

Obtención de extractos de plantas mucilaginosas para la clarificación de jugos de caña

Obtainment of Mucilaginous Plant Extrax for Clarification of Cane Juice

MSc. Walter Francisco Quezada-Moreno¹, mfrancisco473@gmail.com,

Dra. Irenia Gallardo-Aguilar^{II} irenia@uclv.edu.cu

¹Universidad Técnica del Norte. Ciudadela El Olivo Ibarra, Imbabura. Ecuador

^{II}Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba

La agroindustria panelera juega un papel importante en el desarrollo económico del Ecuador. Después de la cosecha de la caña, se llevan a cabo una serie de etapas en fábrica para obtener la panela y otros productos derivados. Dentro de estas etapas una de las más importantes para garantizar la calidad del producto final, en cuanto a textura, color y sabor entre otras propiedades está la clarificación. La clarificación de jugos de caña consiste en coagular los no azúcares por calentamiento a temperaturas muy cercanas a la de ebullición y mediante la adición de algún agente clarificador. Dentro de estos agentes y para sustituir productos químicos en Colombia y Ecuador se han empleado plantas mucilaginosas. En el estudio para las pruebas de clarificación en el jugo, se utilizaron los extractos de catorce especies vegetales con características mucilaginosas. La solución mucilaginosa se extrae al utilizar en la solución, 100 g de material/L de agua (100 g/L) y 100 g/1,5 L de agua (66,66 g/L), incorporadas en un 6 % en jugo y cuando el jugo alcanza 90 °C. Los resultados de los extractos se evaluaron mediante la determinación de la viscosidad y densidad de los mismos y en la clarificación de los jugos mediante la turbidez, donde se aprecia durante la experimentación en la clarificación del jugo valores de turbidez bajos y adecuados en la mayoría de las plantas, pero especialmente en seis de ellas, la Yausa, Cadillo, Yausabara, Falso Joaquín, Nieve y Malva rosada.

Palabras clave: extractos, mucílagos, viscosidad, turbidez.

Panela agroindustry plays an important role in the economic development of Ecuador. After the harvest of sugarcane, is holding a series of stages in the factory for sugarcane and other derivative products. In these stages of the most important to ensure the quality of the final product, in terms of texture, color, taste and other properties is the clarification. The cane juice clarification is not coagulate sugars by heating at very close to the boiling temperature and by addition of a clarifying agent. Within these agents and to replace chemicals in Colombia and Ecuador have been used mucilaginous plants. In the study for tests in the juice clarification, extracts of 14 plant species with mucilaginous characteristics were used. The mucilaginous solution is extracted using the solution 100 g material / L of water (100 g /L) and 100 g /1,5 L of water (66,66 g / L) , incorporated by 6 % in juice when juice reaches 90 °C. The results of the extracts were evaluated by measuring the viscosity and density thereof, and in the clarification of juices by turbidity, it is observed during experimentation in juice clarification low turbidity values and adequate in most plants, but especially in six of them, Yausa, Cadillo, Yausabara, Falso Joaquin, Snow and Pink Malva.

Keywords: extracts, mucilage, viscosity, turbidity.

Introducción

La producción de panela es una de las agroindustrias rurales de mayor tradición en la India, Pakistán, China, América Latina y el Caribe. Dentro de estos últimos en Colombia y Ecuador es

donde más se consume. En el proceso general para obtener la panela y otros productos derivados, se llevan a cabo una serie de etapas: extracción del jugo, limpieza, clarificación, evaporación y punteo. En la clarificación se han empleado diferentes técnicas y el empleo de productos

químicos con el objetivo de obtener una mejor apariencia en el producto final. Hoy en día se utilizan plantas mucilaginosas como clarificadoras naturales, para evitar o sustituir el empleo de productos químicos. El uso de plantas con características mucilaginosas para separar los no azúcares del jugo de la caña, cada vez se generaliza por la demanda de productos procesados con características naturales y orgánicas como la panela, azúcar natural. Sin embargo, en Colombia en la mayoría de las zonas paneleras del país estas plantas con poderes aglutinantes y floculantes como el balso, guácimo y cadillo están agotadas, problemas que no escapan en el Ecuador con el balso y otras especies, que son muy demandadas en la clarificación del jugo de la caña, pero otras plantas consideradas como malas hierbas con propiedades mucilaginosas no han sido investigadas con este fin.

