

Aprovechamiento del Endocarpio del Plátano Verde (*Musa Paradisiaca*) para la Obtención de papel Ecológico.

Jimena Carolina Taco Rivera¹

jimenataco@tsachila.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2700-2351>

Instituto Superior Tecnológico Tsachila
Ecuador

María del Pilar Quiñonez Alvarado

mariaquinonez@tsachila.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1672-0104>

Instituto Superior Tecnológico Tsachila
Ecuador

Wilson Vladimir Chicaiza Morales

wilsonchicaiza@tsachila.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3611-4742>

Instituto Superior Tecnológico Tsachila
Ecuador

Pincay Aguirre Guisella Elizabeth

guisellapincay@tsachila.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8755-8194>

Instituto Superior Tecnológico Tsachila
Ecuador

Janena Alexandra Arellano Huerta

janenaarellano@tsachila.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2726-0673>

Instituto Superior Tecnológico Tsachila
Ecuador

RESUMEN

El propósito es obtener papel ecológico a partir del endocarpio del plátano verde (*Musa paradisiaca*) como una alternativa para reducir el impacto ambiental. Se aplicó un diseño experimental A x B (3x3) donde el factor A representó el porcentaje de celulosa al 10%, 20% y 30% y el factor B la celulosa de papel reciclable al 10%, 20% y 30%, comprendiendo 9 tratamientos con 3 repeticiones y un total de 27 unidades experimentales. Como materia prima se utilizó el endocarpio de plátano verde seleccionada la cuál presentó una humedad de 86,50%, densidad de 0,93 g/cm³ y un porcentaje de celulosa de 24,25. Para elaborar la pulpa se utilizó el método de pulpeo semi químico, esta pulpa se dispuso en 27 bastidores y se secó al ambiente por 2 días y como resultado se obtuvo 27 láminas de 12 cm por 4 cm. Se analizó experimentalmente las propiedades físicas de las 27 muestras de papel obtenido, se midió gramaje, humedad y espesor y se comparó con las normas TAPPI T respectivas (410,411 y 412). Estos datos se evaluaron estadísticamente mediante una prueba de Tukey con 95% de confianza en InfoStat. De acuerdo a los resultados presentados en esta investigación se determina que el endocarpio de verde empleado no es apta para producir papel de calidad de acuerdo a las normativas internacionales

Palabras clave: Cáscara de plátano verde, gramaje, humedad, espesor, celulosa, papel ecológico.

¹ Autor principal

APROVECHAMIENTO DEL ENDOCARPIO DEL PLÁTANO VERDE (*Musa paradisiaca*) PARA LA OBTENCIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO

ABSTRACT

The purpose is to obtain ecological paper from the endocarp of the green banana (*Musa paradisiaca*) as an alternative to reduce the environmental impact. An experimental design A x B (3x3) was applied where factor A represented the percentage of cellulose at 10%, 20% and 30% and factor B the recyclable paper cellulose at 10%, 20% and 30%, comprising 9 treatments with 3 replicates and a total of 27 experimental units. As raw material, the selected green plantain endocarp was used, which presented a humidity of 86.50%, a density of 0.93 g/cm³ and a percentage of cellulose of 24.25. To make the pulp, the semi-chemical pulping method was used, this pulp was arranged in 27 racks and dried in the environment for 2 days and as a result, 27 sheets of 12 cm by 4 cm were obtained. The physical properties of the 27 paper samples obtained were experimentally analyzed, grammage, moisture and thickness were measured and compared with the respective TAPPI T standards (410, 411 and 412). These data were statistically evaluated using a Tukey test with 95% confidence in InfoStat. According to the results presented in this investigation, it is determined that the green peel used is not suitable for producing quality paper according to international regulations.

Keywords: Green banana peel, grammage, humidity, thickness, cellulose, ecological paper.

Artículo recibido 25 de marzo 2023

Aceptado para publicación: 25 abril 2023

INTRODUCCIÓN

La industria del papel es una de las más grandes a nivel mundial, sin embargo, es una de las que mayor deforestación y contaminación provoca a nuestro planeta, debido a la gran cantidad de desechos que producen como subproductos de sus actividades. La producción de papel y cartón acompaña el desarrollo de la economía nacional y el sector ha experimentado cambios significativos en las últimas décadas, según la posición del banco central ecuatoriano en las cuentas nacionales. Si bien es una industria muy demandante de productos en la economía ecuatoriana, enfrenta algunos desafíos y esto repercute en su crecimiento (Jaramillo & Argüello, 2020).

