

EXTRACCIÓN Y SECADO DE FLOCULANTES NATURALES USADOS EN LA CLARIFICACIÓN DE JUGOS DE CAÑA

EXTRACTION AND DRYING OF NATURAL FLOCCULANTS USED IN CANE JUICE CLARIFICATION

EXTRAÇÃO E SECAGEM DE NATURAL USADO FLOCULANTES DE CLARIFICAÇÃO DO SUCOS DE CANA

Carlos Alberto Ortiz G.¹, Deiby Julian Solano C.², Héctor Samuel Villada C.³,
Silvio Andres Mosquera⁴, Reinaldo Velasco M.⁵

RESUMEN

La clarificación en jugos de caña se realiza por la adición de mucílagos vegetales. El objetivo fue evaluar la clarificación de tres floculantes naturales (balso, cadillo y guácimo) en jugos de caña. Se caracterizó fisicoquímicamente y se evaluó la retención de sólidos insolubles versus un floculante sintético. Fue usado un modelo estadístico de bloques completamente al azar y la muestra control fue el Profloc 985. Se obtuvo un mucilago de mayor calidad al desfibrar en agua destilada, secar a 38°C por 11 horas y reducir a un tamaño de partícula de 212µm. La clarificación ideal fue a una concentración 0,03% p/v. El cadillo fue el floculante seco que presentó mayor eficiencia en la precipitación de sólidos solubles con un 93,6%,

Recibido para evaluación: 20/02/2011. **Aprobado para publicación:** 27/02/2011

- 1,2 Ing. Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca, Popayán, Cauca
- 3 Ing. Agroindustrial, PhD. Profesor Titular. Departamento de Agroindustria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca, Popayán, Cauca – Colombia: VILLADA@unicauca.edu.co
- 4 Ing. Producción de Alimentos. Msc. Profesor Titular. Departamento de Agroindustria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca, Popayán, Cauca – Colombia.
- 5 Ing. Químico, Msc. Profesor Titular. Departamento de Agroindustria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca, Popayán, Cauca – Colombia.

Correspondencia: villada@unicauca.edu.co

seguido del balso con un 90,4% y el guácimo con un 89,7%, frente al 100% de la muestra control. Los tres floculantes modificados están compuestos principalmente de carbohidratos (fructosa, glucosa y maltosa), saponinas y fenoles, además de hierro, calcio y fosfatos. Al comparar los contenidos de calcio y los fosfatos se encontró que los mayores valores correspondían a los floculantes modificados cadillo y balso, estos valores influyeron en su mejor desempeño en el proceso de clarificación del jugo de caña.

ABSTRACT

The clarification of cane juice is made by the addition of vegetable mucilage. The objective was to evaluate the clarification of three natural flocculants (balso, cadillo and guacimo) in cane juice. The physicochemical properties and insoluble solids retention were characterized versus a synthetic flocculant. Was used a statistical model for randomized block and control sample was the Profloc 985. Mucilage was obtained by pulping the highest quality distilled water, dried at 38°C for 11 hours and reduced to a particle size of 212µm. The ideal clarification was at a concentration 0,03% w/v. The cadillo was dry flocculant showed greater efficiency in the precipitation of soluble solids to 93,6%, followed by the balso with a 90,4% and 89,7% guácimo, compared to 100% of the control sample. The three modified flocculants are composed mainly of carbohydrates (fructose, glucose and maltose), saponins and phenols, and iron, calcium and phosphate. By comparing the contents of calcium and phosphates was found that higher values correspond to the treatments modified cadillo and balso, these values influenced their best performance in the process of clarification of sugarcane juice.

RESUMO

A clarificação do caldo da cana é realizada por meio da adição de mucilagem de plantas. O objetivo foi avaliar o esclarecimento de três floculantes naturais (balsa, bardana e saman) no caldos da cana. Foi caracterizado physicochemically e avaliado retenção insolúveis versus um floculante sintético. Foi utilizado um modelo estatístico para blocos ao acaso e amostra de cotrolo foi o Profloc 985. Mucilagem maior qualidade foi obtido pela despolpa a água destilada, secas a 38°C durante 11 horas e reduzido a un tamaño de partícula de 212µm. O esclarecimento foi ideal em uma concentração de 0,03% w/v. A bardana foi floculante seca apresentou maior eficiência na precipitação de sólidos solúveis com 93,6%, seguido pela balsa com 90,4% e guácimo com 89,7%, comparado a 100% da amostra de controlo. Os três floculantes modificados são compostas principalmente de carboidratos (frutose, glicose e maltose), saponinas e fenóis, e ferro, cálcio e fosfato. Ao comparar os teores de cálcio e fosfato foi encontrado que valores mais altos correspondem aos tratamentos modificados bardana e balsa, esses valores influenciaram a sua melhor performance no processo de clarificação do suco de cana.

