

ELABORACIÓN DE UNA HOJA DE PAPEL ARTESANAL A PARTIR DE LA HOJA DE MAÍZ

PREPARATION OF A SHEET OF HANDMADE PAPER FROM THE CORN LEAF

Claudio Marcelo Arcos Proaño¹, José Ignacio Trujillo Galarza², Fernando René Vega Muñoz³, Sixto Isai Chiliquinga Aguilar⁴, Diana Katherine Cóndor Arboleda⁵, Dayana Marleyn Galeas Albán⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universidad de Investigación Yachay Tech, Innovación y Emprendimiento, San Miguel de Urcoquí. Hacienda San José - Ecuador
e – mail: ¹carcos@yachaytech.edu.ec, ²jose.trujillo@yachaytech.edu.ec, ³fernando.vega@yachaytech.edu.ec,
⁴sixto.chiliquinga@yachaytech.edu.ec, ⁵diana.condor@yachaytech.edu.ec, ⁶dayana.galeas@yachaytech.edu.ec.

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro, VIII Edición 2019, No. 5 (12)

Resumen

El consumo de papel en sus diferentes formas ha incrementado en los últimos años no solo en Ecuador sino también en los países industrializados, sin embargo para cubrir la gran demanda de hojas de papel, se sacrifican hectáreas de bosques porque la madera es la principal materia prima conocida.

La academia ha emprendido una búsqueda de nuevos materiales para la elaboración de hojas de papel que sean amigables con el medio ambiente y de esta manera se espera mitigar en parte el grave daño que se está causando al planeta.

Investigaciones sobre fibras naturales no madereras, tales como: caña guadua, hojas de piña, bagazo de la caña de azúcar, agave, residuos del coco, hojas de plátano, han permitido obtener pulpas con nuevas características que permitan hacer papel; sin embargo se ha explorado muy poco en las hojas y fibras del maíz, recurso muy conocido en el Ecuador.

La presente investigación está basada en analizar las propiedades de una hoja de papel artesanal hecho de fibras de la planta de maíz, las mismas que son comparadas con una hoja de papel bond realizada de forma industrial, obteniendo resultados que permitirán tener una posibilidad tangible a futuro como alternativa de reciclaje.

Palabras Clave: Biomaterial, Celulosa, Acabado superficial, Resistencia Mecánica, Durabilidad.

Abstract

Different forms of paper consumption have increased in the last years, not only in Ecuador but also in industrialized countries; however, in order to meet the high demand of paper sheets, hectares of forest are slaughtered because of wood is the principal known raw material.

The Academy has undertaken a new materials searching for the fabrication of eco-friendly paper sheets, and in this way it is hope to partially mitigate the serious damage that is being caused to the planet.

Research about non-timber natural fibers such as: cane, pineapple leaves, sugar cane bagasse, agave, coconut waste, or banana leaves, has allowed obtaining pulps with new characteristics for paper fabrication. Although; corn leaves and fibers, which represents a well-known product in Ecuador, has been poorly explored.

The present researching is based on analyzing the properties of a handmade paper sheet made with corn fibers, the same that are compared with an industrialized bond paper, obtaining results that will allow to have a tangible possibility of recycling in the future.

Keywords: Biomaterial, Cellulose, Surface finish, Mechanical resistance, Durability.

1. Introducción

El papel es uno de los inventos más representativos del ser humano, ha servido para transmitir y dejar plasmado el conocimiento, información e historia de diferentes generaciones.

El papiro, inventado por los egipcios, fue el soporte de escritura más antiguo que se conoce, sin embargo existieron otros mecanismos como el pergamino, obtenido a partir de fibras animales que fueron usados para los mismos fines.