Por lo que el objetivo de este trabajo consiste en disminuir y/o eliminar el uso de químicos y la cáscara de balso y utilizar plantas mucilaginosas conocidas como malas hierbas, en la preparación de extractos para ser utilizados como agentes clarificadores en la purificación de jugos de caña en Ecuador.

Fundamentación teórica

La producción mundial de panela, tipo de azúcares integrales sin refinar, con presentación al consumidor generalmente en forma de bloques sólidos, se acerca a los 13 millones de toneladas anuales/1/. Asimismo, indica que en América Latina y el Caribe se estima la existencia de cerca de 50 000 trapiches, que en conjunto vinculan a más de un millón de personas. De acuerdo con estadísticas publicadas por la FAO, la producción de panela en 2001 en la región fue cercana a 2 000 000 t, que representan cerca del 17 % de la producción mundial /1/, sin embargo, la producción para el año 2010 en Colombia, el segundo productor a nivel mundial, bajó a 1 200 000 t; debido al bajo precio de la panela y al no compensar los costos en la producción, anunció Leonardo Ariza, Gerente General de la Federación de Productores de Panela (FEDEPANELA).

No obstante, este renglón productivo sigue siendo el segundo generador de empleo en el

sector rural. En el proceso general para obtener la panela y otros productos derivados, se llevan a cabo una serie de etapas: extracción del jugo, limpieza, clarificación, evaporación y punteo.

El desarrollo de nuevas presentaciones y el mejoramiento de la calidad del producto final, han sido relevantes en las etapas de clarificación y punteo de los jugos. En la clarificación se han empleado técnicas como floculación, flotación y calentamiento (o floco-flotación) /2/ y productos químicos como el hidrosulfito de sodio y colorantes textiles como anilinas, a fin de obtener una panela de mejor apariencia. Para obtener productos de calidad nutritiva y organoléptica a través del control de variables se están utilizando plantas mucilaginosas como clarificadoras naturales. Un clarificador natural es una sustancia que tiene la propiedad de hacerla clara, limpiar o darle transparencia al producto aplicado. Por su consistencia babosa atrapa la mayor cantidad de impurezas o no azúcares presentes en el jugo y que han sido coagulados por la temperatura. El efecto se evidencia a temperaturas superiores cuando se calienta jugo en un envase por su característica polar, las fuerzas que unen sus moléculas comienzan a perder cohesión, y al moverse con más rapidez, escapan del líquido y se mezclan con el aire como vapor de agua. Conforme se calienta, más grupos de moléculas que se mueven rápidamente forman burbujas de vapor que migran por convección a la superficie. El arrastre de los no azúcares coagulados (proteínas, grasas, ceras, ácidos orgánicos, sales, otros) a la superficie (flotación) conocidos en la industria panelera ecuatoriana como cachaza u otavalillo, se debe a la disminución de su densidad ya que las moléculas orgánicas pequeñas que contienen grupos funcionales polares se hidratan fuertemente porque las moléculas de agua son atraídas por esos grupos.

El mucílago es un producto de origen vegetal, es una sustancia compleja cuya reacción puede ser ácida o neutra cuya función es diversa, dependiendo de la planta donde se presente y con alto peso molecular superior. Están formados por polisacáridos celulósicos con igual número de azúcares que las gomas y pectinas, por lo que tienden a confundirse con estas, diferenciándose

solo en sus propiedades físicas. Los mucílagos en agua producen coloides poco viscosos que presentan actividad óptica. La coagulación con mucílagos generan una serie de reacciones físicas y químicas entre el coagulante y el jugo que desestabilizan las fuerzas de interacción entre las partículas produciendo el arrastre de las mismas con el mucílago /3-4/. El mucílago es producido en células secretoras especializadas, las cuales, pueden encontrarse en hojas, tallos, raíces y semillas; su presencia o ausencia, así como su función en cualquier estructura, depende de la adaptación e incluso de la supervivencia de cada especie en particular /3/.

Los métodos de obtención y aplicación del aglutinante tanto en cantidad del material vegetal a usar como en la temperatura y momento de aplicación se realizaron según criterios de los operarios de ahí que esto influyera en la calidad de la panela /5/. Teniendo esto en consideración, estos autores estudiaron el comportamiento reológico de soluciones del mucílago de corteza del cadillo, obteniendo un modelo matemático que describe el comportamiento de la viscosidad aparente del jugo en función de algunas variables entre ellas la temperatura.

