

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
**E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PARA TITULACIÓN PROFESIONAL EN LA  
ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
VERSIÓN XXII 2022**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



**“APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DEL PINZOTE DE PLÁTANO  
PARA LA ELABORACIÓN DE CARTÓN”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADO POR:**

Br. CHRISTIAN JORDY GALVEZ ZAPATA  
Br. JUNIOR MANUEL GALVEZ ZAPATA

**ASESOR:**

MSc. CORINA SANDOVAL MORALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

AGROINDUSTRIA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

**SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

TRANSFORMACION DE PRODUCTOS AGRICOLAS

**PIURA, PERÚ**  
**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PARA TITULACIÓN PROFESIONAL EN LA ESPECIALIDAD  
DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS VERSIÓN XXII 2022**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



**“APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DEL PINZOTE DE PLÁTANO PARA  
LA ELABORACIÓN DE CARTÓN”**

**PRESENTADO POR:**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Christian Galvez Zapata".

---

**Br. CHRISTIAN JORDY GALVEZ ZAPATA  
TESISTA**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Junior Manuel Galvez Zapata".

---

**Br. JUNIOR MANUEL GALVEZ ZAPATA  
TESISTA**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Corina Sandoval Morales".

---

**MSc. CORINA SANDOVAL MORALES  
ASESOR**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo: **CHRISTIAN JORDY GALVEZ ZAPATA**, identificado con CU/DNI N°**75743022**, Bachiller de Escuela Profesional de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** de la Facultad de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** y domiciliado en **Jr. INDEPENDENCIA** del Distrito **SULLANA** Provincia **SULLANA** Departamento **PIURA** Celular **952458247** Email: **cristhian\_30\_1997@hotmail.com**

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que la investigación que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor. En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 13 de Julio del 2022



---

**CHRISTIAN JORDY GALVEZ ZAPATA**  
DNI N° 75743022

**Artículo 411.-** El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

**Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/C**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo: **JUNIOR MARTIN GALVEZ ZAPATA** identificado con CU/DNI –N.º **76187910**, Bachiller de Escuela Profesional de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** de la Facultad de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** y domiciliado en **Jr. INDEPENDENCIA** del Distrito **SULLANA** Provincia **SULLANA** Departamento **PIURA** Celular **920023457** Email: **jgalvez110295@gmail.com**

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCIN), es original, no siendo copia parcial ni total de un trabajo de investigación desarrollado, y/o realizado en el Perú o en el Extranjero, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N.º 411, del código Penal concordante con el Art. 32º de la Ley N.º 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura 13 de julio del 2022



**JUNIOR MANUEL GALVEZ ZAPATA**  
**DNI:761879910**

**Artículo 411.-** El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

**Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/C**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E**  
**INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**“APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DEL PINZOTE DEL PLATANO PARA  
LA ELABORACIÓN DE CARTÓN”**

**JURADO:**

\_\_\_\_\_  
MSc. CARMEN ZULEMA QUITO RODRIGUEZ  
**MIEMBRO DEL JURADO CALIFICADOR**

\_\_\_\_\_  
Dra. CARMEN LUCILA INFANTE SAAVEDRA  
**MIEMBRO DEL JURADO CALIFICADOR**

\_\_\_\_\_  
ING. VICTOR ENRIQUE ANTON ANTON  
**MIEMBRO DEL JURADO CALIFICADOR**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
PROGRAMA DE ACTUALIZACION PROFESIONAL  
PATPRO EN INGENIERIA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
VERSION XXII - 2022

## ACTA DE EVALUACION DEL INFORME DE INVESTIGACION

Los Miembros del Jurado Calificador del Informe de Investigación denominado **“APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DEL PINZOTE DE PLÁTANO PARA LA ELABORACIÓN DE CARTON”** presentado por los bachilleres: **Gálvez Zapata Christian Jordy** y **Gálvez Zapata Junior Martin**; participantes del Programa de Actualización para Titulación Profesional en la Especialidad de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias Versión XXII 2022; asesorado por el MSc. **Corina Sandoval Morales**. Revisado y absueltas las observaciones formuladas por el Jurado Calificador los declaran:

### APROBADO

Con la nota: ...14....

- |  |           |
|--|-----------|
| • <b>GÁLVEZ ZAPATA CHRISTIAN JORDY</b> | ...14.... |
| • <b>GÁLVEZ ZAPATA JUNIOR MARTIN</b>   | ...14.... |



Piura, 23 de julio del 2022

.....  
*[Signature]*  
Mg. Carmen Zuléma Quito Rodríguez  
Miembro del Jurado

.....  
*[Signature]*  
Dra. Carmen Lucila Infante Saavedra  
Miembro del Jurado

.....  
*[Signature]*  
Ing. Victor Enrique Antón Antón  
Miembro del Jurado

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo esta dedicado a Dios por hacer posible alcanzar nuestras metas.