El papel propiamente dicho, se inventó en China por los años 105 D.C. por Cai Lun a través de la mezcla de la fibra de cáñamo y una pequeña cantidad de lino y luego gracias a la tecnología, su proceso de fabricación fue perfeccionándose poco a poco hasta tener los resultados actuales. [1]



Figura 1. Fabricación del papel a lo largo de la historia

El papel es un material constituido por una delgada lámina elaborada por la pulpa de celulosa, una pasta de fibras vegetales molidas y suspendidas en agua generalmente blanqueada y posteriormente secada y endurecida a la que normalmente se añaden sustancias como hipoclorito de sodio (cloro líquido) con el fin de proporcionarle características especiales y resistentes. En esencia, el proceso tradicional para la elaboración del papel, inicia preparando una suspensión de fibras en agua y se escurre en un tamiz de madera produciéndose una capa fina con las fibras entrelazadas aleatoriamente, acto seguido se elimina el agua de esta lámina mediante presión y secado.

La mayor parte del papel se ha fabricado con pulpa de madera debido a su menor costo. No obstante las fibras vegetales y textiles se seguirán empleando hasta hoy en día para la fabricación de papeles de alta calidad. Este proceso de fabricación del papel, inicia tradicionalmente con el corte de los árboles y la eliminación de las ramas, dejando solo el tronco. Luego se eliminan las cortezas de los árboles, se cortan los troncos en pequeños pedazos para que sea más fácil obtener las fibras vegetales en las posteriores reacciones químicas.

Los pequeños pedazos de madera se mezclan con agua o productos químicos para eliminar las fibras indeseables como lo es la lignina, dejando únicamente la celulosa que es la sustancia principal para la fabricación del papel.

La celulosa, luego pasa por procesos adicionales como lavado, filtrado, secado con la finalidad de extraer el porcentaje de lignina no eliminado en la cocción y blanquear la textura del material. Estos procesos pueden ser convencionales, con la utilización de ozono o dióxido de cloro.

La pasta de celulosa es introducida en un recipiente con una hélice o despastilladores que agitan la mezcla para obtener una celulosa homogénea y compacta. Esta pasta se coloca sobre mallas metálicas que se desplazan, donde el papel se irá formando y tomando la forma del contenedor; conforme la pasta se seca y libera agua. La buena distribución y contextura de la pasta, dependerá de factores como el caudal, consistencia, densidad y temperatura. El papel pasa por diferentes etapas de rodillos giratorios, para obtener el espesor y textura adecuada. Finalmente el producto es secado, prensado y sometido a un tratamiento superficial.

Culminado el proceso de producción de papel, se lo bobina en grandes cantidades, se lo corta, empaqueta y transporta para su distribución, como muestra la Figura 2.

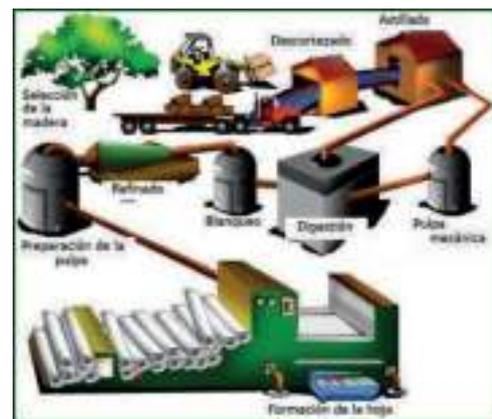


Figura 2. Proceso de fabricación del papel

La deforestación de los bosques primarios del planeta y con ello ha contribuido directamente a los causales del acelerado cambio climático actual. Debido a esto se vio la necesidad de buscar alternativas para la producción del papel, de manera que se puedan aprovechar los recursos que existen en el país la cual se puede elaborar papel ecológico, de manera que se reduce tal impacto negativo en el medio ambiente.

Hoy en día existen muchas fuentes alternas para la elaboración de papel como las plantas de plátano, desechos de coco, bagazo de caña de azúcar y como subproductos hojas de choclos o maíz, etc. [2]



Figura 3. Papel fabricado con fibras vegetales

Dentro de las propiedades que se evalúan en la pulpa de papel están la celulosa, la hemicelulosa que rodea los filamentos de la celulosa y ayuda en la formación de microfibrillas, es decir funcionan como material de soporte en la pared celular, la holocelulosa que representa la fracción total de polisacáridos, es decir, celulosa + hemicelulosa, la lignina que es una sustancia natural que hace parte de la pared celular de muchas células vegetales, les da dureza y resistencia pero en el caso del papel se busca eliminarla para facilitar la adhesión de las fibras [3].

