

APROVECHAMIENTO DE PINZOTE DE BANANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA OBTENCIÓN DE PAPEL.

USE OF BANANA FINCH (MUSE PARADISIACA) TO OBTAIN PAPER.

Mendoza-Vélez Cristhian Javier^{1*}; Vera-Loor José Edwin²

^{1, 2} Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo – Ecuador.

***Correo:** cris-1991mendoza@hotmail.com

RESUMEN

La elaboración del papel inicia a partir de la tala de árboles que en los últimos años ha tenido un crecimiento exorbitante acorde a la gran demanda en el mercado de la industria papelera en el mundo, lo cual han impactado negativamente a la naturaleza debido a que su materia prima ha contribuido a la deforestación de los bosques, contribuyendo a la aceleración del cambio climático. El presente trabajo se enfatiza en una revisión bibliográfica del aprovechamiento de la planta del banano (pinzote) dedicado a la elaboración de papel mediante diferentes procesos utilizados en las industrias a partir de fibras maderables, con la finalidad de aprovechar los residuos vegetales y de esta manera contribuir con la sostenibilidad del medio ambiente. Varios trabajos se han dedicado al estudio del banano para la obtención de celulosa para la elaboración de papel, llegando a ser considerados como una alternativa real y viable por parte de los inversionistas y quienes se involucran.

Palabras claves: Banano, musa paradisiaca, papel, pinzote.

ABSTRACT

The production of paper begins from the felling of trees that in recent years has had an exorbitant growth in accordance with the great demand in the paper industry market in the world, which has negatively impacted nature due to its Raw material has contributed to the deforestation of forests, contributing to the acceleration of climate change. The present work is emphasized in a bibliographic review of the use of the banana plant (pinzote) dedicated to the elaboration of paper through different processes used in industries from wood fibers, in order to take advantage of plant residues and in this way contribute to the sustainability of the environment. Several works have been dedicated to the study of bananas to obtain cellulose for the production of paper, coming to be considered as a real and viable alternative by investors and those who get involved.

Keywords: Banana, muse paradisiaca, paper, pinzote.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es considerado el primer exportador y cuarto productor de banano del mundo, debido a que produce aproximadamente 8'278.260,65 toneladas de musáceas cultivadas en 20 provincias del territorio continental, donde un 3,50% se destina al consumo humano interno; otro 3,50% al consumo animal y el 3% para la industria, sin embargo la producción de Musáceas, se destina básicamente a la exportación, siendo el promedio anual de venta al exterior del 80% del total de la producción, y se las somete a un control de calidad intensivo, para que llegue a su destino en el estado de r6t3ye66te6tey6t54suciedad o cicatrices madurez adecuado y libre de manchas, (Moreira, 2013; Fuentes & Bayona, 1994).

Según Meneses et al., (2010) las musáceas por su composición bromatológica tanto en estado verde como en maduro, pueden ser utilizadas para la obtención del alcohol etílico, por la cantidad de azúcares y almidones que posee, no obstante, basados en estudios ya realizados, se ha hecho mención a ciertos autores por haber obtenido papel a partir de residuos orgánicos, no obstante, el propósito de la presente investigación es indagar los estudios realizados y de esta manera incentivar a grupos de personas a continuar con la elaboración de papel a partir del pinzote de banano y así implementar su propia industria.

2. EL BANANO

La planta de banano pertenece a las Musáceas y su nombre científico es *Musa paradisiaca*, siendo una planta de la familia de las herbáceas que está presente principalmente en países tropicales. El nombre "banano" es originario de África y se originó en el sureste asiático e Indochina. La planta alcanza una altura de 2 m a 3 m y un fuste de unos 20 cm de diámetro (Soto, 1992).

2.1. Usos del Banano

Se pueden obtener diversos productos a partir del banano y del plátano como lo son el alcohol, jugos, mermeladas, jaleas, bananos pasados, polvo, harina, puré, almidón además de productos por deshidratación osmótica para las industrias de productos lácteos, confiterías y cereales (Thompson, 1995; Araya et, al.,

1995). El almidón de la pulpa del plátano presenta un contenido de 32% de amilasa, de estructura cristalina tipo B, y sus granos presentan un polimorfismo en su forma y tamaño, pero durante la maduración del plátano el contenido de almidón total y resistente, así como el contenido de carbohidratos parietales, disminuyen significativamente (Gnakri & Kamenan, 1994; Gnakri et al., 1996).