A mis padres por brindarnos su apoyo en todo momento, por hacer de nosotros unas personas de bien con buenos valores que nos permiten salir adelante.

A nuestra familia que siempre confió en nosotros y nos alentaron cada momento a continuar hasta lograr nuestro sueño.

A nuestros profesores por brindarnos sus conocimientos y a nuestro asesor que sin su apoyo no hubiera sido posible alcanzar nuestras metas.

## **AGRADECIMIENTO**

Estamos agradecidos con nuestros padres, que nos han ayudado en nuestra carrera profesional, apoyándonos en todo momento y viviendo con inmensa alegría los mejores logros que hemos obtenido en nuestra carrera universitaria.

Es una etapa muy importante seguir estudiando, ir creciendo profesionalmente alcanzando muchas metas planteadas, cada vez dando lo mejor en nuestra trayectoria académica y profesional.

Así mismo nuestro agradecimiento a los docentes que nos brindaron todo su apoyo y soporte en nuestros estudios universitarios.



## INDICE

RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.1. Descripción realidad problemática .....	2
1.2. Justificación .....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes .....	5
2.2. Marco referencial.....	6
2.2.1. Origen del producto .....	6
2.2.2. Morfología y taxonomía .....	6
2.2.3. Características del Pinzote de Plátano .....	8
2.2.4. Composición Química del Pinzote de Plátano.....	8
2.3. Aprovechamiento del pinzote .....	9
2.4. Fibras.....	10
2.5. Características del cartón .....	11
2.6. Glosario de términos básicos .....	12
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	13
3.1. Diseño .....	13
3.2. Sujetos de investigación.....	13
3.3. Métodos y procedimientos.....	14
3.3.1. Proceso de elaboración del cartón.....	14
3.3.2. Diagrama de operaciones de la elaboración de cartón.....	16
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	17
4.1. Resultados .....	17
4.2 Características Del Cartón .....	18
4.3. Pinzote generado por la cosecha del plátano .....	19
4.4. Discusiones .....	20
CONCLUSIONES .....	22
RECOMENDACIONES.....	23
Bibliografía .....	24

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes Del Pinzote-----	10
Tabla 2: Determinación De La Humedad Del Pinzote Del Plátano-----	20
Tabla 3: Determinación De Peso Seco-----	20
Tabla 4: Determinación De Rendimiento-----	21
Tabla 5: Determinación de humedad del cartón a base del pinzote del plátano-----	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.01 Ubicación De La Zona De Muestra-----	17
Fig.02: Descarte De Pinzote-----	22

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 01: Sitio De Muestreo-----	24
Anexos 02: Preparación De La Muestra-----	24
Anexo 03: Obtención De La Pulpa-----	25
Anexo 04: Refinado-----	25
Anexo 05: Moldeado Y Secado-----	26
Anexo 06: Producto Final-----	26

## **RESUMEN**

Piura es una región de producción de plátano a nivel nacional donde la producción se localiza en la zona norte del país, en las regiones de Tumbes, Piura y Lambayeque, donde existen 5.500 hectáreas certificadas (80% concentradas en Piura). En el campo hay aproximadamente alrededor de 850 plantas por hectárea de las cuales solo se aprovecha el fruto. El pinzote es un residuo que se genera después de la cosecha de plátano como materia prima y puede ser utilizado para la elaboración de cartón que ha sido el estudio de nuestro trabajo y asimismo disminuir la tala de árboles que se realiza para obtener papel y derivados.

La elaboración de cartón a base de pinzote de plátano que se realizó en este trabajo de investigación se empleó una metodología de cocción acuosa a dos diferentes tiempos de cocción de 60 min y 70 min, para evaluar la diferencia en el rendimiento; donde se obtuvo las características como el gramaje de 168 gr y 175gr, plenitud, rigidez y humedad de 8.45% y 7.9 % obtenidas del pinzote de plátano; por lo que podemos concluir de los resultados obtenidos que están dentro de los parámetros para ser considerado cartón.

**Palabras clave:** cartón, rendimiento, pinzote, cocción acuosa, gramaje.

## **ABSTRACT**

Piura is a region of banana production at the national level where production is located in the north of the country, in the regions of Tumbes, Piura and Lambayeque, where there are 5,500 certified hectares (80% concentrated in Piura). In the field there are approximately 850 plants per hectare of which only the fruit is used. Pinzote is a residue that is generated after the banana harvest as a raw material and can be used to make cardboard, which has been the study of our work, and also reduce the felling of trees that is carried out to obtain paper and derivatives.

The elaboration of cardboard based on plantain pinzote that was carried out in this research work used an aqueous cooking methodology at two different cooking times of 60 min and 70 min, to evaluate the difference in performance; where the characteristics such as the grammage of 168 gr and 175 gr, fullness, rigidity and humidity of 8.45% and 7.9% obtained from the banana pinzote were obtained; so we can conclude from the results obtained that they are within the parameters to be considered cardboard

**Keywords:** cardboard, performance, pinzote, aqueous cooking, grammage.

## INTRODUCCIÓN

El cartón se ha convertido en una de las principales necesidades del mundo, por ser un producto importante en la vida diaria de las personas. En este trabajo de investigación se ha desarrollado la elaboración de cartón a base de pinzote de plátano con la finalidad de reducir la tala de árboles y preservar el medio ambiente.