En la Tabla 1, se muestran los resultados de evaluaciones químicas en porcentajes [4]:

Tabla 1. Materias primas usadas para la elaboración del papel

Material	Celulosa %	Hemicelulosa %	Lignina %
Maderas blandas	38-46	23-31	22-34
Maderas duras	38-49	20-40	16-30
Paja	28-42	23-38	12-21
Bambú	26-43	25-26	20-32
Algodón	80-85	n.d	n.d
Hoja tusa del maíz	18-40	11.34-31	14-19
Tallo del clavel	40-50	25-45	20-25
Corona de piña	11-45	14-50	10-30
Tallo rosa	45-50	20-25	20-25
Cáscara de naranja	16.2	3.8	1
Tallo maíz	50	0	30
Bagazo plátano	55.65	14	11.58

El maíz es una planta que ha sido modificada por el ser humano para hacerla más grande y nutritiva, es un proceso que ha durado miles de años y ha implicado el trabajo de cientos de generaciones de agricultores.

El maíz se extendió al resto del mundo, debido a su capacidad de crecer en climas diversos. Las variedades ricas en azúcar, llamadas maíz dulce se cultivan generalmente para el consumo humano como granos, mientras que las variedades de maíz de campo se utilizan para la alimentación animal, la elaboración de derivados para alimentación humana (harina, masa, aceite y mediante fermentación, bebidas alcohólicas como el whisky bourbon) y la obtención de productos químicos como el almidón.

Con las hojas del maíz, se pueden hacer nuevos productos biodegradables, lo que permitirá la reutilización de sus fibras para darles un uso ambientalista. [4]

Para el año 2019, la producción de maíz se estimó en 1.3 millones de toneladas (El Comercio, 2018), los mismos que son sembrados casi en todo el territorio ecuatoriano, principalmente en la serranía y costa.

De esta producción nacional de maíz, la avicultura consume el 57%, balanceados el 6%, exportación a otros países de la región el 25%, consumo humano el 4%, y el resto para autoconsumo y semilla. En la siguiente Tabla 2, se presenta la superficie de los cultivos de maíz en las diferentes regiones del país. [5]

Tabla 2. Superficie de cultivos de maíz en Ecuador [5]

Regiones	Maíz Duro choclo (ha)	Maíz Duro seco (ha)	Maíz Suave choclo (ha)	Maíz Suave seco (ha)
Región Sierra	1093	43853	40825	145925
Región Costa	17176	184359	60	910
Resto del País	128	8958	25	13
TOTAL	18397	237170	40910	14848

De toda la producción, las hojas de maíz y sus tallos, son utilizadas principalmente para alimento de ganado vacuno y un 40% de los residuos son quemados.

Esos restos poseen una gran cantidad de fibras que pueden ser utilizadas para producir la celulosa, que representa el material base para producir papel.



Figura 4. Productos obtenidos con las hojas de maíz

2. Materiales y Métodos

La investigación considera la fabricación artesanal de la hoja de papel con fibras de la hoja del maíz, en base a los siguientes procesos [6]



Figura 5. Proceso de fabricación artesanal del papel

Una vez obtenido el papel artesanal a través de la fibra de celulosa de la hoja de maíz, es muy difícil describir las propiedades y características de la hoja, sin embargo, gran parte de estas propiedades no poseen valores absolutos, sino objetivos susceptibles a mejora. Propiedades como resistencia a la tracción, dependen no solo de la carga aplicada, sino de la geometría de la muestra. [7]

Se podrá determinar propiedades tales como: humedad relativa, peso, brillo, color, resistencia a la tracción, permeabilidad, capacidad de doblado, capacidad de impresión, biodegradabilidad y rigidez, para luego comparar los resultados con las de una hoja de papel bond hecha de manera industrializada [8], con la ayuda de softwares de análisis de materiales, de sistemas CAD-CAM-CAE y las normas TAPPI e INEN. [9]-[10]

3. Resultados y Discusión

Humedad relativa

El efecto que causa la humedad sobre la superficie del papel, es una de las características más importantes

del producto elaborado, ya que las fibras de celulosa son capaces de absorber la humedad del ambiente que los rodea, es decir son higroscópicas. [11]

El agua tiene el efecto de plastificar estas fibras de celulosa del papel artesanal, generando la debilitación de los enlaces de dichas fibras, por lo que el papel se vuelve más rígido y menos flexible en condiciones secas.