PALABRAS CLAVES:

Caña de azúcar, agroindustria, sedimentación, deshidratación.

KEYWORDS:

Sugar cane, agroindustry, sedimentation, dehydration.

PALAVRAS-CHAVE:

Açúcar de cana, agro-indústria, sedimentação, desidratação.

INTRODUCCIÓN

La actividad panelera es considerada la segunda agroindustria rural después del café por el número de establecimientos productivos (trapiches paneleros) vinculados y por el área sembrada que genera más de trescientos mil empleos directos [1].

La panela es un edulcorante de bajo costo, con aportes importantes de minerales y trazas de vitaminas. Algunos estudios indican que el consumo de panela en Colombia alcanza el 2,18% (en algunas zonas es del 9%) del gasto en la canasta familiar en sectores de bajos ingresos [2].

Un factor importante para mantener el consumo de la panela tradicional y las nuevas formas de presentación, es el de obtener una panela de excelente calidad acorde con las exigencias del consumidor. Esto se logra con un manejo adecuado del cultivo y un proceso de elaboración sostenible, basado en los principios de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Las principales operaciones del proceso de elaboración de la panela son: corte y transporte de la caña, molienda, extracción, prelimpieza, clarificación, evaporación, concentración, batido, moldeado y empaque. Sin embargo existen otros procesos de elaboración de la panela como el "tradicional", que en algunas de las etapas del proceso de fabricación controlan la calidad de esta [3, 4], siendo la clarificación una de las etapas que requiere mayor grado de atención, dado que en ella se realiza el proceso de limpieza y retención de sólidos insolubles al adicionar flocculantes naturales que mejoran el color del jugo extraído, lo cual incide en la presentación del producto final [5].

En la agroindustria panelera, la clarificación de los jugos de caña es un punto crítico y se realiza por la adición de flocculantes a partir de mucílagos vegetales, que son sustancias obtenidas de tallos, hojas y/o frutos de algunas plantas naturales, las cuales se maceran y se mezclan con el agua formando una sustancia mucilaginosa, que al aplicarse al jugo de caña caliente, atrapa los sólidos insolubles presentes en el jugo, formando flóculos de mayor tamaño (cachaza) que pueden retirarse por medios físicos con el propósito de obtener un jugo limpio [6].

La desventaja de este tipo de flocculantes radica en su corta vida útil, por lo cual se recomienda que la solución

del aglutinante deba prepararse con un máximo de 6 horas para evitar el deterioro generado por el ataque de microorganismos que se desarrollan fácilmente en condiciones de humedad y temperatura ambiente. Es por esto que en los trapiches paneleros se trata de conseguir, en lo posible, la cantidad de corteza necesaria para la molienda, la cual es mezclada con aguas no tratadas, ocasionando pérdidas significativas en el manejo del flocculante, dada la baja estabilidad estructural de este durante el tiempo de almacenamiento [7]. En la actualidad, la tendencia en el uso de estos flocculantes se relaciona con la elaboración de productos amigables con el medio ambiente, naturales, sanos y producidos ecológicamente; aspectos direccionados por las exigencias del mercado local, nacional e internacional [1].

El objetivo de este trabajo de investigación fue extraer, modificar y evaluar tres flocculantes naturales a partir de balsa (*Heliconia latispatha*), cadillo (*Triumpheta lappula*) y guácimo (*Guazuma ulmifoliase*) en la etapa de clarificación del jugo de caña en los trapiches paneleros.

MÉTODO

Preparación de la materia prima

Recolección. El balsa fue recolectado en la Vereda La Yunga del Municipio de Popayán y el cadillo y el guácimo en el Municipio de El Patía en el Departamento del Cauca.