La producción de papel es una de las actividades industriales con mayor impacto negativo para el medio ambiente. Su proceso de fabricación, distribución y consumo implica la sobreexplotación de recursos naturales que son nocivos para la naturaleza.

El consumo de papel alcanza niveles insostenibles y globalmente está incrementando de manera estable, recientemente ha excedido los 400 millones de toneladas de papel anuales a nivel global. (DocuSign, 2021)

Es por ello, que el objetivo de este trabajo de investigación se centra en el aprovechamiento de este recurso (el pinzote del cultivo de plátano) en la producción de pulpa de cartón.

# **CAPITULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

## **1.1. Descripción realidad problemática**

El plátano orgánico es un producto diferenciado (en relación a los productos convencionales) que se dirige a un nicho específico de mercado. En el Perú, la producción y la exportación de este producto es una actividad reciente. La producción se localiza en la zona norte del país, en las regiones de Tumbes, Piura y Lambayeque, donde existen 5.500 hectáreas certificadas (80% concentradas en Piura). La principal zona de agro exportación de plátano orgánico en Piura se ha desarrollado en el valle del Chira, en cuanto al nivel de desarrollo Sullana ocupa el puesto 46 de las 195 provincias peruanas, haciendo un análisis a nivel distrital. Sullana es la segunda ciudad más importante de la región Piura y aunque goza de un importante movimiento comercial e industrial, su principal actividad es la agrícola. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (s.f))

La elaboración de productos como el cartón y sus derivados a la larga puede ocasionar problemas ambientales debido a la deforestación de árboles para la elaboración de papel o cartón, los desechos orgánicos del plátano poseen altos contenidos de celulosa para ser transformada en papel o láminas de cartón utilizado en la fabricación de empaques en general. El pinzote es una materia prima muy útil para la elaboración de cartón aplicando el método de cocción acuosa, de esta forma ayudamos a disminuir la tala de árboles.

## **1.2. Justificación**

El trabajo de investigación se elaboró con la finalidad de aprovechar el pinzote de plátano, que sería una materia prima de bajo costo, siendo un recurso de fácil obtención; así como el proceso mismo para elaborar cartón presentando buenas características para su uso.

Este trabajo de investigación demuestra una importancia en el aprovechamiento de residuos no maderables como es el pinzote de plátano un recurso abundante que se descarta, y al darle un valor agregado en la obtención de cartón, beneficiaría a los agricultores así como también a la industria papelera.

Finalmente, este trabajo de investigación se demuestra la importancia que contribuye al desarrollo ambiental, utilizando un recurso que es descartado, también contribuye en plantear una opción para evitar la deforestación de bosques y contribuir con ello a la recuperación del equilibrio medio ambiental.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Aprovechar los residuos a partir del pinzote del plátano para obtener cartón.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la cantidad de pinzote generado por la cosecha del plátano, aprovechándolo para la elaboración de cartón.
- Determinar los métodos para obtener cartón del pinzote del plátano.
- Determinar las características del cartón a partir del del pinzote de plátano.



## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

En varios países de Latinoamérica como Nicaragua, México, Colombia, Ecuador, Paraguay y Bolivia se han realizado investigaciones sobre el uso de fibras no maderables para la obtención de papel, utilizando métodos artesanales y químicos para su obtención (Lopez, 2011; Calle et al., 2014; Alarcón y Marzocchi, 2015)

El banano contiene fibras celulósicas que pueden ser explotadas, siendo este objeto de estudio para obtener pulpa de papel (Alarcón y Marzocchi, 2015)

(Eskulan, 2011), menciona que “La agricultura es una de las principales fuentes de generación de residuos en el mundo industrializado. La gran mayoría de estos desechos están compuestos principalmente por tallos, raíces, hojas u otras partes de las plantas que generalmente son apartados como inútiles”.

## 2.2. Marco referencial

### 2.2.1. Origen del producto

El plátano tiene su origen en Asia meridional, siendo conocido en el Mediterráneo desde el año 650 d.C. La especie llegó a Canarias en el siglo XV y desde allí fue llevado a América en el año 1516. El cultivo comercial se inicia en Canarias a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. El plátano macho y el bananito son propios del Sudoeste Asiático, su cultivo se ha extendido a muchas regiones de Centroamérica y Sudamérica, así como de África subtropical; constituyendo la base de la alimentación de muchas regiones tropicales. (InfoAgro, (s.f))

### 2.2.2. Morfología y taxonomía

- **Familia:** Musáceas.
- **Nombre científico:** *Musa paradisiaca*
- **Planta:** herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5-7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas.
- **Tallos:** El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo. (InfoAgro, (s.f))