Ciertas propiedades mecánicas tales como resistencia al corte, elongación y resistencia al doblado obtiene sus valores máximos cuando la humedad relativa alcanza valores comprendidos entre el 80 al 90%.

Los valores de encogimiento debido a que la celulosa se seca a temperatura ambiente, alcanzan valores aproximados del 25% de las longitudes originales. Este ensayo se lo realizó con la preparación de la celulosa sobre una probeta manufacturada a través de impresión 3D.

Al tener una fibra más pura y cristalina, la celulosa permite retener menos agua en las mismas condiciones climáticas y ambientales.



Figura 6. Análisis de encogimiento producto de la humedad relativa

Medición de la masa base del papel

La masa base del papel se considera en función del peso por unidad de área (g/m²) estas consideraciones son recomendadas por la Norma T410 de TAPPI (Technical Association for the Pulp & Paper Industry). [12]

$$G = \frac{K \cdot M}{A}$$

(Ec. 1)

Donde:

K: Factor de Conversión

G: Masa por unidad de área

M: Masa en gramos

A: Área en m²

Tomando en cuenta las dimensiones de un formato A4 (210 mm * 297 mm), y midiendo en una balanza, se tienen los siguientes datos:

Tabla 3. Cálculo del peso por unidad de área

TIPO DE PAPEL	MASA (g)	AREA (m ²)	G (g/m ²)
ARTESANAL	5.46 0	.06237	87.54
INDUSTRIALIZADO	4.69	0.06237	75.19

Los estándares básicos recomendados de este parámetro para una hoja que se va a usar para impresión y escritura es de 65 a 90 g/m²; por lo tanto la hoja artesanal estará dentro de parámetros recomendados.

Medición de la densidad

La densidad se define como la masa del material por unidad de volumen. Para este ensayo se consideró una probeta de celulosa de hoja de maíz y luego comparada con una base de datos de un software especializado en materiales.

Tabla 4. Cálculo de la densidad

DESCRIPCIÓN	MASA (kg)	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (kg/m ³)
PAPEL ARTESANAL	0.0037 0	.0000033	1121.21
DATOS PAPEL BASE DE DATOS SOFTWARE			700 – 1150

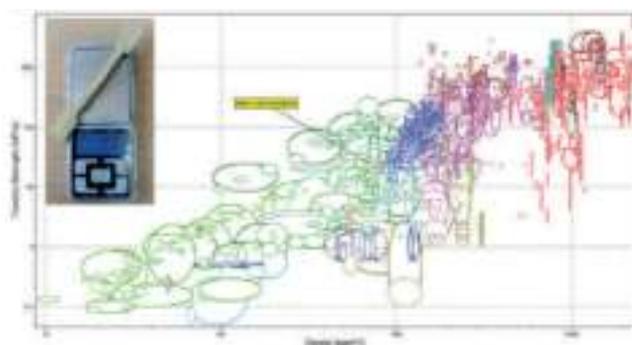


Figura 7. Medición de la masa de una probeta artesanal para la determinación de la densidad

Resistencia al doblado

La resistencia al doblado consiste en doblar repetidamente el papel sobre una misma línea, sometiéndolo a tensión después de cada doblez. Su resultado se expresa como el número de dobleces antes de la ruptura, y su significancia representa la razón de reducción de la resistencia a tracción de su valor original u otro aplicado repetidamente, es decir el desempeño del papel a través del tiempo. [13]

En la siguiente tabla se presenta los resultados

del ensayo realizado en una probeta artesanal y una probeta de papel bond.