Extracción. Se realizó en el laboratorio de biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca en Popayán, Cauca, Colombia. Primero se hizo una adecuación de las materias primas consistente en una prelimpieza y lavado con agua potable al material vegetal. Se picó el material en trozos de 2x2 cm con un cuchillo de acero inoxidable (Marca Arcoiris). Se recolectaron 50 g de material picado por cada especie vegetal, que se sometió a un desfibrado en una licuadora (Marca, Oster Md. 4655) con 200 mL agua destilada, por 30 segundos. Se envasó el producto licuado con 600 mL de agua destilada en un frasco de vidrio con tapa plástica. Se realizó una agitación manual por espacio de 5 minutos en el frasco, permitiendo que el mucílago absorbiera agua lo suficiente y adquiriera una alta viscosidad, tiempo en el cual se formó el mucílago.

Separación. Se tamizó el mucilago en filtro de muselina y se separó la sustancia aglutinante de las tres especies por medio del método de lavado con solvente (Etanol 96%), en una relación mucilago:etanol (1:4 (v/v)), se agitó con una varilla de vidrio, se precipitó y se separó [7].

Secado. Se realizó a 38°C por 11 horas en una estufa de secado (Marca, DIES, Md-D28-V1), se pesó en balanza analítica (Marca, Scaltec-SBA-32) con una precisión de 0,0001 g, seguido de un proceso de reducción de tamaño en mortero de 120 mm (Marca ABC) y se determinó el tamaño de partícula usando un tamiz (Marca, Tayler, Standard, ASTM-E-11) malla 70.

Caracterización fisicoquímica. Se realizaron análisis **cualitativos** de glucosa, fructosa, maltosa y saponinas y **cuantitativos** de fenoles, fosfatos, hierro, calcio y agua, en la empresa A.S de Cali.

Se evaluó el **estado físico**, el color y la apariencia mediante observación; la **solubilidad**, se realizó utilizando un beaker de 250 mL, disolviendo el mucilago en 100 mL agua destilada a 40°C por 2 minutos y observando la solubilidad en diferentes proporciones Peso/Volumen. El calentamiento de la solución se realizó en una plancha con agitación magnética (Marca Barns-tead/Thermolyne, SP46925).

Caracterización microscópica. Se usó un microscopio óptico de alta resolución (NIKON MICROPHOT, Japón), adaptado a un software (Leica Qwin, USA), con una resolución máxima de 1800x y mínima de 10x, en donde las muestras fueron observadas a 20x.

Floculación y clarificación. Para determinar la eficiencia de los floculantes en el jugo de caña se realizaron pruebas de sólidos insolubles en siete muestras, seis de ellas con floculantes modificados en proporciones de 0,02% y 0,03% (p/v). Se utilizó como patrón de comparación un floculante sintético (Profloc 985). Las etapas para la prueba de floculación y clarificación fueron:

- *Limpieza del jugo de caña.* Se realizó con un filtro de muselina a temperatura ambiente (18°C) y se adicionó carbonato de calcio para adecuar el pH entre 5,8 y 6,0.
- *Adición del floculante al jugo de caña.* Se utilizaron dos concentraciones de 0,02% y 0,03% (p/v) y 0,1% (p/v) para el floculante sintético. Se disolvieron a 45°C en agua destilada hasta obtener una solución homogénea con viscosidad adecuada.

- *Prueba sólidos insolubles.* Se determinó el peso de sólidos insolubles presentes en una muestra de panela, usando un filtro al vacío con papel filtro #3. Se elaboraron nueve panelas pequeñas en moldes de 12x12 cm, con un peso aproximado de 20 g cada una.

Para evaluar las variables de respuesta floculación y clarificación, se utilizó un diseño estadístico de bloques completamente al azar, con siete tratamientos, cada uno de ellos por triplicado (ver Cuadro 1). La prueba de comparación múltiple usada para evaluar los resultados fue Dunnett para comparar los tratamientos frente al testigo. La prueba requiere de un solo valor para hacer las comparaciones entre cada tratamiento y el control. El procedimiento fue aplicado de forma bilateral para probar si el floculante sintético era igual o diferente a los modificados utilizando.

Calidad de panela evaluada. Para hacer esta evaluación se remitieron las muestras de panela al laboratorio A.S. en la ciudad de Cali, Valle, Colombia. Se realizaron pruebas organolépticas y fisicoquímicas y se compararon los resultados obtenidos con los lineamientos de la Resolución 000779 de 2006 del Ministerio de la Protección Social de la República de Colombia.