La inestabilidad de los ecosistemas del país en el mundo se ha presentado mientras se han desarrollado las normas y leyes que garantizan una mejor gestión ambiental, sin embargo, el desarrollo no ha disminuido. Es por esto que el siguiente trabajo se basó en poder fabricar papel a base de desechos del endocarpio del plátano verde (*Musa paradisiaca*), tratando de facilitar la implementación de un proceso diferente y más eficiente al momento de elaborar este producto, se pretende proteger el medio ambiente evitando la tala de árboles, lo que reduce principalmente la disponibilidad y persistencia del ecosistema, sino también para generar empleos y promover la creación de una nueva microindustria con un horizonte, por lo que se tratará de buscar una nueva alternativa para la obtención de papel que no produzca residuos que contaminen el medio ambiente y permita promover la creación de nuevos sectores de mercado.

METODOLOGÍA

La presente investigación es de carácter cualitativa, dado que no se queda en el diagnóstico facultativo de la problemática detectada, sino que pretende plantear una serie de alternativas que tiendan a solucionar el problema detectado, como es precisamente la temática que nos ocupa, Aprovechamiento del endocarpio del plátano verde (*Musa paradisiaca*) para la obtención de papel ecológico, que se desarrolló mediante la descripción de los resultados obtenidos de los análisis físicos y químicos. Se aplicará un diseño experimental con arreglo factorial AXB (3x3); en donde se obtiene 9 tratamientos y 3 repeticiones dando un total de 27 unidades experimentales.

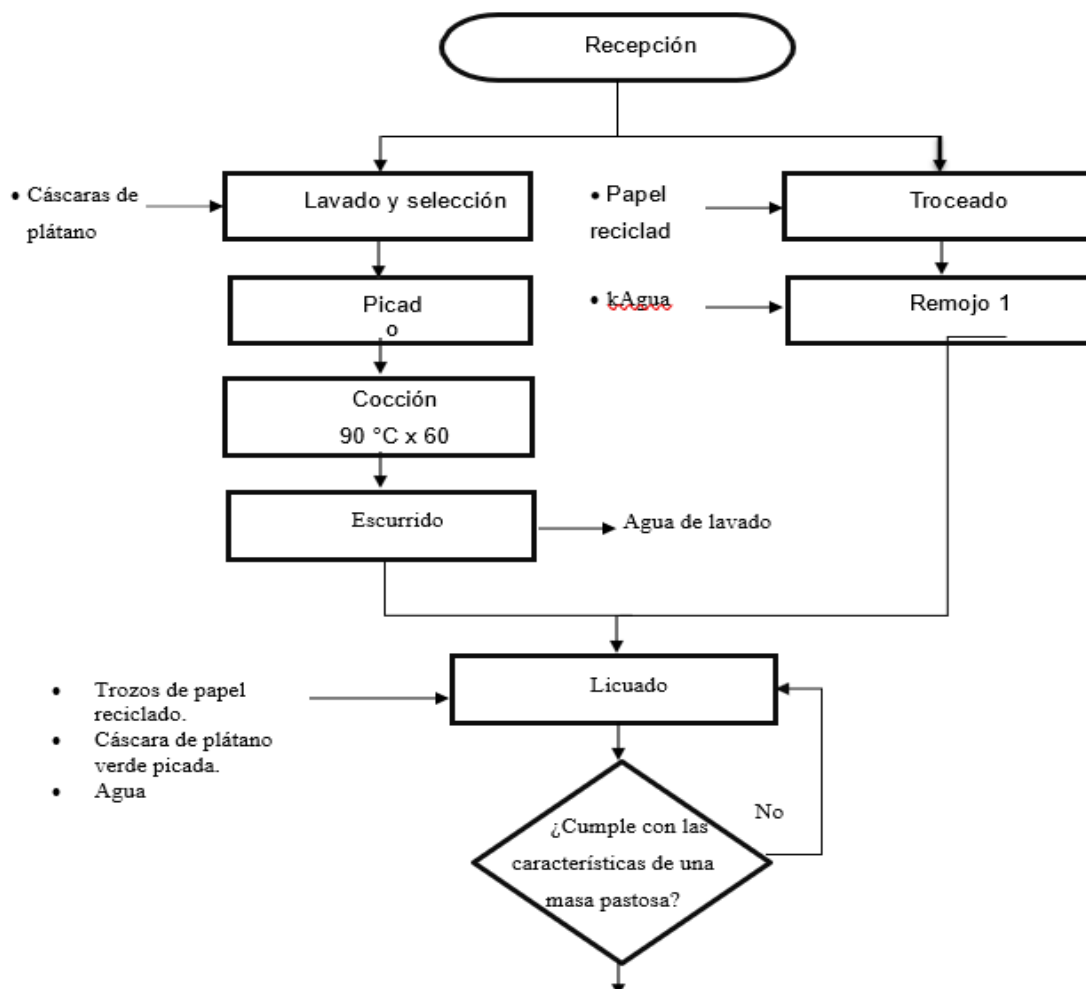
Tabla 1. Descripción de factores y niveles para el diseño experimental