Tabla 5. Resistencia al doblado

TIPO DE PAPEL	RESISTENCIA AL DOBLADO (NÚMERO DE VECES ANTES DE LA RUPTURA)
ARTESANAL	4 VECES
INDUSTRIALIZADO	7 VECES



a) Hoja artesanal b) Hoja de papel bond

Figura 8. Prueba de Resistencia al doblado

Suavidad y Textura Superficial

Esta propiedad del papel es considerada subjetiva y se define como la sensación de suavidad al contacto con el tacto humano y depende de la facilidad de flexibilidad de la hoja, así como la ausencia de esquinas agudas o arrugas sobre su superficie. Su textura en algunas presentaciones del papel (papel para impresión y escritura) no debe ser áspera ni abrasiva. [14]



a) Hoja artesanal b) Hoja de papel bond

Figura 9. Suavidad y textura superficial de papel artesanal de fibra de maíz e industrializado

Absorbencia del papel a los fluidos

Esta propiedad es alcanzada manteniendo un alto grado de porosidad en la hoja así como una adecuada superficie texturizada. [15]

Es importante acotar que estas dos condiciones, afectarán al resto de propiedades del material; por ejemplo, un alto nivel de porosidad da como consecuencia una baja densidad y una baja resistencia mecánica a la tracción. Es recomendable que se busque un equilibrio y optimización adecuado del

papel en función del uso que se le va a dar.

El método para analizar el grado de absorbencia consiste en verter una gota de agua (1, 0.1ó 0,01 ml según la norma TAPPI T432 o NTE INEN 1407:2013) sobre la superficie del papel, colocado de tal manera que el soporte no toque el lado opuesto al punto de aplicación de la gota. [15], [16]

Finalmente se mide el tiempo desde el contacto de la gota hasta la desaparición de la reflexión de la superficie de aplicación de la gota. Para nuestro ensayo, el papel artesanal de hoja de maíz se lo considerará como papel absorbente y su resultado se lo comparará con la hoja de papel bond.

Tabla 6. Ensayo de absorbencia

TIPO DE PAPEL	DIMENSION DE LA PROBETA	NÚMERO DE PROBETAS ENSAYADAS	VOLUMEN APLICADO (ml)	TIEMPO DE ABSORCIÓN (SEGUNDOS)
ARTESANAL	100 x 100 mm	10 1	4	:55.6
INDUSTRIALIZADO		10 1		8:03.8

En base a los resultados obtenidos, el papel industrializado es considerado impermeable, mientras que el papel artesanal hecho con la hoja del maíz tiene un cierto grado de absorbencia.



Figura 10. Ensayo de absorbencia del papel artesanal de fibra de maíz e industrializado

Estructura microscópica

La estructura microscópica, permite ver los enlaces y uniones de las fibras naturales de la hoja de maíz para la conformación de la hoja. Mientras mejor cohesión entre las fibras existan, mejor resistencia mecánica se obtendrá en el material. [17]



Figura 11. Estructura microscópica del papel artesanal de fibra de maíz e industrializado

Absorción de tinta para impresión.

La prueba de absorción de tinta para fines de impresión, se realiza en una impresora de tinta, para determinar la calidad de impresión que se pueden obtener en las hojas realizadas de forma artesanal.

La figura 12, muestra el resultado de la prueba de impresión, la misma que es comparada con una impresión realizada con una hoja de papel bond industrializada.



Figura 12. Proceso de impresión a tinta en el papel de fibra de maíz e industrializado

La impresión tiene buenas características de absorción y con el tiempo no presenta ningún tipo de decoloración a lo largo de toda la superficie.

Simulación de un ensayo de tracción.

Una vez obtenido el peso, densidad y utilizando los datos característicos de la celulosa del software para materiales, se realiza una simulación en un software CAD-CAE de cómo sería el comportamiento del material frente a un ensayo de tracción, aplicando a una probeta una carga de 300 N.

Se selecciona una carga de 300 N, en razón de que en un ensayo de tracción de laboratorio, la probeta de papel comienza a fisurarse y cambiar su longitud original.