2.2. Generalidades del banano.

Zúñiga (1993), confirma que el raquis del racimo del clon Dominico Hartón y la cáscara de los frutos contienen mayor concentración de elementos minerales, azúcares totales y proteína bruta que la pulpa, por ende, indica que esos órganos poseen un potencial grande de uso como fuente de abono orgánico y como materia prima para la elaboración de alimentos para animales. También menciona que el raquis o pinzote es un material rico en fibra (8% de su peso), siendo utilizado actualmente el 15% del raquis producido en la zona Caribe de Costa Rica para elaborar fibra para papel.

Sibaja (1994) menciona que la cáscara de banano maduro contiene aproximadamente 2,7% de fructosa, 3,2% de glucosa y 7,8% de sacarosa en base seca, asimismo la fibra cruda en la cáscara de banano maduro contiene 60% de lignina, 25% de celulosa y 15% de hemicelulosa.

2.2.1. Características Físico-Químicas del Pinzote de Banano

La caracterización fisicoquímica del pinzote de banano de Cavendish se realizó siguiendo la metodología planteada por Dadzie y Orchard (1997). Para esto se evaluó las características físicas como: peso, longitud, diámetro (mayor medio y menor). Dentro de las propiedades químicas se evaluaron los sólidos solubles (o Brix), pH y acidez titulable. El pinzote de banano está compuesto principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, su composición varía dependiendo del origen del material (Olsson L. y Hahn-Hiigerdal B., 1996).

Autores como: García et al. 2011; Soto, 2010 mencionan en sus estudios que el pinzote contiene 79,60-81,03% de carbohidratos y 1,65% de fibra cruda siendo el almidón el carbohidrato predominante. En base a sus propiedades químicas (alto contenido de almidón) se lo considera un material promisorio importante

para la elaboración de plásticos biodegradables o papel. (Lazaridou y Biliaderis, 2002).

La modificación química del pinzote de banano con hipoclorito de sodio aumenta las propiedades mecánicas. Sin embargo, al ser incluido un sustituyente hidrofílico, la permeabilidad al vapor de agua se incrementa, aunque esta característica se controla por la adición de otros nutrientes (Zamudio-Flores et al., 2007; García-Tejeda et al., 2011).

El pinzote contiene del 20 a 22% de la materia seca, principalmente en forma de almidón. Cuando estas maduran el almidón se convierte en azúcares simples como: sacarosa, fructuosa y glucosa. Los azúcares presentes en la pulpa de banano maduro son fácilmente asimilables. Los principales son sacarosa (66%), glucosa (20%) y fructuosa (14%) (Hurtado, 2001).

2.2.2. Composición Química del Banano

En la tabla 1, nos indica la composición química en las proporciones de porcentajes de los minerales, azúcares totales y proteína bruta que la pulpa, lo cual indica que esos órganos poseen un gran potencial de uso como fuente de abono orgánico y como materia prima para la elaboración de alimentos para animales.

Tabla 1. Composición química del banano

Composición Química	Concentración
Agua	69,58%
Almidón	15,37%
Celulosa	7,54%
Sacarosa	9,36%
Glucosa	0,58%
Dextrosa	1,82%
Gomas	0,67%
Taninos	0,06%
Proteínas	2,1%
Ceniza	0,76%

Fuente: Moreira, 2013.

En la tabla 2, se encuentran los componentes que conforman el pinzote de banano con sus respectivos valores porcentuales, en donde el banano es una de las principales fuentes alimenticias con mayor capacidad nutricional y poder calórico.

Tabla 2. Componentes del pinzote.

Componentes del Pinzote de Banano	Unidades
Humedad	95,66 %
Fibra	11,95 %
Energía bruta	4592 Kcal
Calcio	0,36 %
Fosforo	0,23 %
Ceniza	14,58 %

Fuente: Moreira, 2013.

3. EL PAPEL

Según Guzmán et. al., (2005) el papel es una hoja delgada que se hace con pasta de fibras vegetales, las cuales pueden proceder de la madera, la paja u otras fuentes, donde son molidas, blanqueadas y desleídas en agua, luego se realiza un proceso de secado y de endurecimiento mediante distintos mecanismos.