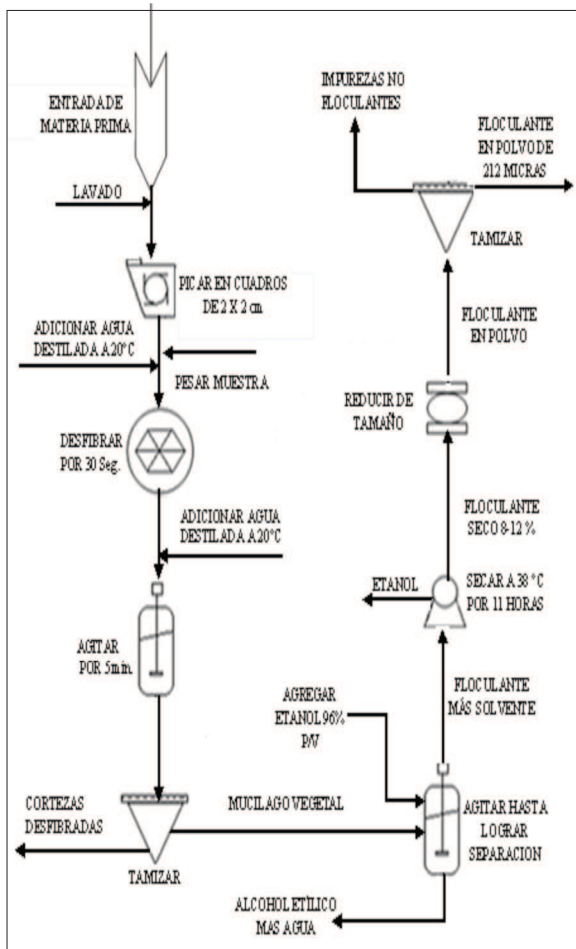
RESULTADOS

La figura 1 muestra el diagrama de proceso de extracción, separación y secado de los tres floculantes naturales, siguiendo recomendaciones propuestas en otras investigaciones [6, 7], en las cuales se utilizan técnicas de laboratorio apropiadas que maximizan el proceso de extracción del floculante. Además, estos procesos se validaron y conjugaron con las experiencias previas de los investigadores, obteniendo un solo procedimiento, con el fin de disminuir el error experimental.

Cuadro 1. Bloques y tratamientos

Tratamientos			Bloques		
			B1	B2	B3
Balso	(0,4 g)	T ₁	T1B1	T1B2	T1B3
Balso	(0,6 g)	T ₂	T2B1	T2B2	T2B3
Cadillo	(0,4 g)	T ₃	T3B1	T3B2	T3B3
Cadillo	(0,6 g)	T ₄	T4B1	T4B2	T4B3
Guácimo	(0,4 g)	T ₄	T5B1	T5B2	T5B3
Guácimo	(0,6 g)	T ₄	T6B1	T6B2	T6B3
Profloc 5	(ppm)	T ₀	T0B1	T0B2	T0B3

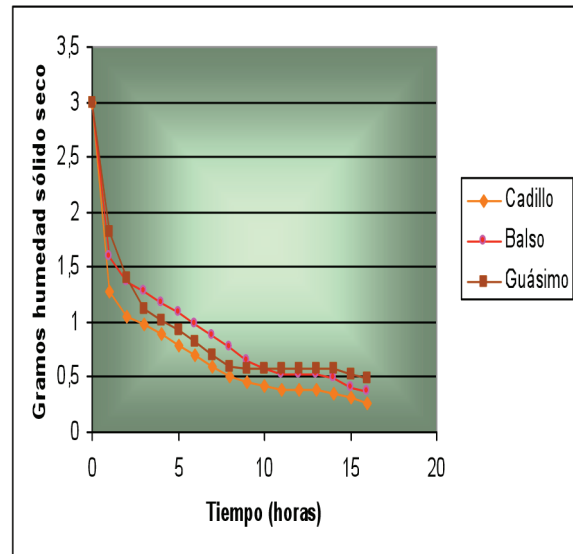
Figura 1. Extracción, separación y secado de tres floculantes naturales



Durante la etapa de secado se eliminaron los restos de solvente presentes en el precipitado. En la figura 2 se observan las curvas de secado y durante esta etapa los posibles restos del solvente se evaporan debido a la deshidratación que sufre el material en los tres floculantes. En esta etapa se debe tener cuidado en no exceder los 50°C para evitar la pérdida en las propiedades de floculación del producto final.