- **Hojas:** muy grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m. de largo y hasta de medio metro de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro. Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento.  
(InfoAgro, (s.f))
- **Flores:** Son amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloide. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el "régimen" de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada "mano", que contiene de 3 a 20 frutos. (InfoAgro, (s.f))
- **Fruto:** Es oblongo; durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, hace que el pedúnculo se doble. Esta reacción determina la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos; siendo de color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, que desarrollan una masa de pulpa comestible sin la polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. (InfoAgro, (s.f))

### 2.2.3. Características del Pinzote de Plátano

El pinzote de plátano está compuesto principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, su composición varía dependiendo del origen del material. (Olsson L. y Hahn-Hiigerdal B., 1996)

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 Angulo, 2001)

### 2.2.4. Composición Química del Pinzote de Plátano

En la tabla 1, se encuentran los componentes que conforman el pinzote de plátano con sus respectivos valores porcentuales, en donde el banano es una de las principales fuentes alimenticias con mayor capacidad nutricional y poder calórico.

Tabla 1. Componentes del pinzote.

<b>Componentes del pinzote del plátano</b>	<b>Unidades</b>
Humedad	95.66%
Fibra	11.95%
Energía Bruta	4592Kcal
Calcio	0.36%
Fósforo	0.23%
Ceniza	14.58%

Fuente: Componentes del pinzote (Moreira Carrión, 2013)

### **2.3. Aprovechamiento del pinzote**

La industria platanera produce una gran cantidad de residuos vegetales, pues de esta planta solamente se aprovecha su fruto. El resto: fundamentalmente el pinzote (parte de la planta que sostiene los plátanos) se deshecha en grandes cantidades en cada recolección. Debido a que el pinzote es una parte de la planta con buena densidad de fibra, es posible utilizarlo como materia prima para la obtención de celulosa con la que fabrican cartón. (Eskulan, 2011)

La producción de cartón a base de desechos agrícolas ha representado una gran oportunidad para los productores debido a que se utiliza materia prima mucho más barata en comparación a la que se deriva de otros sectores, y a su vez se puede aprovechar el incremento en la producción de banano ya que esto genera una mayor cantidad de pinzote. (Eskulan, 2011)

La producción de cartón a base de plátano puede generar los siguientes beneficios:

- Contribuye a la sostenibilidad.
- Permite el aprovechamiento de desechos.
- Permite la utilización de materia prima menos costosa.
- Es un sector con gran potencial para generar empleo.
- Puede hacerse de forma casera con la utilización de maquinarias básicas.

## 2.4. Fibras

Según (Saldívar Chea, 2005), para considerar a una planta como fuente de obtención de fibras para pulpa y papel, dependerá principalmente de la forma de sus células, las cuales almacenan un polímero llamado celulosa en diferentes grados de pureza en sus paredes celulares, siendo este componente la sustancia básica del papel. Las fibras se caracterizan por tener una longitud mucho mayor que su diámetro, además que las propiedades celulósicas le otorgan al papel elasticidad, flexibilidad y resistencia a la tensión requeridas.

Según Pande, H. (1999), la definición científica de fibra no leñosa es la de un material vegetal celulósico, distinto de la madera, del que se puede extraer fibra para la fabricación de papel. La mayoría de las plantas no leñosas son anuales y alcanzan su máximo potencial fibroso en un ciclo de desarrollo vegetativo.

La historia del papel registra que se hizo originalmente con fibras procedentes de tejidos no leñosos o plantas no madereras, tales como cortezas, algodón, lino, pastos y cañas. El avance en la tecnología de la producción química y mecánica de la pulpa desplazó su interés, promoviendo el cambio de las plantas no leñosas a los materiales de madera, a mediados del siglo XIX. En la actualidad, la mayor parte de la pulpa y el papel producidos en el mundo se obtiene a partir de la madera, lo que es evidentemente cierto, allí donde esta materia prima abunda y es relativamente barata. En muchas zonas del mundo, sin embargo, los recursos de madera son limitados; por el contrario, se dispone de cantidades considerables de plantas. (Saldívar Chea, 2005)

## 2.5. Características del cartón

- **Gramaje:**

Es el peso del cartón expresado en gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>). Normalmente, el papel de más de 160 g/m<sup>2</sup> recibe el nombre de cartón, ya que éste es el nivel mínimo para que un material fibroso pueda ser suficientemente rígido y fuerte para convertirse en envase. La mayoría de los cartones para envases tiene un gramaje que oscila entre los 160 y los 600 g/m<sup>2</sup>. (ProCarton, (s.f))

- **Rigidez:**

La rigidez es una de las propiedades más importantes del cartón. La demanda de rigidez recorre toda la cadena del envase. El cartón es el único material que tiene la capacidad de ofrecer una gran rigidez por unidad de peso. Sin ella, el cartón no podría cumplir con su función primaria, que es proteger el contenido del envase. (ProCarton, (s.f))