El papel fue desarrollado por los chinos a base de los residuos de la seda, la paja de arroz o cáñamo y el algodón durante el siglo II. Anteriormente, los egipcios habían desarrollado el papiro a partir del tallo de plantas que crecían a orillas del río Nilo, mientras que los europeos apelaban a los pergaminos creados con pieles curtidas (Moreira, 2013).

3.1. Propiedades del papel

3.1.1. Durabilidad del papel

La durabilidad expresa principalmente la capacidad del papel para cumplir sus funciones previstas durante un uso intensivo y continuado, sin referencia a largos periodos de almacenado. Un papel puede ser durable (al resistir un uso intensivo durante un tiempo corto) pero no permanente (debido a la presencia de ácidos que degradan lentamente las cadenas celulósicas) (José Turrado, 2009).

3.1.2. Estabilidad dimensional

Capacidad de un papel o cartón para retener sus dimensiones y su planidad cuando cambia su contenido en humedad, por ejemplo, bajo la influencia de

variaciones en la atmósfera circundante. Un alto contenido en hemicelulosa promueve el hinchamiento de las fibras y su inestabilidad (Cortez, 2014).

3.1.3. Mano

Término aplicado a un papel que expresa la relación entre su espesor y el gramaje. Su valor disminuye cuando aumentan la compactación y la densidad de la hoja (Luna, 2014).

3.1.4. Permanencia

Se refiere a la retención de las propiedades significativas de uso, especialmente la resistencia mecánica y el color, después de prolongados periodos de tiempo. Un papel es permanente cuando retiene sus características iniciales. Un papel puede ser permanente (retiene sus características iniciales) pero no durable, debido, por ejemplo, a su baja resistencia inicial (G. Canché-Escamilla, 2005).

3.1.5. Resiliencia

Capacidad del papel para retornar a su forma original después de haber sido curvado o deformado. La presencia de pasta mecánica en la composición confiere dicha propiedad (Luna & García, 2014).

3.1.6. Carteo

Combinación de tacto y sonido que produce una hoja de papel cuando se agita manualmente. (García, 2007).

3.1.7. Manufactura.

Las fibras para su fabricación requieren de unas propiedades especiales, como alto contenido en celulosa, bajo costo y fácil obtención, por lo que las más comúnmente usadas son las vegetales. La materia prima más común es la pulpa de celulosa, proveniente de madera de árboles, principalmente pinos, por su precio y la calidad de su fibra (muy larga), y eucaliptos, pues es muy barata y resistente. También se utilizan otros materiales, como el algodón y el cáñamo. Nos centraremos en la producción de papel, ya que el proceso de obtención de pasta o pulpa es un tema totalmente diferente (Cortez, 2014).

3.2. Proceso para la obtención del papel

Canché et. al., (2005) menciona que el proceso de obtención de celulosa a partir de los residuos del pinzote es similar al proceso de obtención de celulosa a partir de fibras maderables, y como no existe actualmente ningún uso económicamente viable para el pinzote del banano, es una opción ideal de la materia prima para la producción de papel. Además, los residuos del cultivo del plátano contienen lignina en un 9-10% que es un biopolímero aromático amorfo difícil de biodegradar que junto con un 61.1% de celulosa que constituyen los productos principales de este residuo, lo convierten en una opción favorable para la producción de papel (Calle et al., 2014).

- Limpieza del pinzote
- Fermentación en seco
- Limpieza de la capa externa
- Cocción alcalina
- Aclarado de la fibra, si interesa
- Desfibrado en Pila Naguinata o refino en Pila Holandesa
- Elaboración de la hoja.

3.2.1. Limpieza del pinzote

Consiste simplemente en la separación de la corteza (parte externa) que envuelve las fibras (More Calero, 2019).

3.2.2. Fermentación en seco

El pinzote se almacena en un contenedor de plástico, cemento u otro material, y a continuación se cubre totalmente con plástico. De esta manera permanece un periodo de entre quince a veinte días, aislado del oxígeno externo y con su propia humedad. Esto produce una fermentación donde los azúcares, almidones, pectinas gomas, etc., se descomponen. Este proceso favorece la posterior cocción y el refino (More Calero, 2019).