Factores	
A	B
Porcentaje de celulosa	Porcentaje de papel reciclado
Niveles	
A1 10%	B1 10%
A2 20%	B2 20%
A3 30%	B3 30%

Elaborado por: Taco J, (2023).

Hay diversas especies de plátano verde (*Musa paradisiaca*), entre ellas encontramos el de origen dominicano llamado generalmente “dominicano” que es el que se exporta en Ecuador, su tamaño es de 30 cm a 50 cm, y de color verde (Castro, 2008). Por lo tanto, según Andy, (2020), la cáscara del plátano verde (*Musa paradisiaca*), tiene en su composición: humedad 81,53% y celulosa el 63,66%.

Diagrama de flujo para la elaboración de papel ecológico



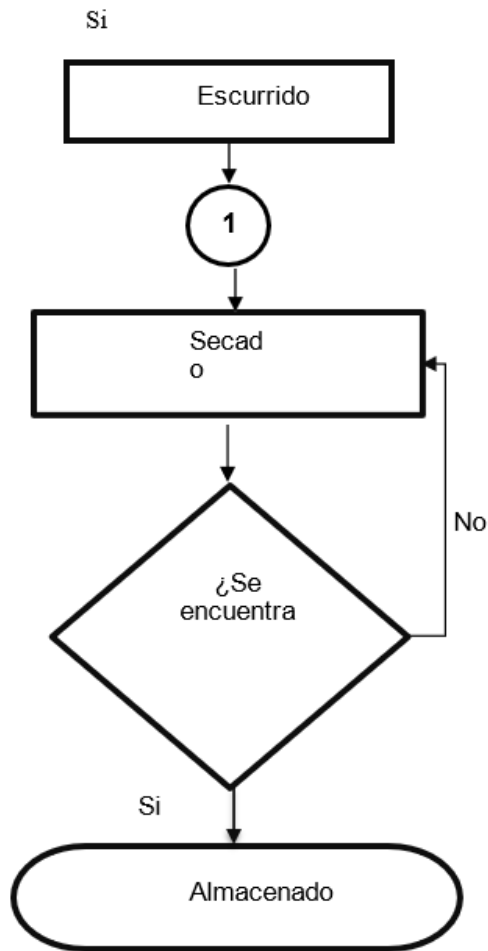


Figura 1 Diagrama de flujo de elaboración de papel ecológico

Elaborado por: Taco J,(2023)

- Recepción

En este proceso se obtuvo el endocarpio del plátano verde (*Musa paradisiaca*) en la provincia de Santo Domingo, donde se verificó las condiciones óptimas de la cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*).

- Lavado y selección

EL endocarpio de plátano verde (*Musa paradisiaca*) se sometieron a un lavado con abundante agua, cuya función es eliminar cualquier residuo adherida a la cáscara y se seleccionó dependiendo su maduración.

- Picado

Se procedió a cortar las cáscaras de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en un rango de 3 a 5 cm para un mejor manejo durante el proceso.