- **Planitud**

Es la capacidad del cartón para permanecer plano (conservar su forma) durante su impresión y transformación. (ProCarton, (s.f))

- **Humedad**

Dentro del proceso productivo en la transformación de papel a cartón corrugado la variable de % de humedad que típicamente se maneja es de 7 a 9% humedad. Un cartón corrugado por debajo de 7%H presenta cristalización en todos sus componentes. (Tarango, 2018)

## 2.6. Glosario de términos básicos

- **Desecho:** De acuerdo a Maerk (2008), cuando cita a Kramer (2000), “El desecho es entendido como cualquier sustancia u objeto el cual el poseedor desea deshacerse del mismo”.
- **Residuos:** Como lo define López, et al. (2008), según la Real Academia Española: “Lo que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa; parte o porción que queda de una cosa”.
- **Rendimiento** (Definición. DE, 2019) Se refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue.
- **Lignina** (Chávez & Domine, 2013)  
La lignina es uno de los biopolímeros más abundantes en las plantas y junto con la celulosa y la hemicelulosa conforma la pared celular de las mismas en una disposición regulada a nivel nano-estructural, dando como resultado redes de lignina-hidratos de carbono.
- **Cocción Acuosa**  
Esta técnica consiste en utilizar algún líquido para diferentes procesos, algunos ejemplos son: agua hirviendo, baño maría, y preparaciones con el vapor del agua, etc.



## CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Diseño

Experimental: para el estudio de las variables de rendimiento, tiempo de cocción para la obtención del cartón y evaluar 4 muestras representativas de humedad y peso seco del pinzote.

### 3.2. Sujetos de investigación

Para este trabajo de investigación, se necesita las plantaciones de plátano de la región de Piura, provincia Sullana y distrito Salitral, la población que se consideró fue la parcela de cultivo de plátano Coco Alto teniendo 16 hectáreas donde por cada hectárea se cuenta con 850 plantas de plátano.

La muestra para la elaboración de cartón, fueron 3 pinzotes de 2 kg de peso cada uno.

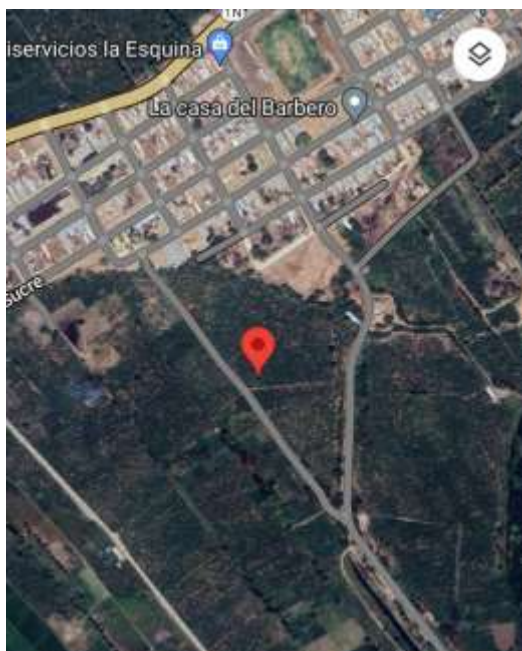


Fig.1 Ubicación de la muestra.  
Fuente: Google Maps

### 3.3. Métodos y procedimientos

#### 3.3.1. Proceso de elaboración del cartón

- 1- **Recolección de la materia prima:** recolectar los pinzotes de plátano.
- 2- **Descortezado:** consiste simplemente en pelar la parte externa que envuelve a la fibra de los tallos.
- 3- **Picado de los tallos:** consiste en cortar finamente el pinzote en pedazos pequeños de aproximadamente 2.5 – 3.5 mm.

#### 3.1 Determinación de Humedad y Cálculo del peso seco del pinzote

Se tomó una muestra de 6 gr de pinzote para el cálculo del contenido de humedad.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{a - b}{w} * 100$$

Donde:

a: Peso de la cápsula + muestra húmeda.

w: Peso de la muestra.

b: Peso de la cápsula + muestra seca.

Luego:

$$100\% - \% \text{ Humedad} = \% \text{ peso seco}$$

- 4- **Cocción:** se coloca los trozos de los tallos picados en un recipiente y se dejó remojando en agua; luego se escurre y se coloca en un recipiente con 5 lt agua, para llevarlo a cocción, esta operación se realizó en un tiempo de 60 min. a partir de la ebullición. La fibra que se obtiene es de color oscuro.