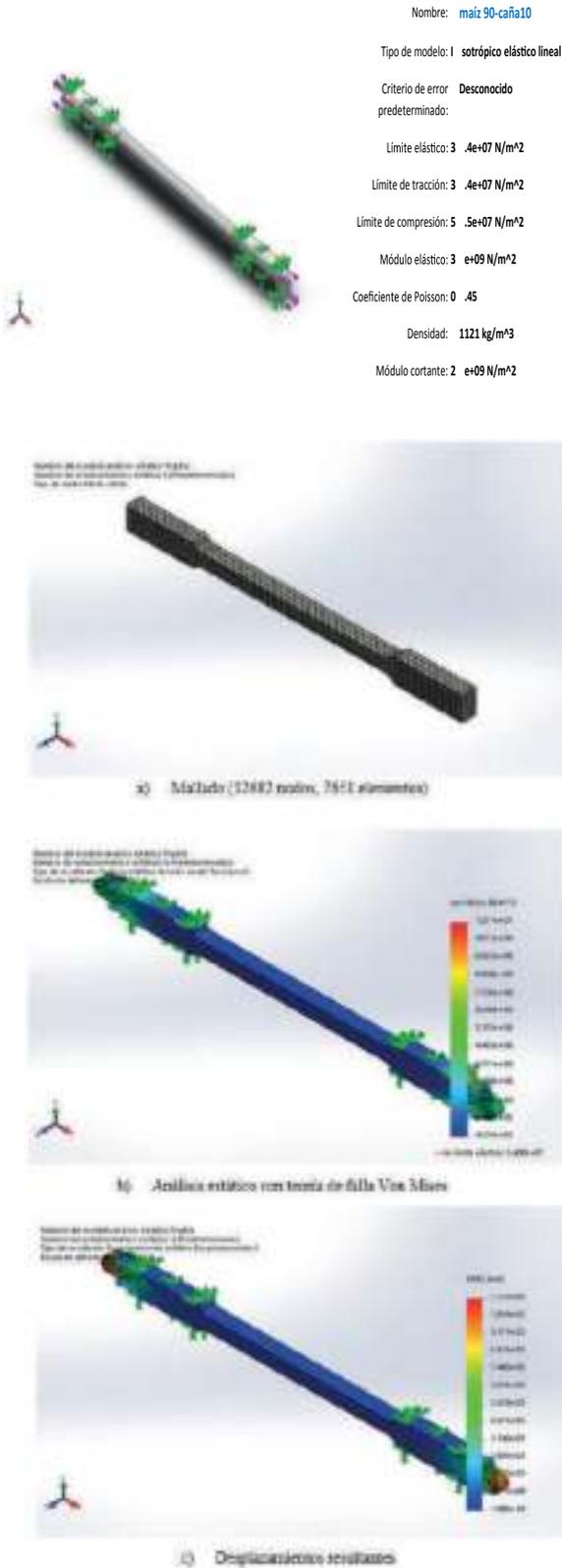


Figura 13. Simulación de un ensayo de tracción en una probeta de papel de hoja de maíz

Actualmente en el Ecuador, las empresas papeleras aprovechan las fibras de la caña de azúcar para fabricar papel ecológico con un 100 % de bagazo de

caña y libre de productos químicos y blanqueadores (Earth Pact). El papel Earth Pact es un papel amigable con el medio ambiente, ya que permite establecer responsabilidad social con la finalidad de comprometerse con el planeta al querer utilizar un producto alternativo y sostenible [18].

La alternativa planteada en esta investigación del papel artesanal de la hoja de maíz, ofrece nuevas fibras naturales para generar celulosa para la producción de papel. Esta idea innovadora permitirá implementar plantas de procesamiento de papel con estos nuevos materiales.



Figura 14. Máquinas para la fabricación de papel.

4. Conclusiones

La elaboración artesanal de las hojas de papel a base de fibras naturales como son (hojas de maíz y bagazo de la caña de azúcar) es una alternativa favorable para cuidar el medio ambiente y posterior puede ser una fuente de ingresos para un emprendimiento sostenible.