- Cocción

En el proceso de cocción se colocó en una olla 400 g de agua, 200 g las cáscaras de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y 10 ml de hidróxido de sodios, a una temperatura de 90°C, durante 60 minutos.

- Troceado

El papel reciclado se troceó en tiras pequeñas de 5 cm y se las colocó en un recipiente.

- Remojo 1

Una vez que el papel reciclado este troceado se colocó agua en el recipiente durante 3 minutos.

- Licuado

Las cáscaras de plátano verde (*Musa paradisiaca*) picadas se colocaron en la licuadora junto con el papel reciclado remojado y se licuo hasta tener una masa homogénea o pastosa.

- Ecurrido

Se coloca en el bastidor la mezcla obtenida hasta que se esparza uniformemente, luego se levanta y se deja secar.

- Secado

Se dejo secar al ambiente con los bastidores las hojas de papel ecológico obtenido, por un periodo de 2 días.

Descripción de análisis

a. Análisis físicos y químicos

Los análisis físicos y químicos del papel son:

Densidad: La norma ISO 534:2011, papel y cartón, indica que la densidad del papel se calculará dividiendo el gramaje del papel sobre el grosor de papel (g/cm³)

$$\text{Densidad} = \frac{\text{gramaje}}{\text{grosor}}$$

Lignina: La determinación de lignina se realizará por medio del método de análisis AOAC973.18.

- Se pesará 1 g de la muestra en un matraz de Erlenmeyer.
- Se agregará 15 ml de H_2SO_4 al 72% y agitar durante 2 horas.

- Luego, se transferirá la sustancia a un balón de 250 ml con 125 ml de agua destilada, y colocar a reflujo por un periodo de 4 horas.
- Se filtrará y lavará el residuo con agua caliente.
- Se procederá a secar la muestra a 105 °C por 3 horas.
- Se pesará la muestra final y se determinará la lignina de la siguiente manera:

$$\% \text{ Lignina} = \frac{M_f}{M_i} \times 100$$

Donde;

M_f = Masa de la muestra secada (g)

M_i = Masa de la muestra seca (g)

Celulosa: La determinación de celulosa se hará mediante la Norma ANSI/ASTM D1103-60.

- Se pesará 1 g de la muestra en un vaso de precipitación de 100 ml.
- Se adicionará 10 ml de NaOH al 17,5 % p/v, se realizará dos agitaciones, la primera reposará 2 minutos y la segunda 3 minutos.
- Se repetirá el último paso ya que se agregará 5 ml de NaOH al 17,5 %, se agitará y también reposará por 5 minutos,
- Se procederá a realizar un baño maría a temperatura de 20°C por 30 minutos, se agregará con agitación 30 ml de agua destilada asimismo se dejará en reposo 1 hora.
- Se filtrará al vacío usando papel filtro que deberá estar pesado, lavado con 33 ml de agua destilada y 25 ml de NaOH al 17,5 %, durante la filtración se realizarán lavados con 30 ml de agua destilada, de ahí se agregará 15 ml de CH_3COOH AL 10% por un tiempo de 3 minutos
- Luego, se aplicará al vacío y se agregará 50 ml de agua destilada.

- Para finalizar, la muestra se llevará a una estufa a temperatura de 80°C por 4 horas, después se transferirá a un desecador y se determinará con la siguiente formula:

$$\%celulosa = \frac{b(P_m - P_l) \times P_{Le}}{P_{m.t}}$$

Donde:

P_m = *Peso de la muestra (g)*

P_l = *peso de lignina obtenida (g)*

$P_{L.e}$ = *Peso de la muestra libre de extraíbles (g)*

$P_{m.t}$ = *Peso de la muestra antes de la extracción de extraíbles (g)*

a. Análisis de calidad del papel

Humedad: Para la medida de humedad se utilizará la Norma TAPPIT 412, para determinar el porcentaje de humedad se usará un horno eléctrico, desecador y una báscula. Se realizará el siguiente procedimiento para la medida de humedad: se cortará las muestras en partes iguales y se pesará en la báscula, después, la muestra se introducirá a una estufa a 105 °C por 2 horas para liberar humedad, luego se dejará en el desecador por 30 minutos y finalmente se calculará el porcentaje de humedad por medio de la fórmula de la Norma TAPPIT 412.

$$\% Humedad = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100$$

w_1 = *Peso inicial del espécimen (g)*

w_2 = *Peso libre de humedad (g)*

Espesor: Se determinará el espesor del papel mediante la Norma TAPPI T 411, y se usará un micrómetro eléctrico. Para la determinación del espesor se procederá a cortar ocho pedazos de igual tamaño como indica la Tabla 4 y se tomará los datos del espesor que nos dará valores tanto mínimos y máximos.