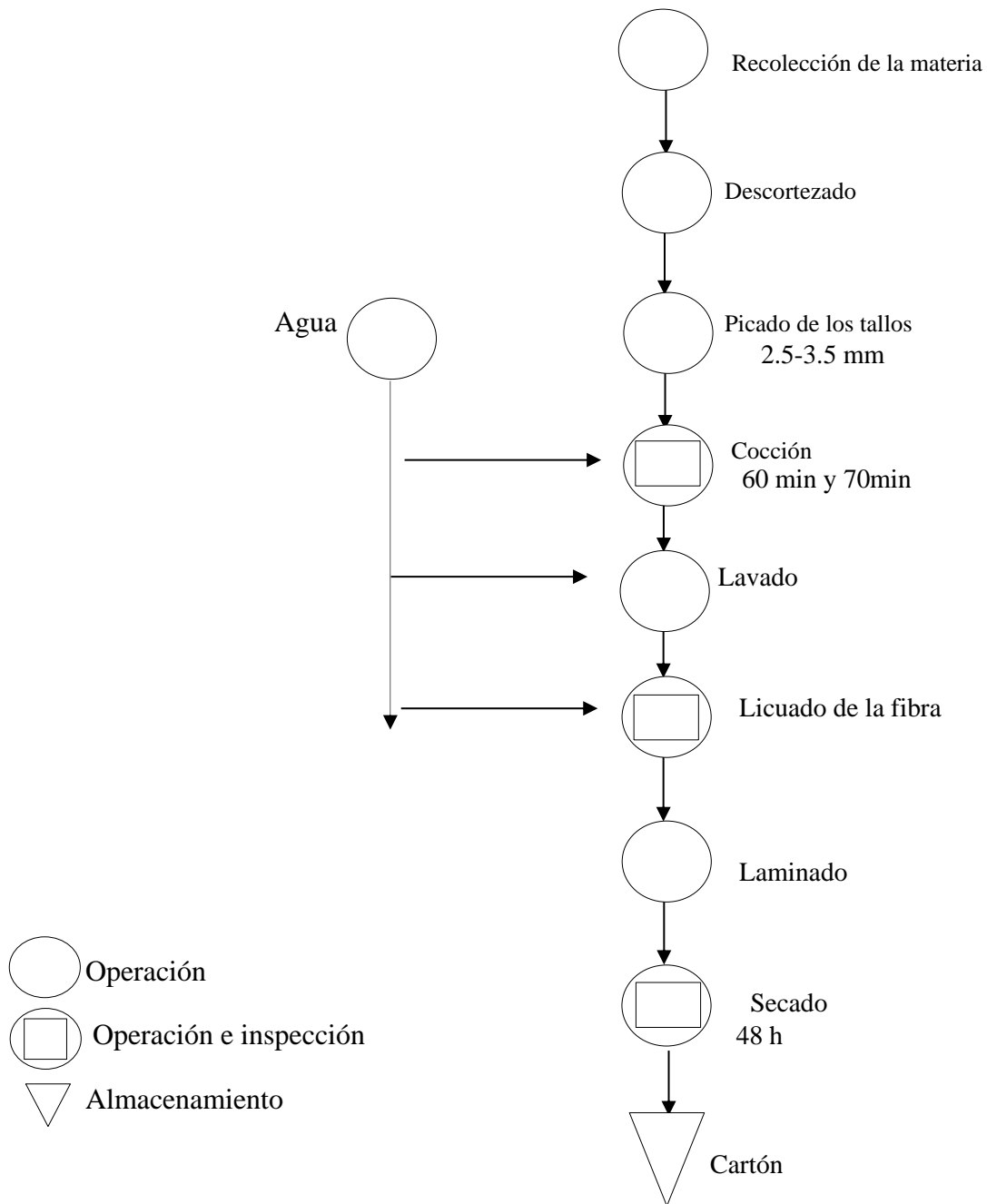
5. **Lavado:** Se continúa con la operación de lavado de la fibra obtenida, para así eliminar la lignina residual que aún pueda estar presente.
6. **Licudo de la fibra:** seguidamente se licua con agua para que sus fibras se trituren muy bien, luego se lava la fibra obtenida, y se pasa por el colador tantas veces como sea necesario, hasta que el agua salga completamente transparente. Se escurre y se coloca en un recipiente.
7. **Laminado:** Luego sobre dos superficies planas se coloca la pulpa para estirla con la ayuda de un rodillo hasta quede un grosor de 2 cm.
8. **Secado:** el secado debe hacerse directamente al sol por 48 horas

#### **8.1. Rendimiento del proceso**

Con el valor del peso seco de la pulpa, se procedió al cálculo y determinación del rendimiento del proceso de pulpeo con respecto al peso inicial de 6 kr de muestra de pinzote:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} * 100$$

### 3.3.2. Diagrama de operaciones de la elaboración de cartón



## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Resultados

Tabla 2: Determinación de la humedad del pinzote del plátano

<b>Muestra</b>	<b>Peso De La Muestra (gr)</b>	<b>Tiempo de secado (Min)</b>	<b>Humedad (%)</b>
<b>1</b>	6	2	90.33
<b>2</b>	6	2	91.66
<b>3</b>	6	2	90
<b>4</b>	6	2	90.6
<b>Promedio</b>			90.64%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2, se verifica un alto porcentaje de humedad en el pinzote de plátano, esto influirá de forma significativa en el rendimiento de pulpa.