En Colombia las plantas mucilaginosas para la clarificación del jugo de la caña por su empleo permanente e irracional cada día se agotan más y su costo actual económico y ambiental es muy alto /6/, situación ésta que se presenta también en el Ecuador con la Yausa y Yausabara, que son muy demandadas en la clarificación del jugo de la caña.

Dentro de las plantas mucilaginosas las más empleadas en general en la industria panelera han sido el balso, guácimo y cadillo /7/. Otras plantas como abrojo, cucarda, falso Joaquín, como arbustos y otras como malva blanca y rosada y especialmente la malva silvestre, uyanguilla y nieve consideradas como malas hierbas no han sido empleadas, ni estudiadas.

Materiales y métodos

Para la preparación de la solución clarificadora o mucilaginosa fueron utilizadas catorce especies

vegetales con características mucilaginosas. Primeramente se le realizó un análisis fotoquímico cualitativo, para analizar las características de las mismas. Los nombres comunes y científicos de estas plantas son: balso rojo (*Ochroromapyramidale*), balso blanco (*Heliocarpusamericanus L.*), malva morada (*Lavatera arbórea L.*), malva gigante (*Malva*), cucarda (*Hibiscussyriacus L.*), falso San Joaquín (*Hibiscus rosa sinensis*), malva silvestre (*Malva peruviana L.*), abrojo (*Bittneriaovata Lam*), abrojo o cadillo negro (*Triumfetalappula L.*), moquillo (*Saurauia bullosa Wawra*), Yausabara (*Pavoniasepium A. St-Hil*), yausa (*Abutilon insigne Planch.*), Nieve (*Calystegia soldanela*) y Uyanguilla (*Basella alba*).

Las catorce especies del balso rojo y blanco son árboles y la Yausa, Moquillo, Falso Joaquín y Cucarda son arbustos. La malva blanca y rosada son plantas utilizadas en la medicina tradicional y las otras plantas son conocidas como malas hierbas. Las plantas fueron previamente trituradas, y se emplearon 100 gramos de especie vegetal por cada 1 000 y 1 500 mL de agua, 100 y 66,6 g/L, respectivamente. Se hicieron experimentos a otras concentraciones que fueron rechazadas ya que con valores de agua inferior se dificulta la extracción del mucílago de la planta y a concentraciones menores son muy diluidas.

Para preparar las soluciones se hizo en agua tibia (50 °C) y la corteza o hierba macerada, primeramente manualmente y de acuerdo a los resultados con las concentraciones y con agitación mecánica a 60 rpm en tiempos de uno y dos minutos. Estos extractos se obtuvieron según trabajos preliminares realizados con otras plantas clarificadoras /8/. El mismo autor indica que: por cada 500 L de jugo, o sea, el 1,5 % de volumen de jugo que se va a limpiar; mezclar con el remellón el jugo y el aglutinante. Debe incorporarse entre 15 a 30 L de solución clarificadora por cada 500 L de jugo /8/, estos valores están entre el 3 y 6 % de solución clarificadora.

La extracción de jugo se realizó en un trapiche panelero (molino de tres masas). Se midieron los sólidos solubles en la solución con un refractómetro Atago 3851, de escala digital para Brix (°Bx) de 0

a 93°Bx y el pH utilizando un pH-metro BOECO PT-40. Los valores registrados en el jugo fueron de 22,5°Bx y pH de 5,45.

La incorporación de la solución clarificadora al jugo de la caña se hizo a razón de 6 % respecto a la cantidad de jugo y a temperaturas cercanas al punto de ebullición; en este caso se tomó 90 °C, utilizando un termómetro digital Fisher Scientific con cable y sonda de acero inoxidable de escala -50 a 300 °C.

Se removieron los no azúcares presentes en el jugo por efecto de la coagulación de los mucílagos (cachaza negra) a temperaturas de 91 a 93 °C, mientras que la cachaza blanca se retiró a temperaturas superiores a la temperatura de ebullición del jugo (>93 °C).

En los análisis de turbidez del jugo, tratado con los extractos obtenidos, se empleó un turbidímetro digital HANNA HI 93703, de escala 0,00... 1,000 FTU (Unidades de Turbidez Formazin) conocidas como NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez), mientras que para la viscosidad se empleó un viscosímetro Brookfield modelo LVDVE y la densidad mediante un Densito Mettler Toledo 30PX de escala 0,000 a 2,000 g/cm³.