Gramaje: Se utilizará la Norma TAPPI T 410 para el desarrollo de la toma con una balanza analítica. En el proceso del gramaje se verificará que la balanza analítica este nivelada, lo cual, la muestra deberá estar en el centro del platillo. Posteriormente, la muestra deberá estar dividida en partes iguales y se obtendrá el resultado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{peso} \times 100 = \text{gramaje } g/m^2$$

Tabla 2 Análisis físicos químicos de las cáscaras de plátano verde

Normas	Características	Unidades	Mínimo	Máximo
TAPPI T 410	Gramaje	g/m^2	70	119
TAPPI T 411	Espesor	Mm	0,75	0.99
TAPPI T 412	Humedad	%	6	10

Fuente: Chang & Heredia, (2019)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el manejo de la calidad de la hoja que se realizó a base de cáscara de plátano verde se debe tener mucho cuidado y a su vez hacer el respectivo control, ya que es un producto muy frágil y susceptible a daños, de no tomar en cuentas las recomendaciones necesarias se pueden producir pérdidas de un alto costo económico.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las variables dependientes de estudio en la presente investigación:

Análisis fisicoquímicos

Tabla 3 Análisis físicos químicos de las cáscaras de plátano verde

Humedad	Densidad	Celulosa
d	d	a
%	g/cm^3	%
86,50	0,930	24,25

Elaborado por: Agrolab (2023)

En la tabla 3 se muestra los análisis físico químicos del endocarpio del plátano verde (*Musa paradisiaca*), se obtiene los siguientes resultados, en base a humedad es 86,50%, densidad de 0,930 g/cm^3 y celulosa de 24,25%. De acuerdo con Alvarado & Palmiro (2020), los datos son aceptables a la investigación debido que el plátano macho o plátano verde (*Musa paradisiaca*) contiene el 25 % de celulosa en su composición.

Análisis del contenido de espesor.

En la tabla de comparaciones de media de la varianza, es fácil observar que existe unas diferencias estadísticas en el modelo. De los papeles elaborados artesanalmente.

Tabla 4 Comparaciones de medias según Tukey del Espesor

% celulosa	% papel	Media s	N	E.E.	Categorí a
10	30	0,33	3	0,01	A
10	20	0,2	3	0,01	B
10	10	0,1	3	0,01	C
30	10	0,1	3	0,01	C
30	20	0,1	3	0,01	C
30	30	0,1	3	0,01	C
20	20	0,1	3	0,01	C
20	30	0,1	3	0,01	C
20	10	0,01	3	0,01	D

Elaborado por: InfoStat, Taco, (2023)

De acuerdo a los resultados que se observan en la tabla 4, se puede concluir que, si existe una relación la cual es indirectamente proporcional en el espesor, pues al momento del proceso no se tuvo un molde idóneo al elaborar los productos con distintos tratamientos, además esto indica que al tener un porcentaje superior de celulosa de almidón se obtiene mejor espesor, observándose diferencias significativas entre tratamientos.

Discusión:

En función al análisis de espesor del papel ecológico, indica la Norma TAPPI T 411 que el espesor permitido o idóneo deben estar entre los rangos de 0,75 a 0,99mm de espesor, y de acuerdo a nuestros resultados el tratamiento con mayor espesor es el T1: (30% de celulosa y 20% de papel) con el 0,33mm, resumiendo que no existe comparación debido a su resultado bajo, lo cual se dispone que ningún tratamiento logro llegar a los parámetros establecidos por la norma. Andy (2020) en su investigación nos muestra que el espesor no varió en los diferentes métodos utilizados con la cáscara de plátano y tallo de maíz. Sin embargo, el papel elaborado se asemeja a las características de un papel kraft forro regular cuyo espesor es de 0,05 a 0,2 mm (Norma INEN 1428, 1987).