3.2.3. Limpieza de la capa externa

La fermentación provoca el ennegrecimiento de la parte más externa del pinzote debido a la descomposición de la hemicelulosa, zona que eliminaremos antes de proceder a la cocción (More Calero, 2019).

3.2.4. Cocción alcalina

El proceso de cocción alcalina es necesario para la eliminación de la lignina, componente de la planta que rodea y enmascara la fibra de celulosa. Para ello se ensayaron varias cocciones, variando el porcentaje de álcali y el tiempo de cocción en sí mismo. Los mejores resultados se obtuvieron con una proporción de hidróxido de sodio (NaOH) del 20% sobre la materia prima seca y una cocción de 120 minutos a partir de la ebullición (More Calero, 2019).

Las fibras obtenidas tienen una buena resistencia y disponen de un 6% de lignina residual. La fibra que se obtiene es de color oscuro. Una vez cocido el pinzote se lava con abundante agua limpia hasta eliminar todo resto de álcali y lignina disuelta (More Calero, 2019).

3.2.5. Aclarado de la fibra

Esta fibra se puede aclarar mediante blanqueo con hidróxido de sodio (NaOH) al 10% durante un periodo de 24 horas. De esta forma la fibra toma un color rubio claro. La longitud de fibra varía entre 2,5 y 3 mm (More Calero, 2019).

3.2.6. Refino o batido

Ya sea la fibra oscura o aclarada con lejía, podemos batirla en pila naginata o pila holandesa. El batido en pila naginata se hace durante quince minutos y provoca un desfibrado parcial sin corte, el papel obtenido tiene buena estabilidad y una formación mejorable (More Calero, 2019).

El refino en pila holandesa puede hacerse justo hasta el desfibrado total del pinzote con lo que obtenemos un papel similar al anterior o bien hasta el mayor corte de la fibra. Al ser una fibra con abundante hemicelulosa durante el refino, la fibra sufre hinchamiento y aumento de temperatura, que produce mucha fibrilla. Durante la elaboración de la hoja, el “desgate” es lento y el papel que se

obtiene es poco poroso, de superficie lisa, suave y de poca estabilidad (More Calero, 2019).

En los dos casos el papel que se obtiene dispone de un suave y agradable encolado natural que resulta ideal para la realización de gran cantidad de trabajos artísticos (More Calero, 2019).

4. CONCLUSIONES

La industria platanera actualmente es productora de gran cantidad de residuos vegetales, esto debido solamente al aprovechamiento solo de su fruto y el resto de la planta fundamentalmente el pinzote (parte de la planta que sostiene las bananas) se desecha en grandes cantidades en cada recolección.

En la actualidad no existe ningún uso viable para el pinzote del banano, siendo este una opción ideal para la producción de papel a partir de la celulosa obtenida de las fibras maderables.

Varios trabajos se han dedicado al estudio del banano para la obtención de celulosa para la elaboración de papel, llegando a ser considerados como una alternativa real y viable por parte de los inversionistas y quienes se involucran.

REFERENCIAS

- Araya, O., Víquez, F., Rodríguez, A., Flores, W., Segreda, A. C., & Bonilla, A. R. (1995). Alternativas de industrialización del banano y el plátano (No. 664.804772 A438a). Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos.
- Calle, N., Fernández, E., Godoy, M., Sempertegui, F., & Patiño, K. (2014). Elaboración de papel a partir de fibras vegetales no maderables (pinzote de plátano). Santa Cruz, Bolivia.
- Canché-Escamilla, G., los Santos-Hernández, D., Andrade-Canto, S., & Gómez-Cruz, R. (2005). Obtención de celulosa a partir de los desechos agrícolas del banano. Información tecnológica, 16(1), 83-88.
- Cortez Vega, A. E. (2014). Elaboración de Papel a base de residuos de banano.