El rendimiento logrado en el producto final fue mayor con el cadillo, dado que durante la extracción, separación y secado se logró el 2,74%, seguido del balso con un 2,02% y el guásimo con un 1,67%. Estos resultados son inéditos a razón de que no se han realizado trabajos donde involucren extracción, separación y secado de floculantes de origen vegetal. Finalmente, después de la etapa de secado se realizó un proceso de reducción de partícula en un mortero, con el fin de obtener un polvo fino y de fácil aplicación en el jugo de caña.

Figura 2. Curva de secado de los floculantes



Caracterización fisicoquímica. Comparando el calcio y los fosfatos en las fichas técnicas (ver Cuadro 2) se encontró que los mayores valores correspondían a los floculantes de balso y cadillo modificados, por consiguiente se infiere que estos valores influyeron en el mejor desempeño en el proceso de clarificación del jugo de caña, lo que coincide con lo reportado [8], que indica que el éxito de la coagulación depende de la precipitación del fosfato de calcio y de la concentración de iones calcio y fosfato presentes en el jugo.

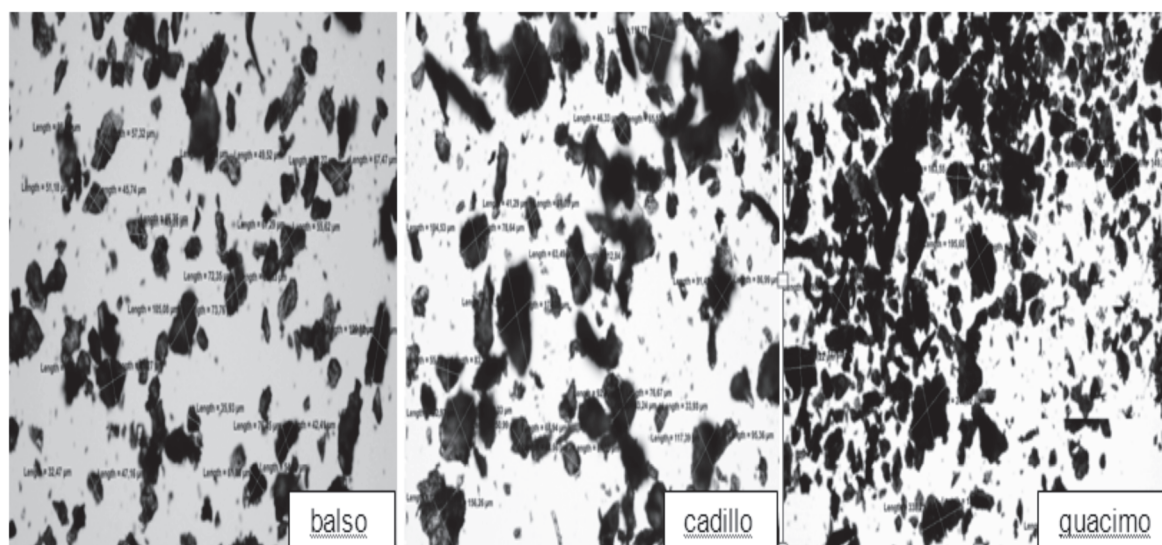
De los resultados de la ficha técnica se puede deducir que los tres floculantes modificados están compuestos principalmente de carbohidratos (fructosa, glucosa y maltosa), saponina, fenoles además de minerales como hierro, calcio y fosfato, resultados similares a los reportados [7].

Caracterización microscópica. La figura 3 muestra las microfotografías de los tres floculantes modificados, en estas se observó la poca uniformidad de los granos, lo que explica su efecto en la etapa de clarificación, dado que al entrar el floculante en contacto con el jugo, permiten la formación de puentes químicos entre las partículas insolubles de modo que todos los sitios estén ocupados, lo cual forma una malla (coágulo) lo suficientemente estable como para soportar las fuerzas de tensión ejercidas por las partículas insolubles presentes en el jugo, efecto explicado otro investigador [7], el cual describe este fenómeno por la presencia de pocos sitios ocupados, lo cual genera estructuras

Cuadro 2. Ficha técnica de los floculantes modificados de balso, cadillo y guácimo