Análisis del contenido de gramaje

En la tabla 5, de análisis de la varianza, se puede observar diferencias estadísticas desde significativas a altamente significativa $p < 0,05$, esto se debe a la variación de gramaje

endocarpio de plátano verde.

Tabla 5. Comparaciones de medias según Tukey del Gramaje

Porcentaje de celulosa	Porcentaje de papel	Medias	N	E.E.	Categoría
10	30	131,91	3	5,78	A
10	20	66,09	3	5,78	B
30	30	63,54	3	5,78	B
20	30	62,07	3	5,78	B
20	20	57,64	3	5,78	B
30	10	55,27	3	5,78	B
20	10	47,65	3	5,78	B
30	20	43,62	3	5,78	B
10	10	37,80	3	5,78	B

Elaborado por: InfoStat, Taco, (2023)

En la tabla 5, se puede observar el gramaje que presento cada uno de los tratamientos para la obtención de papel ecológico

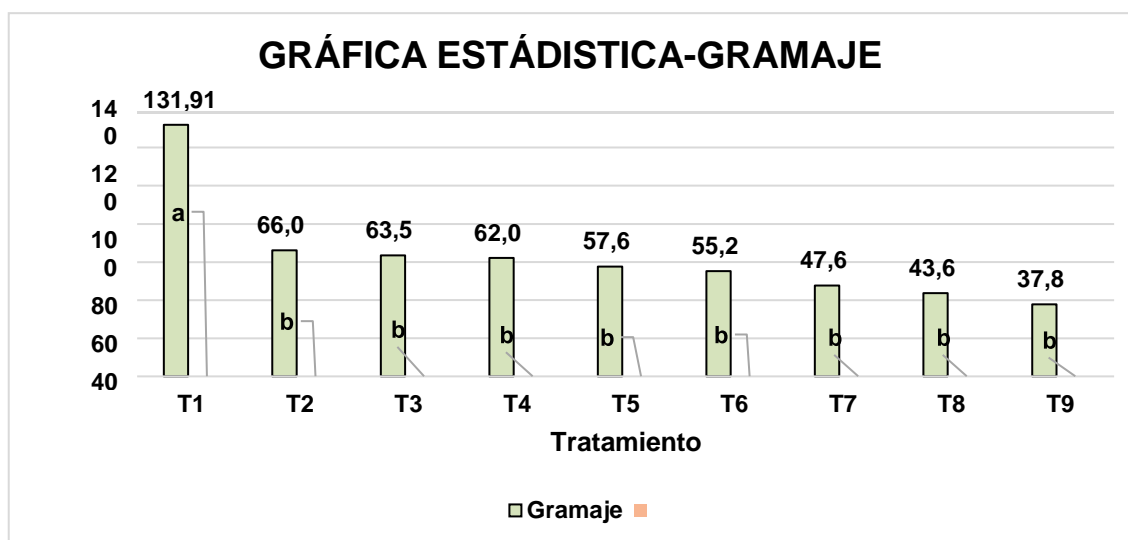


Figura 2 Características del Gramaje

Elaborado: InfoStat, Taco (2023)

Discusión

De acuerdo a las Normas TAPPI T 410 de gramaje, indica que un papel debe tener mínimo de 70 a 119 g/m², según se puede observar en la tabla 5 el único tratamiento que se acerca a la norma es el tratamiento T2 (10% celulosa y 20% papel) con 66,09 g/m², es decir que el resto de tratamiento se

encuentran por debajo de los parámetros establecidos, lo que al contrario el T1 con 131,91 g/m², el cual se pasa de lo máximo permitido en la norma. Al contrario, en la Norma INEN 1428 (1987), se puede considerar que es un papel Kraft forro regular debido que los requisitos de gramaje son de 40 a 337 g/m²

Análisis del contenido de Humedad

En la tabla 11, de análisis de la varianza, se puede observar diferencias estadísticas desde significativas a altamente significativa $p < 0,05$, de acuerdo a su contenido de humedad que varía.