Resultados y discusión

Análisis fitoquímico cualitativo de las plantas mucilaginosas

Los resultados del análisis fotoquímico muestran escasa o ninguna toxicidad de saponinas, taninos y triterpenos en las plantas, por lo que pueden ser usadas en la industria panelera.

La malva blanca y rosada usadas como plantas curativas y el cadillo como ingrediente espesante y curativo en bebidas refrescantes en la tradicional horchata en los pueblos del Ecuador, no contiene ningún tipo de estos compuestos, al igual que el Falso Joaquín.

Viscosidad y densidad de las soluciones mucilaginosas clarificadoras

En la tabla 1 se reflejan los resultados promedios de la viscosidad y la densidad alcanzada en los extractos macerados manualmente de las muestras

de las catorce plantas mucilaginosas, en las dos concentraciones y la viscosidad para extractos obtenidos con agitación mecánica a 60 rpm en uno y dos minutos de contacto para la mayor concentración de trabajo es decir 100 g/L.

Como puede apreciarse en la tabla 1, para la densidad no hay grandes diferencias entre una planta y otra, solo el Balso rojo, el Falso Joaquín en las dos concentraciones y la Yausa a bajas concentraciones, presentan valores ligeramente superiores a 1 000 kg/m³, por lo que no afecta la densidad del jugo a la hora de añadirse a este en la etapa de clarificación.

Para la viscosidad, que es una de las variables fundamentales para los clarificantes, se alcanzan altos valores en las soluciones correspondientes a los balsos en sus dos concentraciones, le siguen de las plantas más utilizadas en la agroindustria panelera la Yausa en las dos concentraciones y el Cadillo, todas aumentan con la concentración. En la figura 1, se observan mejor los valores si se eliminan las dos especies de balso, que son árboles exigentemente demandadas por el uso de mucílagos como clarificantes del jugo de caña y es una especie en vía de extinción /6/.

Si se analizan la influencia de la agitación y el tiempo de maceración en la viscosidad, en la tabla se evidencia y/o visualiza en la mayoría de las plantas, que la variación no es significativa, solo en los balsos que disminuye y en la Yausa que aumentan significativamente, en esto puede influir que en la agitación mecánica se logra una mejor uniformidad de la solución y es más segura la medición.

Resultados de turbidez medida al jugo

En la tabla 2 y figura 2 aparecen reflejados los resultados de la turbidez medida al jugo tratado con los extractos de las catorce plantas, a los dos niveles de concentración estudiados y con los extractos obtenidos con tiempo de agitación mecánica a la mayor concentración.

Como se aprecia, la especie vegetal y la concentración de la solución clarificadora, inciden significativamente en la clarificación del jugo, siendo los valores de turbidez menores, para las mayores concentraciones del extracto, es decir

Tabla 1
Resultados de la densidad y la viscosidad en los macerados

Plantas	Concentración del extracto g/L	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cP)		
			Manual	A 60 rpm 1 min	A 60 rpm 2 min
Cadillo (Cd)	100	999,30	9,94	10,90	29,00
	66,6	998,73	8,22		
Balso Blanco (Bb)	100	999,50	674,00	270,00	460,00
	66,6	999,32	468,00		
Balso rojo (Br)	100	1000,40	602,00	110,00	520,00
	66,6	1000,11	406,00		
Malva monte (Mm)	100	999,20	9,66	7,80	8,00
	66,6	999,02	8,38		
Abrojo (A)	100	998,71	4,88	4,26	4,62
	66,6	997,62	4,10		
Cucarda (C)	100	999,30	6,60	5,00	6,70
	66,6	995,11	4,77		
Falso Joaquín (F)	100	1002,90	6,88	5,30	6,40
	66,6	1000,62	4,78		
Nieve (N)	100	999,51	6,15	5,70	7,90
	66,6	998,81	4,51		
Malva blanca (Mb)	100	999,23	8,83	6,20	7,20
	66,6	999,02	8,64		
Malva rosada (Mr)	100	998,50	8,22	5,50	12,00
	66,6	998,41	8,76		
Moquillo (M)	100	999,63	9,30	11,10	12,00
	66,6	999,01	7,82		
Yausabara (Yb)	100	999,4	5,20	7,10	12,50
	66,6	999,10	4,55		
Uyanguilla (U)	100	998,90	6,84	7,90	9,80
	66,6	998,40	5,00		
Yausa (Y)	100	999,50	5,10	70,00	146,00
	66,6	1001,00	4,50		

cuando este está más concentrado, en la mayoría de las plantas, sin embargo se presenta un comportamiento contrario para el caso de los balsos, el abrojo y la cucarda.

