José Alejandro Tunubala, Jefferson Enrique Galvis Londoño.*

Tabla 3. Resultados pruebas de solubilidad de floculantes en polvo y en solución acuosa.

Floculantes en polvo	Concentraciones evaluadas	Agua 20°C	Agua 50°C
Balso	3%	No solubilizó completamente	Presentó muy buena solubilidad
	2%	No solubilizó completamente	No solubilizó completamente
Guásimo	3%	No solubilizó completamente	No solubilizó completamente
	2%	No solubilizó completamente	Presentó muy buena solubilidad
Cadillo	3%	No solubilizó completamente	No solubilizó completamente
	2%	No solubilizó completamente	Presentó muy buena solubilidad

Floculantes en Solución Acuosa	Concentraciones evaluadas	Agua 20°C	Agua 50°C
Balso	20%	No solubilizó completamente	No solubilizó completamente
	17%	No solubilizó completamente	Presentó muy buena solubilidad
Guásimo	20%	No solubilizó completamente	No solubilizó completamente
	17%	No solubilizó completamente	Presentó muy buena solubilidad
Cadillo	6%	No solubilizó completamente	No solubilizó completamente
	3%	No solubilizó completamente	Presentó muy buena solubilidad

Fuente: Elaboración propia

En la preparación de los floculantes en polvo se determinó lo siguiente: balso preparación al 3% en agua a 50°C, guásimo y cadillo al 2% en agua a 50°C. Para los floculantes en solución acuosa se determinó: balso y guásimo la mejor preparación es al 17% y cadillo al 3% en agua a 50°C, ya que estas muestras fueron las que se solubilizaron completamente bajo los parámetros establecidos.

Lo anterior, permite tener en cuenta parámetros importantes previos a los procesos de clarificación, ya que la adecuada preparación del mucilago es fundamental, si se tiene una solución poco concentrada se estará adicionando gran cantidad de agua a los jugos, aumentando el consumo de bagazo en la hornilla. En algunos trapiches, en la preparación del mucilago se sustituye el agua por el jugo clarificado siendo esta una práctica aconsejable (Pronatta, 2002). Para el uso de clarificadores naturales se considera que, por cada 500 litros

de jugo, se debe incorporar entre 15 a 30 litros de solución clarificadora, que corresponde al 3 y 6 % de solución (Prada, 2002). Con las pruebas de solubilidad se logró reducir considerablemente la cantidad de mucilago utilizado tradicionalmente, ya que las pruebas de clarificación se realizaron a partir de las concentraciones determinadas.

1.5 Determinación de las mezclas a utilizar según las características de los floculantes obtenidos:

Inicialmente, el proceso de clarificación se realizó a escala de laboratorio con los floculantes individuales para determinar su eficiencia y, de allí, las mezclas a evaluar. Se evaluaron concentraciones en solución acuosa de 0,5%, 0,25% y 0,1%, en polvo de 0,03%, 0,01% y 0,007%; obteniendo mieles a 65°brix, se midió turbidez en NTU, se determinó la concentración de sólidos insolubles por método gravimétrico con filtración al vacío (ver figuras 2 y 3).

■ Sólidos suspendidos removidos (%) Floculante al 0,5%
■ Sólidos suspendidos removidos (%) Floculante al 0,025%
■ Sólidos suspendidos (%) Floculante al 0,01%

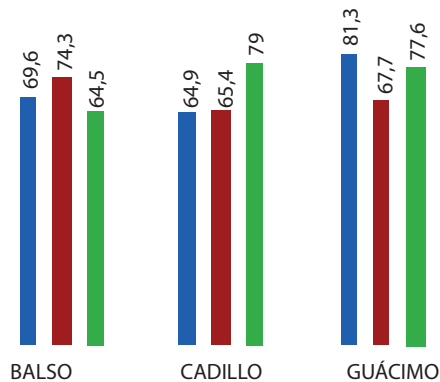


Figura 2. Resultados clarificación con floculantes individuales en solución acuosa.