Floculante	Balso	Cadillo	Guácimo
IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO			
Polvo seco, obtenido de picar y desfibrar 50 g de corteza en 800 mL de agua destilada, seguido de un proceso de agitación y separación de la sustancia aglutinante por medio del método de lavado con solvente (Etanol al 96%). El secado del precipitado se realiza a una temperatura de 38°C durante 11 horas, y se tritura hasta obtener un polvo fino. Perteneció al grupo de hidrocoloides correspondientes a los polímeros parietales y se caracteriza por dispersarse en agua, dando lugar a un aumento de la viscosidad y el efecto gelificante. Es un aditivo floculante y coagulante utilizado en la clarificación y filtración de jugos de caña de azúcar.			
Información sobre los componentes			
CUALITATIVOS	Agua, carbohidratos, glucosa, fructosa, maltosa y saponinas.		
CUANTITATIVOS	200-700 ppm	10-60 ppm	20-50 ppm
- Fenoles	8-30 ppm	5-30 ppm	4-16 ppm
- Fosfatos	34-62	12-32 ppm	15-45 ppm
- Hierro	ppm	5-20 ppm	2-13 ppm
- Calcio	10-44 ppm		
Características fisicoquímicas			
ESTADO FÍSICO	Sólido	Sólido	Sólido
APARIENCIA	Polvo	Polvo	Polvo
SOLUBILIDAD (en agua)	A 40°C con agitación	A 40°C con agitación	A 40°C con agitación
pH (solución 0.3 %)	6,06-6,36	5,75-6,25	5,56-5,85
DENSIDAD (g/cc)	0,8870-0,9000	0,8230-0,9224	0,7562-0,7283
VISCOSIDAD (solución 0.3%) (mPa-s)	5-9	1-4	1-3
HUMEDAD (%)	8-12	8-12	8-12
COLOR	Marrón burlywood	Marrón sienna	Marrón peru

Figura 3. Microscopía óptica de los floculantes en polvo



demasiado débiles como para mantenerse estables en la solución debido a una agitación baja. Como se pudo observar por microscopía, en el balso y el cadillo hay mayor homogeneidad entre sus partículas por los tamaños de partículas similares y uniformes, mientras que en el guácimo estas partículas son, en su mayoría, heterogéneas.

También se diferenciaron las formas de las partículas de cada uno de los floculantes modificados. En el balso y el cadillo predominan las formas laminares, lo cual genera fuertes uniones covalentes al interior de la estructura del floculante, que al romperse genera sitios de alta energía libre superficial, a diferencia de las de guácimo que se constituye de formas granulares donde las uniones covalentes son débiles que al romperse generan sitios de baja energía libre superficial, viéndose reflejado en su bajo porcentaje de retención de sólidos insolubles, tal como lo indicaron otros investigadores [9].

Floculación y clarificación. El análisis estadístico mostró diferencias entre los promedios de cada uno de los tratamientos, siendo más eficiente el floculante que registró el menor peso en la prueba de sólidos insolubles, lo que quiere decir que retiró mayor cantidad de sólidos en la etapa de clarificación, presentando T_0 el mayor resultado con 0,05543 g y T_5 con 0,08550 g de sólidos insolubles. Se puede inferir que las partículas tuvieron menor contacto debido a la poca formación de puentes químicos entre ellas y por lo tanto la formación de una malla débil de coágulos que no logró arrastrar los sólidos insolubles. Comparando T_0 con cada uno de los resultados obtenidos, se analizó que los valores más cercanos corresponden a los tratamientos T_2 y T_4 con una presencia de sólidos insolubles de 0,06513 gr y 0,06743 gr respectivamente. Estos resultados son similares a lo reportado [8], quien comparó floculantes naturales y uno sintético, obteniendo como resultado una mayor eficiencia en el sintético.

El cuadro 5, muestra los datos obtenidos del el análisis de varianza (ANOVA).

Con la prueba de Dunnett se detectaron diferencias entre los tratamientos y el blanco (ver Cuadro 6).

El cuadro 7, muestra los resultados para el diseño de bloques aleatorios. Se rechaza la hipótesis nula ya que al menos dos floculantes difieren, demostrando que el tipo de floculante y su concentración influyen en la efi-

Cuadro 5. ANOVA para la variable retención de sólidos insolubles

Fuent	GL	Suma de cuadrado	Varianz.	F Calculado	F Teórico
Trata	6	0,00158	0,0002	52,63	3,1
Bloq.	2	0,00003	0,0000	3,19	5,1
Error	12	0,00006	0,0000	-	-
Total	21	0,00167	-	-	-
Coeficiente variación (%)			6,42037321		
FC			0,10450000		
Gran media			0,03484399		