Tabla 6. Comparaciones de medias según Tukey del Gramaje

Porcentaje de celulosa	Porcentaje de papel	Medias	n	E.E.	Categoría	
30	10	14,68	3	0,94	a	
10	30	11,57	3	0,94	a	B
20	20	10,37	3	0,94	a	b
30	20	9,5	3	0,94		b
20	10	9,47	3	0,94		b
10	20	9,18	3	0,94		b
30	30	8,15	3	0,94		b
10	10	7,57	3	0,94		b
20	30	7,46	3	0,94		b

Elaborado por: InfoStat, Taco, (2020)

En la tabla 6, se puede observar la humedad que presentaron cada uno de los tratamientos, la razón por el cual se analiza este parámetro es para determinar cuál fue el mejor tratamiento en el proceso de elaboración de papel ecológico.

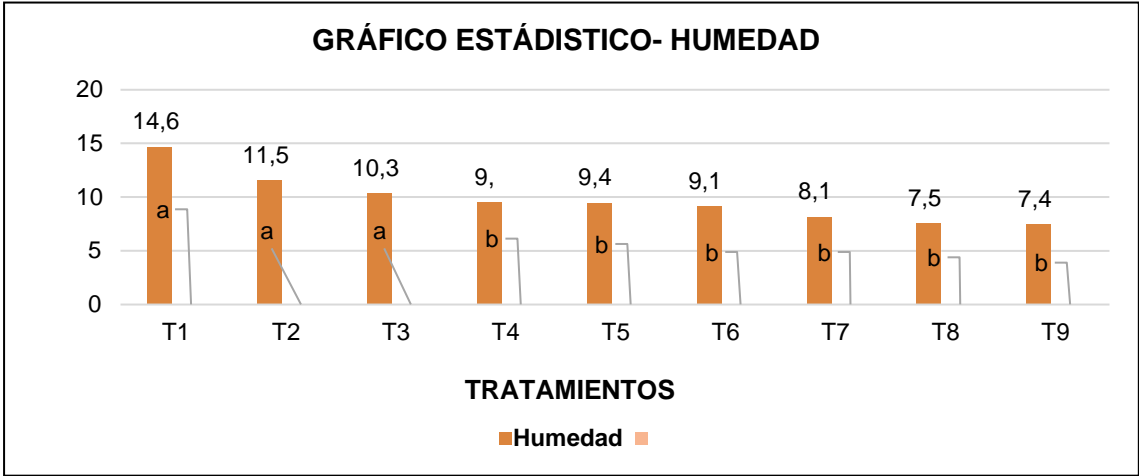


Figura 3 Características de Humedad

Elaborado: InfoStat, Taco, (2023)

Discusión

En el figura 3, se puede observar el porcentaje de humedad de los diferentes tratamientos obtenidos, encontrándose en un rango desde 7,46 como el tratamiento T9; (20% celulosa y 30% de papel) con menor humedad, así mismo se puede visualizar que existen variaciones de los tratamientos reflejando que el porcentaje de celulosa al ser mayor que el porcentaje de papel, representa mayor humedad por tanto el tratamiento T1; (30% celulosa y 10% de papel) con el 14,68, pero, la Norma INEN 1428 describe que la humedad permitida va de 5 hasta 8,5 %, dando como resultado que desde el T7 al T9 está dentro de la norma (Norma INEN 1428, 1987).

CONCLUSIONES

La producción de plátano verde en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas es de 62 toneladas, lo cual las 7,5 toneladas se producen de desperdicio, además, se determinó las propiedades físicas y químicas de las cáscaras de plátano verde, como celulosa al 24%, humedad de 86,50% y densidad de 0,930 g/m³, dando como resultado que no se puede utilizar como materia prima la cáscara de plátano verde según la Norma TAPPI T.

Se seleccionó la mezcla adecuada de celulosa, agua, papel reciclado para la elaboración de papel ecológico a base de cáscaras de plátano verde (*Musa paradisiaca*) debido a que existen variaciones de los tratamientos realizados debido que a mayor porcentaje de celulosa mayor humedad.