Fuente: Elaboración propia

En solución acuosa la concentración del 0,01% presentó los mejores resultados en balso con un 85,3% de remoción y cadillo con un 82,9% de remoción respecto a las otras concentraciones, evidenciando que el porcentaje de extracción del floculante con el método utilizado es muy eficiente, ya que se requiere de menor concentración para la clarificación. Por el contrario, el guásimo mostró mejores remociones a la mayor concentración 0,5%, presentando un porcentaje de remoción de 89,1%, siendo esta la más alta respecto a las demás concentraciones.

Respecto a las evaluaciones en polvo, el balso y el guásimo, a una concentración de 0,03%, mostraron mejor remoción de sólidos insolubles suspendidos con un 83,12% y 86,77% de remoción, respectivamente; el cadillo presentó mejores resultados a una concentración del 0,01% con un 84,95% respecto a las demás concentraciones evaluadas.

Lo anteriormente expuesto, permitió determinar las concentraciones de clarificación adecuadas

■ Sólidos suspendidos removidos (%) Floculante al 0,03%
■ Sólidos suspendidos removidos (%) Floculante al 0,01%
■ Sólidos suspendidos (%) Floculante al 0,007 %

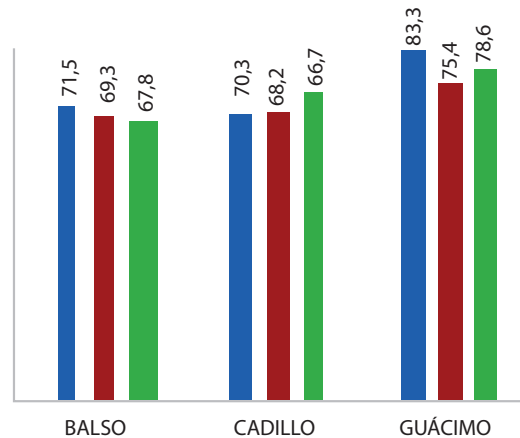


Figura 3. Resultados clarificación con floculantes individuales en polvo.

Fuente: Elaboración propia

para cada floculante en polvo y solución acuosa, a partir de las que se determinaron las mezclas a utilizar.

Según los resultados anteriores, se plantearon tres mezclas para el floculante en polvo y tres en solución acuosa de la siguiente manera: balso/guásimo (1,5:1), balso/cadillo (1,5:1), guásimo/cadillo (1:1). Teniendo en cuenta que el balso es la especie predominante en las zonas paneleras de la región y muestra buenos resultados en los procesos de clarificación evaluados individualmente, su participación en las mezclas fue considerable.

1.6 Eficiencia de la clarificación de los jugos de caña a partir de las mezclas de los floculantes en polvo y en solución acuosa a diferentes concentraciones:

A partir de la evaluación de los floculantes individuales se determinaron tres mezclas para el floculante en polvo y tres en solución acuosa con las siguientes relaciones:



Tabla 4. Mezclas y concentraciones para la clarificación con floculantes en polvo y en solución acuosa.

Mezcla en polvo	Relación	Concentración evaluada
Balzo-guásimo	1,5:1	0,005% m/v 0,01% m/v
Balzo-cadillo	1,5:1	
Guásimo-cadillo	1:1	
Mezcla en solución acuosa	Relación	Concentración evaluada
Balzo-guásimo	1,5:1	0,05% m/v y 0,1% m/v
Balzo-cadillo	1,5:1	
Guásimo-cadillo	1:1	

Fuente: Elaboración propia

Eficiencia en la clarificación, mezclas en polvo (ver figuras 4 y 5):

Tabla 5. Sólidos suspendidos removidos (%) floculante en polvo.