Cuadro 6. Prueba de Dunnett

Prueba de Dunnett	
Radicando	0,00000334
Sd'	0,00182660
D (Dunnett)	0,00566245

Cuadro 7. Comparaciones testigo vs tratamiento

Tratamiento vs muestra testigo	Diferencia	Decisión
T_1 vs T_0	0,01800000	igualdad
T_2 vs T_0	0,00970000	igualdad
T_3 vs T_0	0,01766667	igualdad
T_4 vs T_0	0,01200000	igualdad
T_5 vs T_0	0,03006667	igualdad
T_6 vs T_0	0,01840000	igualdad

ciencia de la clarificación. Según la prueba de DUNNETT, la muestra testigo T_0 y los tratamientos presentaron un rechazo de igualdades debido a que el valor encontrado "d (Dunnett)" es menor que $|X_i - X|$ testigo.

En cuanto a los bloques realizados, se acepta la hipótesis nula dado que no se presentaron diferencia significativas entre bloques (ver Cuadro 7), por lo que no influyo sobre las pruebas de clarificación en diferentes momentos de experimentación, el corte de caña de azúcar no influyo en la clarificación del jugo, dado que el grado de madurez, el estado del tiempo y el tipo de suelo, no afectaron las variables contenido de agua y sólidos solubles. Lo anterior induce a pensar que los floculantes en estudio se pueden utilizar en cualquier temporada del año, lo cual coincide con los resultados reportados [7].

La figura 4 muestra que T_0 presenta mejor resultado en retención de sólidos insolubles (100%), seguido de $T_2 < T_4 < T_3 < T_1 < T_6 < T_5$.

La figura 5 muestra la influencia de la dosis en cada

Figura 4. Retención de sólidos insolubles

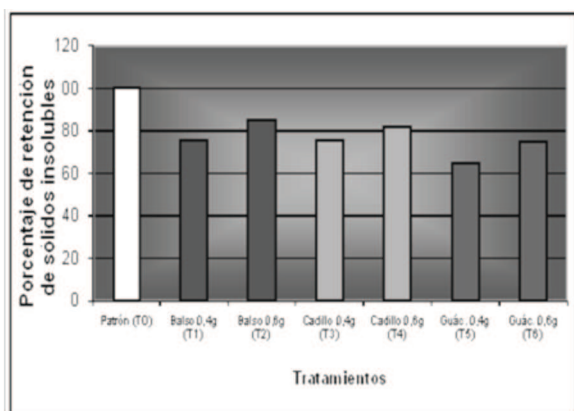
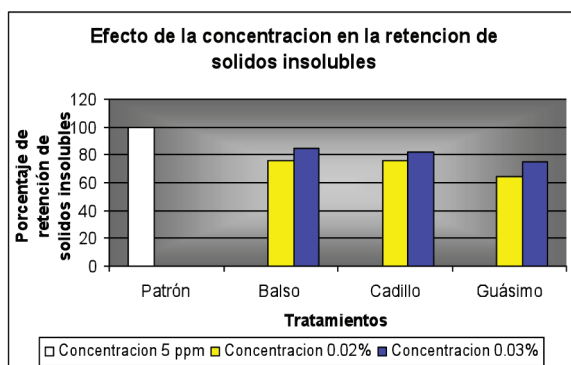


Figura 5. Retención de sólidos insolubles



uno de los floculantes modificados frente al patrón de comparación, este último con un porcentaje de retención del 100 %. Se observó que los floculantes

modificados aplicados en una cantidad del 0,03% p/v, presentaron mayor desempeño frente a los aplicados con una cantidad del 0,02% p/v. El balso presentó un mayor porcentaje de retención de sólidos insolubles de 9,6% para dosis de 0,03% p/v, en el cadillo el porcentaje de retención fue del 6,4 % y en guácimo de 10,3%, demostrando así que la dosis al 0,03 % p/v es óptima puesto que a esta concentración los coagulantes proporcionan las cargas positivas necesarias para reducir la magnitud del potencial zeta, aumentando la posibilidad de formar puentes químicos que originen un flóculo lo suficientemente grande para que sedimente los sólidos insolubles. Por encima del 0,03% p/v, el floculante ocasiona problemas en la clarificación: si se agrega poco floculante, en algunos casos habrá escasa formación de puentes químicos [10] pero en otros no existieron diferencias significativas con las diferentes dosis [8] en floculantes naturales (biyuyo, cadillo y guácimo) en el proceso de clarificación.