A través del análisis estadístico se evaluó las propiedades de calidad del papel ecológico, lo cual se consideró que ningún tratamiento cumple con los 3 parámetros establecidos por la Norma TAPPI T, algunos tratamientos como T9 (30% celulosa y 30% papel) que se encuentra dentro del rango de 7,46 humedad según la norma TAPPI T lo cual no cumple con el resto de propiedades de espesor y gramaje. Sin embargo, podemos considerar que los mejores tratamientos son el T7 (30% celulosa y 10% papel) y T8 (30% celulosa y 20% papel) según la Norma INEN 1428.

LISTA DE REFERENCIAS

Alvarado, J., & Palmiro, E. (2020). Obtención de carboximetilcelulosa sódico a partir de la cáscara de plátano (*Musa AAB*) variedad dominico (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil.

- Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51082/1/BINGQ-IQ-20P28.pdf>
- Anchundia, K., Santacruz, S., & Coloma, J. (2016, septiembre 5). Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*). *Revista Chilena de Nutrición*, 43(4), 394. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v43n4/art09.pdf>
- Andy, L. (2020). Elaboración de papel artesanal a base de los residuos vegetales de los tallos de maíz (*Zea Mays L*) y cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca L*) utilizando los métodos químicos de Jayme-Wise, Kurshner y Hoffner (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6567/1/Elaboraci%C3%B3n%20del%20papel%20artesanal%20a%20base%20de%20los%20residuos%20vegetales%20de%20los%20tallos%20de%20ma%C3%ADz%20y%20c%C3%A1scaras%20de%20pl%C3%A1tano%20utilizando%20los%20m%C3%A9todos%20q>
- Baéz, Y., Benites, J., Beteta, R., Olivos, C., Condori, E., & Taquia, T. (2018). Obtención de papel a base de cáscara de plátano. Universidad Nacional de Callao. Recuperado de https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/002/805/2805675.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=7PKKQ3DUV8RG19BL%2F20220722%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220722T030456Z&X-Amz-SignedHeaders=h
- Castro, D. (2008). El almidón modificado de plátano (*musa paradisíaca*) como una alternativa en la industria cárnica (Tesis de pregrado). Universidad de Azuay, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7662/1/06649.pdf>
- Chang, G., & Heredia, H. (2019). Evaluación de la influencia de la taralla de maíz (*Zea mays*) en la obtención de papel ecológico (Proyecto de investigación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Manabí, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1213/TTMA80.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Encarnación, S. (2017). Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca (Tesis de pregrado). Universidad

- Zamorano. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/bd9f3e6d-7003-4a00-8f5e-bf1f49f9eb7d/content>
- Expreso.ec. (2022, julio 4). Fresh Plaza. Recuperado de <https://www.freshplaza.es/article/9441567/la-produccion-de-platano-verde-retrocede-un-50-en-ecuador-en-el-primer-semester-del-ano/#:~:text=Se%20estima%20que%20en%20Ecuador,de%20Colombia%20y%20Rep%C3%BAblica%20Dominicana.>
- García, L., Armijos, C., Aguilar, S., López, C., Ramírez, J., & Pogo, E. (2021). Estudio de especies no leñosas de la provincia de Loja (Ecuador) como potenciales materias primas para la fabricación de papel artesanal. Ingeniería, Investigación y Tecnología. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432021000200003&lang=es
- Guerrero, Y. (2021). Extracción de la celulosa a partir de los resultados de pasto común (Festuca arundinacea) para la elaboración de acetato de celulosa (Trabajo Experimental). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21590/1/UPS-CT009493.pdf>
- Haro, A., Borja, A., & Triviño, S. (2017, mayo 2). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. Dominio de las Ciencias, 3(2), 520-522. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6325873.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2022). Gobierno del encuentro. Recuperado de <https://www.iniap.gob.ec/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Jaramillo, E., & Argüello, A. (2020, febrero 11). Ecuador, líder en la producción de banano. Ekos. Recuperado de <https://www.ekosnegocios.com/articulo/ecuador-lider-en-la-produccion-de-banano>
- Lalanqui, M., Izquierdo, P., Rueda, M., & Armijos, A. (2020). El sector bananero y la responsabilidad social en la provincia de El Oro. Investigación, 1(6), 41-47. Recuperado de <https://investigacion.>