Sólidos suspendidos removidos (%)	
Mezclas en polvo	% Remoción
Balzo - guásimo (3:2) 0,005 %	82,63
Balzo - guásimo (3:2) 0,01 %	82,54
Balzo - cadillo (3:2) 0,005 %	81,33
Balzo - cadillo (3:2) 0,01 %	84,86
Guásimo - cadillo (1:1) 0,005 %	82,11
Guásimo - cadillo (1:1) 0,01 %	82,2

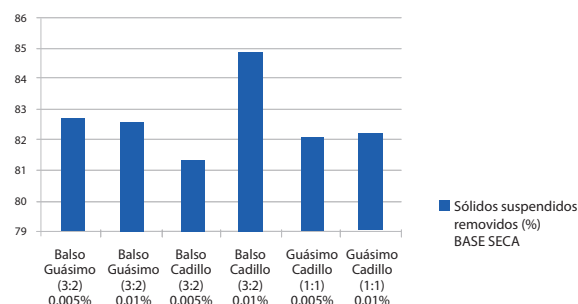


Figura 4. Sólidos suspendidos removidos (%) floculante en polvo.

Fuente: Elaboración propia.

Eficiencia en la clarificación, mezclas en solución acuosa:

Tabla 6. Sólidos suspendidos removidos (%) solución acuosa.

Sólidos suspendidos removidos (%) SOLUCIÓN ACUOSA	
Mezclas solución acuosa	% Remoción
Balzo - guásimo (3:2) 0,05%	83,31
Balzo - guásimo (3:2) 0,1%	97,16
Balzo - cadillo (3:2) 0,05%	89,15
Balzo - cadillo (3:2) 0,1%	84,05
Guásimo - cadillo (1:1) 0,05%	95,31
Guásimo - cadillo (1:1) 0,1%	97,27

Fuente: Elaboración propia.

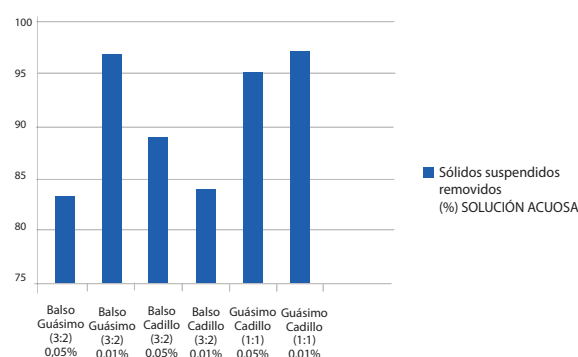


Figura 5. Sólidos suspendidos removidos (%) floculantes en Solución Acuosa.

Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó un diseño experimental con bloques completos al azar con dos repeticiones por tratamiento. El modelo fue aplicado a mezclas de floculantes con evaluaciones a diferentes concentraciones, con un grado de confiabilidad del 95% y un margen de error de 5%.

Las mezclas con mejor comportamiento en la clarificación fueron, en solución acuosa guásimo-cadillo (1:1) a concentración de 0,1%, balso-guásimo (1,5:1) a concentración de 0,1% y guásimo-cadillo (1:1) a concentración de 0,05%

g, presentando un 97,27%, 97,16% y 95,31% de remoción de sólidos suspendidos totales presentes en el jugo, respectivamente.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para el diseño experimental por cada muestreo, donde se observa un P valor superior a 0,05, lo que indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en las variables dependientes, por tal motivo, no se hace necesario realizar otras pruebas.

Las mezclas en solución acuosa presentaron mejores porcentajes de remoción en la clarificación respecto a las mezclas en polvo, a pesar de no tener diferencias significativas.

Lo anterior, permite al sector panelero y a futuras investigaciones determinar procedimientos estandarizados y más eficientes para la extracción de floculantes naturales en los procesos productivos de panela, a partir de los cuales es posible optimizar la utilización de estas sustancias, de esta manera, es posible mejorar la calidad de la panela obtenida y reducir los costos económicos y ambientales del proceso.

Conclusiones

- Los mayores porcentajes de extracción en solución acuosa están relacionados con la mayor concentración de floculante utilizado en la clarificación.
- Los floculantes utilizados en fase acuosa presentaron mayor porcentaje de clarificación, específicamente, en las mezclas Guásimo-Cadillo a las concentraciones evaluadas.
- Es necesario que se mejoren los procesos de extracción para evitar el desperdicio de material floculante y de esta manera la desaparición de estas especies vegetales.
- Las mezclas con mejor comportamiento en la clarificación fueron en solución acuosa, guásimo-cadillo en relación 1:1 al 0,1%, balso-guásimo en relación 3:2 al 0,1% y guásimo-cadillo

en relación 1:1 al 0,05%, presentando un 97,27%, 97,16% y 95,31% de remoción de sólidos suspendidos, respectivamente.