Se aprecian valores superiores a la media de las muestras de 165 unidades FTU, para el caso de los balsos y abrojo para ambas concentraciones y en el caso del Malva monte, Malva blanca y Uyanguilla

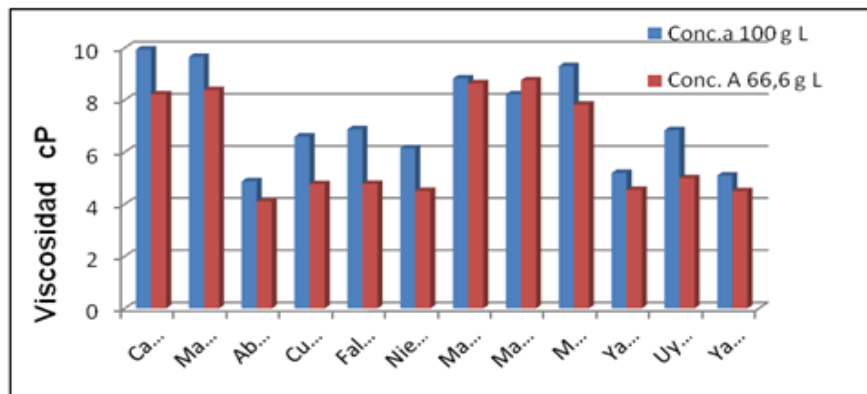


Fig. 1 Comportamiento de la viscosidad de las soluciones sin los balsos.

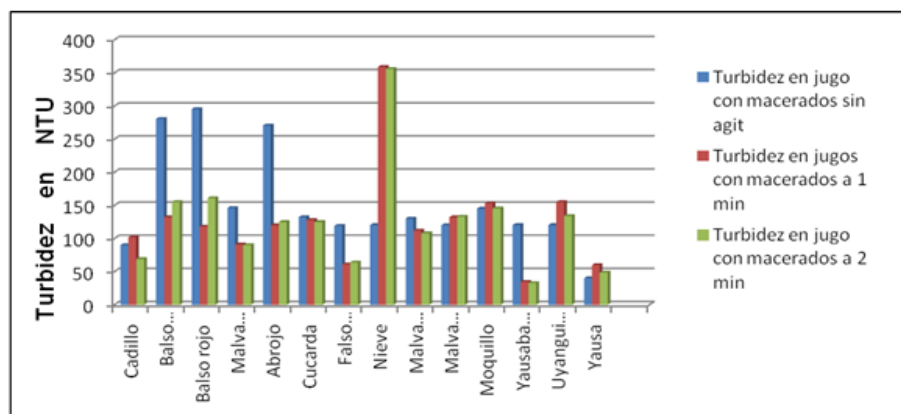


Fig. 2 Comportamiento de la turbidez en el jugo.

para las menores concentraciones del extracto. La forma de extraer los mucílagos con y sin agitación mecánica, no tiene gran influencia en la turbidez salvo en los balsos y en la nieve. Los mejores valores de turbidez se aprecian para la, Yausabara, Yausa, Falso Joaquín, Malva monte y el Cadillo, con valores inferiores a 100 unidades FTU con agitación mecánica, catalogadas como arbustos y malas hierbas.

La mayoría de las plantas presentan valores de turbidez muy cercanos e inferiores a 150 FTU. En las especies vegetales consideradas nuevas estudiadas, después de la Yausabara (*Pavoniasepium A. St-Hil*) sobresalen la Yausa y Falso Joaquín, las cuales ofrecieron valores inferiores a 70 NTU. Para el caso del balso que es

uno de los mucílagos más empleados tanto en Colombia como en Ecuador, a pesar de ser sustancias mucilaginosas con alta viscosidad en sus extractos para las dos concentraciones estudiadas, no se logran valores de turbidez bajos a las condiciones experimentadas en este trabajo. Un buen descachazado se logra una vez incorporado el clarificante natural muy cerca al punto de ebullición. Los valores de turbidez son similares a jugos tratados en el ingenio azucarero IANCEM, donde se utilizan procesos de alcalinización, sulfitación y fosfatación y bajo un sistema de clarificación continua.