Calidad de panela evaluada. En el cuadro 8 se muestran los resultados obtenidos en laboratorio que se compararon con los lineamientos de la Resolución 000779 de 2006 del Ministerio de la Protección Social de Colombia. Se observó que las panelas hechas a partir del jugo clarificado con los tres tipos de floculantes modificados cumplieran con los parámetros establecidos, excepto el valor de la humedad que está por debajo del rango, dado que las panelas se hicieron a escala de laboratorio donde es difícil encontrar el punto final de moldeo. Además, cuando se calientan rápidamente las mieles se caramelizan, generando un mal sabor, lo cual coincide lo reportado [3].

Cuadro 8. Evaluación organoléptica y fisicoquímica de la panela elaborada en el laboratorio

Panela clarificada				
Floculante		Balso	Cadillo	Guasimo
Observaciones organolépticas				
Sabor		Propio	Propio	Propio
Olor		Propio	Propio	Propio
Color		Marrón	Marrón	Marrón
Textura		Dura	Dura	Dura
Forma		Cuadrada	Cuadrada	Cuadrada
Empaque		No tiene	No tiene	No tiene
Análisis fisicoquímico				
Parámetro	Decreto 779/2006	Valor obtenido		
Azúcares Totales (% glucosa)	Máx. 83	71	78	75
% Proteínas (N x 6.25)	Mín. 0,2	0,7	0,45	0,5
% Cenizas	Mín. 0,8	1,4	1,3	1,5
% Humedad	5-9	4,3	4,2	4,0
Colorantes	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Blanqueadores	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

CONCLUSIONES

El cadillo presentó un mayor rendimiento luego de la extracción y secado, en comparación con el balso y el guácimo, en tanto que la retención de sólidos insolubles presentes en el jugo de caña fue mayor con el floculante sintético que con los floculantes naturales, aunque estos últimos presentan parámetros similares a los establecidos por la norma técnica nacional colombiana (Decreto 779/06).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Cauca por el apoyo al trabajo de investigación y por facilitar las instalaciones para adelantar la fase experimental en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

REFERENCIAS

- [1] OSORIO, G. Manual técnico: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la producción de caña y panela. CORPOICA-Gobernación de Antioquia-Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO-. 2007. Disponible: <http://www.fao.org.co/manualpanela.pdf> [citado 20 de febrero de 2011].
- [2] ARIAS, A. F., TAMARA, L. V. y ARBELAEZ, F. El sector panelero colombiano. Bogotá, Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006. FAO). 2006. Disponible: <http://www.ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1525s/a1525s06.pdf> [citado 20 de febrero de 2011].
- [3] CARRERA, J. E. Manejo y Transformación de jugos de caña panelera [tesis Ingeniería Agroindustrial]. Popayán, Cauca, Colombia: Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2004.
- [4] SANDOVAL, G., VALVERDE, N Y AGUILAR, C. Manejo de jugos, limpieza, clarificación, evaporación y concentración. 1992. Disponible: <http://www.infoagro.net/shared/docs/a5/gtecnol6.pdf>. [Consultado 18 de marzo de 2011].
- [5] GARCIA, H. R. Mejoramiento de la calidad de la miel y panela mediante la limpieza de los jugos de caña. Bogotá, Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), 2002.
- [6] LÓPEZ L., GONZALO J., OSORIO G. y DELGADO O. A. Conservación, siembra, manejo y utilización de las especies aglutinantes más importantes en la agroindustria panelera. Bogotá, Colombia. Boletín técnico 25 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), 2005.
- [7] PRADA F. L. E. Mejoramiento de la calidad de la panela a través del sistema de limpieza de jugos para pequeños y medianos productores. Barbosa, Santander. Boletín técnico 12, 2002.
- [8] SANCHEZ A. C. F. Productos naturales como agentes floculantes en la clarificación de jugos de caña de azúcar [tesis Químico]. Cali, Valle del Cauca, Colombia: Departamento de Química, Universidad del Valle, 2003.
- [9] LUNA, G. Determinación y análisis de las variables de proceso que afectan la calidad de la panela en el trapiche Wilson Moreno, Vereda el Pital, Caldono [tesis Ingeniero Agroindustrial]. Popayán, Cauca, Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca, 2005.
- [10] SOTO B. A. Coagulación y floculación, Revista Ciencia Abierta, 15, p. 5-7, 2000.