- Las mezclas en solución acuosa presentaron mejores porcentajes de remoción en la clarificación respecto a las mezclas en polvo.
- El método de extracción utilizado permitió evidenciar mayor obtención del floculante en polvo y en solución acuosa. Con lo anterior, se hace necesario mejorar de forma eficiente los procesos tradicionales de extracción.
- Se hace necesario evaluar los tiempos de almacenamiento y vida útil de los floculantes en polvo, así como su influencia sobre el poder de clarificación, ya que son una alternativa interesante para garantizar mejor disponibilidad y aprovechamiento de este tipo de recursos naturales.

Referencias

- Caicedo, D y Velasco, I. (2011). Estandarización de una fórmula de aglutinante natural extraído de la planta cadillo (*triumfetta láppulal*) para emplearse como clarificante en la producción de panela. Universidad de san Buenaventura, Cali, Valle.
- Castellanos, O, Torres, L y Florez, D. (2010). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la panela y su agroindustria en Colombia. Bogotá: Giro editores Ltda.
- Jaffé, W., Non-centrifugal cane sugar (NCS) (panela, jaggery, gur, muscovado) process technology and the need of its innovation, *Panela Monitor*, www.panellamonitor.org, 2014, pp. 8-17.
- Marin, L. (2012). Determinación de las condiciones apropiadas de preparación de un floculante como componente fundamental en el proceso de clarificación de jugo en Riopaila Castilla S.A, Planta Riopaila. Universidad Tecnológica de Pereira. Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/3144/1/6641227M337.pdf>
- Mark, L., Woolfe, M., Chaplin, M., y Otchere, G., Studies on the Mucilages Extracted from Okra Fruits (*Hibiscus esculentus* L.) and Baobab Leaves (*Adansonia digitata* L.), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 28, No. 6, 1976, pp. 519-529.



- Muñoz, M. E., & Alvarez, J. I. (2012). Desarrollo de un desmucilagador para una especie floculante en vías de extinción en Colombia. (pp. 729-738).
- Ortiz, C. A., Solano, D. J., Villada, H. S., Mosquera, S. A., & Velasco, R. (2011). Extraction and Drying of Natural Flocculants Used in Cane Juice Clarification. *Biotechnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 9(2), 32-40. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612011000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Osorio, G. (2007). Manual técnico: Buenas Prácticas Agrícolas - BPA - y Buenas Prácticas de Manufactura - BPM- en la producción de caña y panela. (Primera ed). Antioquia: Gerencia seguridad alimentaria y nutricional MANA.
- Prada, L. E. (2002). Mejoramiento en la calidad de la miel y la panela. Corporación colombiana de investigaciones agropecuarias. Centro de investigación CIM-PA. CORPOICA Regional 7.
- Pronatta. (2002). Capacitación en obtención de nuevos productos derivados de la caña y el manejo adecuado de la agroindustria panelera, municipio de Mocoa. Mocoa - Putumayo.
- Rein, P., Cane sugar engineering, Printing and Binding Elbe Druckerei Wiittemberg, Berlin, Alemania, Chapter X, 2007, pp. 219-221.
- Rodríguez, G., García, H., Roa, Z., y Santacoloma, P. (2007). Panela production as a strategy for diversifying incomes in rural area of Latin America., AGSF, Working Document 6, FAO. Roma. (pp.9-10).
- SENA (2008). Documento base para el desarrollo de los programas de la "agroindustria de la panela. SENA, Centro de desarrollo agroindustrial y empresarial-Villeta, Cundinamarca, Colombia.
- Sentmanat, J., Clarifying Liquid Filtration., *Chemical Engineering*, Vol. 118, No. 10, 2010, pp.38-47.
- Singh, J., Solomon, S., y Kumar, D., Manufacturing Jaggery, a Product of Sugarcane, *As Health Food. Agro-technology*, Vol. 1, No. (Special Issue), 2013, pp. 2-3