Tabla 3: Determinación de peso seco del pinzote del plátano

<b>Muestra</b>	<b>Peso De La Muestra (gr)</b>	<b>Peso seco (gr)</b>	<b>Peso Seco (%)</b>
<b>1</b>	6	0.5802	9.67
<b>2</b>	6	0.5004	8.34
<b>3</b>	6	0.6	10
<b>4</b>	6	0.564	9.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3, muestra los valores porcentuales de materia seca obtenida.

Tabla 4: Determinación de rendimiento del cartón a base del pinzote del plátano.

<b>Tiempo De Cocción</b>	<b>Peso De La Materia Prima (kg)</b>	<b>Peso Del Cartón (gr)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
60 min	6	175	2.91%
70 min	6	168	2.8%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4, el rendimiento del cartón del pinzote de plátano presenta este porcentaje de 2.91% y 2.8% debido a su alto contenido de humedad, aportando que presenta una buena resistencia del cartón.

#### **4.2 Características Del Cartón**

- **Gramaje**

El gramaje realizado en nuestro cartón de pinzote de plátano, utilizando una balanza gramera presenta un peso de 168 gr/m<sup>2</sup> y 175 gr/m<sup>2</sup>, por lo tanto, podemos determinar que está dentro del parámetro establecido de 160 gr/m<sup>2</sup> a 600gr/m<sup>2</sup>.

- **Rigidez**

La rigidez es una de las propiedades más importantes del cartón. En el cual el cartón que se elaboró cumple con una rigidez resistente, se verifico doblando el cartón y posteriormente regreso a su forma original.

- Planitud

El cartón realizado a base del pinzote de plátano tiene la capacidad para permanecer plano (conservar su forma) durante su transformación, esto se verifico de forma visual.

Tabla 5: Determinación de humedad del cartón a base del pinzote del plátano.

<b>Tiempo de secado</b>	<b>Peso de la muestra de cartón inicial (gr)</b>	<b>Peso de la muestra de cartón final (gr)</b>	<b>Humedad (%)</b>
45 seg	20 gr	18.31 gr	8.45%
60 seg	20 gr	18.42 gr	7.9%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5, el cartón elaborado a base del pinzote de plátano presenta una humedad de 8.45% y 7.9% en el cual está dentro de los parámetros del cartón.

### 4.3. Pinzote generado por la cosecha del plátano

- Se realizó un muestreo de una hectárea de plátano y se verificó que hay 850 plantas de plátano, lo cual se genera 850 pinzotes de plátano con un peso de 2 kg/pinzote dando un total de 1700 kg de pinzote por hectárea, estos residuos de pinzotes se descartan.
- El fundo Coco Alto cuenta con 16 hectáreas de plátano, su cosecha es cada 3 meses/hectárea.



Fig. 02: Descarte de pinzote  
Fuente: Propia

#### 4.4. Discusiones

El gramaje es el peso del cartón expresado en gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>). Normalmente, el papel de más de 160 g/m<sup>2</sup> recibe el nombre de cartón, ya que éste es el nivel mínimo para que un material fibroso pueda ser suficientemente rígido y fuerte para convertirse en envase. La mayoría de los cartones para envases tiene un gramaje que oscila entre los 160 y los 600 g/m<sup>2</sup>. (ProCarton, (s.f))

Se realizó dos muestras, donde el cartón obtenido a partir del pinzote del plátano está dentro del parámetro establecido del gramaje con un peso de 168 gr y 175 gr, lo cual se verifica que están dentro de parámetro establecido de 160gr/m<sup>2</sup> a 600gr/m<sup>2</sup>.

El estudio “PINZOTE de Musa balbisiana y Musa acuminata como Fuente de Fibras para Papel. *Información tecnológica*” que la humedad de estas variedades de pinzote osciló entre 92% y 94%. (Turrado, 2009)

El estudio que se realizó en este trabajo de investigación se demuestra un alto contenido de humedad del pinzote de plátano, parámetro que influye significativamente en el rendimiento de pulpa de cartón. Siendo el porcentaje de humedad en promedio de 90.64% (ver tabla 2).



El color del cartón que se obtiene de esta fibra es un café claro o beige con un lustre llamativo. Este tipo de material obtenido tiene múltiples aplicaciones como: papelería de lujo, soporte para libros, cubiertas para edificaciones especiales, soporte publicitario, usos artísticos como grabado, serigrafía y otras aplicaciones e incluso para diseño y decoración de interiores. (Davalos Funes , 2008)

La pulpa obtenida inmediatamente después de enjuagar con agua fue de un color oscuro (ver anexo 5), donde se visualiza que se obtiene una pulpa de color oscuro.