Debido al comportamiento obtenido en la clarificación, que no concuerda con los obtenidos por otros autores en cuanto a la temperatura del

Tabla 2
Turbidez medida al jugo clarificados con los extractos de mucílagos

Plantas	Concentración del extracto g/L	Turbidez del jugo clarificado (NTU)		
		Manual	A 60 rpm 1 min	A 60 rpm 2 min
Cadillo	100	90,0	102,1	69,2
	66,6	100,0		
Balso Blanco	100	280,5	132,3	155,1
	66,6	275,6		
Balso Rojo	100	295,3	118,2	161,1
	66,6	259,4		
Malva Monte	100	146,0	91,2	90,4
	66,6	212,2		
Abrojo	100	170,6	120,3	125,3
	66,6	132,8		
Cucarda	100	132,3	128,1	125,2
	66,6	115,3		
Falso Joaquín	100	119,1	61,1	64,4
	66,6	150,5		
Nieve	100	120,4	359,4	356,1
	66,6	150,7		
Malva Blanca	100	130,2	112,2	108,1
	66,6	180,3		
Malva Blanca	100	130,2	112,2	108,1
	66,6	180,3		
Malva rosada	100	120,2	132,3	133
	66,6	150,1		
Moquillo	100	145	153,0	145,5
	66,6	160,2		
Yausabara	100	46,90	34,6	32,7
	66,6	74,54		
Uyanguilla	100	120,3	155,2	134
	66,6	310,0		
Yausa	100	40,1	60,1	48,65
	66,6	50,3		

jugo al añadir el mucílago en este estudio, y en cuanto al comportamiento con la concentración se hace indispensable continuar el estudio de la clarificación con aquellas plantas que mejores resultados ofrecieron y a diferentes variables de operación.

Conclusiones

La extracción del mucílago con agitación mecánica, no tiene influencia en la clarificación, pero se necesita que éste tenga un buen mezclado. Sin embargo, el comportamiento de la clarificación en jugos, es mejor para concentraciones altas de extractos, en la mayoría de las plantas estudiadas.

De las plantas mucilaginosas experimentadas como malas hierbas la mayoría pueden emplearse como agentes clarificantes, dado los valores de turbidez ofrecidos, destacándose la Yausabara, Falso Joaquín, Malva monte y Cadillo y la Yausa como arbusto.

Se hace necesario continuar el estudio de la clarificación, empleando los mucílagos con mejores resultados, para otras condiciones de operación en la clarificación.

Bibliografía

1. RODRÍGUEZ, Gonzalo; GARCÍA, Hugo, ZULMA, Rosa y SANTACOLOMA, Pilar. *Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina*. FAO. Roma. Págs. 11-12, 2004.
2. SALAGER, Jean Louis, FORGIARINI DE GUEDEZ, Ana. *Fundamentos de Flotación*. Laboratorio de formulación, interfaces Geología y procesos. Universidad de los Andes. Venezuela. Pág. 3, 2007.
3. PACHECO, Leticia y col. *Estructuras mucilaginosas en helechos y plantas afines con énfasis en el género Diplazium (Woodsiaceae)* Págs. 56-60, 2003. PDF.
4. PÉREZ ECHEVERRY, Patricia. *Mucílago pulverizado obtenido a partir de cáscara de cacao, una alternativa en la clarificación de jugos en la industria panelera*. Trabajo Final Especialización en Gestión de Proyectos de Desarrollo Agroindustrial. Universidad Nacional. Manizales. Pág. 52, 2004.
5. BLANCO, G. y ZUMALACÁRREGUI, L. "Comportamiento de la viscosidad de la disolución mucilaginosa de cadillo Triunfeta empleada en la clarificación de jugos de caña". *Revista Centro Azúcar*. No. 3. UCLV, Cuba. Págs. 11-18, 2006.
6. OSORIO, Guillermo. *Manual Técnico de Buenas prácticas agrícolas (BPA) y Buenas prácticas de manufactura (BPM) en la producción de caña y panela*. FAO-CORPOICA-MANA. Colombia. Págs. 132-133, 2007.
7. PRADA, Luz. *Mejoramiento en la calidad de la miel y panela*. PRONATA -CORPOICA- CIMPA. COLOMBIA. Págs. 6-21-22, 2002.
8. FUNACH, Ascapam. *Guía para la elaboración de Panela. Capacitación en obtención de nuevos productos derivados de la caña y el manejo adecuado de la agroindustria panelera*, Municipio de MOCOA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia, 2010. 11p. PDF.