- Dadzie, B. K., & Orchard, J. E. (1997). Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos. Montpellier: Inibap.
- Fuentes, A., & Bayona, R. (1994). Transformación del desecho vegetal del cultivo del banano en abono natural a través de la lombriz roja californiana en Urabá. SI, Augura.
- García Hortal, J. A. (2007). Fibras papeleras. Universidad Politécnica Cataluña.
- García-Tejeda, Y. V., Zamudio-Flores, P. B., Bello-Pérez, L. A., Romero-Bastida, C. A., & Solorza-Feria, J. (2011). Oxidación del almidón nativo de plátano para su uso potencial en la fabricación de materiales de empaque biodegradables: caracterización física, química, térmica y morfológica. *Revista Iberoamericana de polímeros*, 12(3), 125-135.
- Gnakri, D., & Kamenan, A. (1994). Características físicas y químicas del almidón del plátano (# Musa# spp, AAB). *Agronomie Africaine*, 19(25), 6.
- Gnakri, D., Champ, M., Bouchet, B., Colonna, P., & Delort-Laval, J. (1996). Carbohydrate content and in vitro enzymic hydrolysis of futu starch from plantain. *Sciences des aliments*, 16(3), 297-306.
- Guzmán, A. M., Bulffe, R., Antúnez, N., Espinosa, S., Konoczuk, N., Marinaro, C., ... & Wall, C. A. (2005). Elaboración de papel ecológico a partir de fibras vegetales para uso artístico. In I Congreso Iberoamericano de Investigación Artística y Proyectual (La Plata, 2005).
- Hurtado Angulo, F. S., & Torres, H. (2001). Obtención de un hidrolizado proteico utilizando excedentes de la industria pesquera y agrícola (Bachelor's thesis).
- Lazaridou, A., & Biliaderis, C. G. (2002). Thermophysical properties of chitosan, chitosan–starch and chitosan–pullulan films near the glass transition. *Carbohydrate polymers*, 48(2), 179-190.
- Luna Bermudez, G. A., & Garcia Salazar, I. M. (2014). Innovación tecnológica del proceso de reciclaje de los desechos de papel con aroma para uso de oficinas en el Municipio de Matagalpa, año 2013 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).
- Meneses, M. M., Agatón, L. L., Gutiérrez, L. F. M., Mendieta, L. E. G., & Botero, J. D. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el departamento de Caldas. *Revista Educación en Ingeniería*, 5(9), 128-139.

- More Calero, J. L. (2019). Aprovechamiento del residuo de pinzote del cultivo de banano para la obtención de pulpa de papel.
- Moreira Carrión, K. (2013). Reutilización de residuo de la cáscara de banano (*musa paradisiaca*) y plátanos (*musa sapientum*) para la producción de alimentos destinados al consumo humano (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).
- Olsson, L., & Hahn-Hägerdal, B. (1996). Fermentation of lignocellulosic hydrolysates for ethanol production. *Enzyme and Microbial technology*, 18(5), 312-331.
- Sibaja Rojas, G. J. (1994). Evaluación de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje con pasto King grass (*Pennisetum purpureum*).
- Soto Azurduy, V. S. (2010). Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa cavendishii*) y banana verde (*Musa paradisiaca*). *Revista boliviana de química*, 27(2), 94-93.
- Soto, M. (1992). Bananos: cultivo e comercialización (No. 338.174772 S686B.). Litografía e imprenta LIL.
- Thompson, A. K., & Gowen, S. (1995). Procesamiento del banano.
- Turrado, J., Saucedo, A. R., Sanjuán, R., & Sulbaran, B. (2009). PINZOTE de *Musa balbisiana* y *Musa acuminata* como Fuente de Fibras para Papel. *Información tecnológica*, 20(4), 117-122.
- WordPress. (octubre de 2012). Cultivos en el Ecuador. Recuperado el 21 de Diciembre de 2016, de <http://blog.espol.edu.ec/diealsan/mi-quinto-video/>
- Zamudio-Flores, P. B., Bello-Pérez, L. A., Vargas-Torres, A., Hernández-Uribe, J. P., & Romero-Bastida, C. A. (2007). Caracterización parcial de películas preparadas con almidón oxidado de plátano. *Agrociencia*, 41(8), 837-844.
- Zuñiga, A. M. B. (1993). Efecto de diferentes niveles de cáscara de banano sobre la degradabilidad de los forrajes tropicales (Doctoral dissertation, Tesis Ing. Agr. Zoot. San José, CR, UCR. 37p).