Dentro del proceso de la transformación de papel o cartón corrugado la variable de porcentaje de humedad que se maneja es de 7% a 9% humedad. (Tarango, 2018)

Tal y como menciona (Tarango, 2018) ,el cartón obtenido a base del pinzote del plátano presenta una humedad de 8.45% y 7.9% (ver tabla 5), esto se determinó con el método de determinación de humedad, demostrando que se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

## CONCLUSIONES

- ✓ Según el estudio realizado se logra obtener 850 pinzotes por hectárea con un peso de 2 kg dando 1700 kg de pinzotes por hectárea dando como resultado una fuente constante de materia prima para elaborar cartón.
- ✓ Los residuos del pinzote de cultivo de plátano fueron aprovechados de forma productiva en la generación de pulpa de cartón aplicando el método de cocción acuosa (agua) que consiste en ablandar la fibra del pinzote, demostrando que es una materia prima aprovechable para la elaboración de cartón.
- ✓ En la investigación realizada se demostró que el cartón obtenido a partir del pinzote de plátano presenta las características necesarias en su gramaje de 168 gr/m<sup>2</sup> y 175 gr/m<sup>2</sup>, rigidez, planitud y humedad de 8.45% y 7.9% para ser considerado como cartón.

## **RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda aprovechar todos los residuos que se generan después de la cosecha del plátano para obtener diferentes calidades de papel y derivados.
- ✓ Se recomienda utilizar un tiempo menor de 60 minutos para la cocción de las fibras para la obtención de un, puesto que a ese tiempo se obtiene un mejor rendimiento.
- ✓ Para una mayor calidad de las fibras se recomienda investigar sobre mejores equipos de refinación de fibras para la obtención de un cartón más suave y con mejores características físicas.
- ✓ Se recomienda investigar sobre equipos de moldeado para una fácil obtención de lámina de cartón.

## Bibliografía

- Davalos Funes , M. (2008). Obtenido de Implementació de Fabrica de Papel y Derivados Empleando Residuos de Banano Como Materia:  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6636/1/D-39185.pdf>  
[accesado 13 de julio 2022]
- Docusign. (23 de septiembre de 2021). Obtenido de Impacto del papel en el medio ambiente y qué puede hacer tu empresa para reducir su uso:  
<https://www.docusign.mx/blog/medio-ambiente> [accesado 13 de julio 2022]
- Eskulan. (23 de septiembre de 2011). eskulan. Obtenido de Elaboración de papel con pinzote de banano como materia prima:  
<https://eskulan.com/2011/09/30/elaboracion-de-papel-con-pinzote-de-banano-como-materia-prima/> [accesado 13 de julio 2022]
- Hurtado Angulo, F. (2001). DSpace en ESPOL. Obtenido de Obtencion de un hidrolizado Proteico Utilizando un exedente de la Industria Pesquera y Agricola:  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4429> [accesado 13 de julio 2022]
- InfoAgro. ((s.f)). Obtenido de El cultivo del plátano (banano):  
[https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_platano\\_\\_banano\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp)  
[accesado 13 de julio 2022]
- Moreira Carrión, K. (2013). Obtenido de Reutilización de residuo de la cáscara de banano (musa paradisiaca) y plátanos (musa sapientum) para la producción de alimentos destinados al consumo humano: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3666>  
[accesado 13 de julio 2022]
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. ((s.f)). Obtenido de Producción de banano orgánico en Perú: <https://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/organic-production-peru/es/> [accesado 13 de julio 2022]

- ProCarton. ((s.f)). Obtenido de Una guía de la terminología utilizada en la industria de la fabricación de cartón y de los envases de este material:  
[http://procarton.com/files/publications\\_item/glossaryspanish.pdf](http://procarton.com/files/publications_item/glossaryspanish.pdf) [accesado 13 de julio 2022]
- Saldívar Chea, V. E. (2005). Obtenido de Estudio de tres variables en la obtención de pulpa celulósica con proceso de alto rendimiento, a partir del tallo de arroz (*Oryza sativa* L.): <https://hdl.handle.net/20.500.12996/410> [accesado 13 de julio 2022]
- Tarango, J. A. (agosto de 2018). LA HUMEDAD EN LA RESISTENCIA ECT Y BCT DE LAS CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO. Obtenido de el empaque mas conversión: <https://www.elempaque.com/temas/Cual-es-el-efecto-de-la-humedad-en-la-resistencia-ECT-y-BCT-de-las-cajas-de-carton-corrugado+127093?pagina=2>
- Turrado, J. (2009). scielo. Obtenido de PINZOTE de *Musa balbisiana* y *Musa acuminata* como Fuente de Fibras para Papel:  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642009000400013](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642009000400013) [accesado 13 de julio 2022]

## ANEXOS

- **Anexos 01: Sitio De Muestreo**

Empacadora Coco Alto, en la provincia de Sullana, distrito salitral



- **Anexos 02: Preparación De La Muestra**



Descortezado



Picado de tallos

- **Anexo 03: Cocción De La Pulpa**



- **Anexo 04: Refinado**



- **Anexo 05: Moldeado Y Secado**



- **Anexo 06: Producto Final**