Las hojas de papel son obtenidas de la combinación de fibras naturales como son las hojas de maíz en un 90% y el 10% de bagazo de la caña de azúcar, las cuales mediante un largo proceso de preparación se obtiene el producto terminado y listo para realizar las hojas las mismas que tendrán las características de peso, resistencia, flexibilidad y absorbencia adecuadas para uso en impresión y escritura.

Las características técnicas y las propiedades del papel obtenido a partir de las fibras de la hoja del maíz son casi similares a las de la hoja de papel bond tradicional, por lo que es muy factible industrializar el proceso para aprovechar este tipo de fibras que se encuentran en el Ecuador.

5. Recomendaciones

Se recomienda investigar otras materias primas con altos contenidos de fibra celulósica, su

cantidad y su disponibilidad anual para una posible industrialización a gran escala; a partir de estos estudios se puede investigar sobre los subproductos que pueden obtenerse de las diversas materias primas como cauchos, azúcares, almidones, alcoholes, esencias, etc.

Para continuar con la producción artesanal de las hojas de papel, es importante perfeccionar en cada paso el proceso con el fin de optimizar tiempos y recursos.

6. Referencias

- [1] Torres M. (2000). Normalización del proceso de elaboración de papel artesanal a partir de tallos de maíz (ZEA MAYZE). Universidad de la Sabana. Cundinamarca. Colombia.
- [2] Aguilar S, Ramírez S, Malagón O. (2007). Extracción de fibras no leñosas: cabuya (*furcraea andina* trel.) y banano (*musa paradisiaca* l.) para estandarizar un proceso tecnológico destinado a la elaboración de pulpa y papel. Revista Iberoamericana de polímeros. UTPL. Ecuador
- [3] Ponce G. (2019). Estudio de la obtención de pulpa celulósica a partir de residuos vegetativos de tres variedades de plátano (*musa paradisiaca* l.) para la elaboración de papel blanco. Universidad de las Fuerzas Armadas –ESPE. Ecuador.
- [4] González K, Daza D, Caballero P, Martínez Ch. (2016). Valuación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel. Artículo Científico revista Luna Azul ISSN 1909-2474. Universidad de Caldas. Colombia.
- [5] Información tomada de www.sica.gov.ec
- [6] Rayney T, Covey G. (2016). Pulp and paper production from sugarcane bagasse. Queensland University of Technology. Brisbane. Australia.
- [7] Salgado-García Sergio y otros (2017). Papel Artesanal de paja de caña de azúcar. Artículo científico. Colegio de Postgraduados campus Tabasco, Universidad Popular de la Chontalpa, Universidad de Guadalajara y otros. México.
- [8] Carracedo M, Gárate B. (2005). Estudio de la Resistencia de papeles vírgenes versus reciclados

empleados en la fabricación de cartón corrugado. Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica. Universidad Tecnológica Metropolitana. Chile.

- [9] Vásquez Lourdes. (2018). Optimización del proceso de elaboración de papel Tissue en la fábrica de papel higiénico del valle FAVALLE Cia. Ltda. Escuela Politécnica del Chimborazo. Ecuador.
- [10] Zwick-Roell. (2018). Testing machines and Testing Systems for paper, board and tissue products. Pdf.
- [11] Jimeno A., López D. (2007). Análisis dinámico de los rodillos del sistema de una máquina de conversión de papel Tissue. Universidad de las Américas de Puebla. México.
- [12] www.tappi.org
- [13] www.normalizacion.gob.ec
- [14] More Jezer. (2019). Aprovechamiento del residuo de pinzote de cultivo de banano para la obtención de pulpa de papel. Universidad Nacional de Piura. Perú.
- [15] Propandina. (2014). Productos de papel Información obtenida de www.propandina.com.ec.
- [16] www.grantadesign.com/cesedupack

7. Biografías



¹José Ignacio Trujillo Galarza, sus estudios primarios los realiza en el Colegio Hermano Miguel, Sus estudios universitarios lo realiza en Yachay Tech donde ha aprobado el cuarto semestre de la Carrera de Ingeniería en Nanotecnología.



²Fernando René Vega Muñiz, sus estudios secundarios lo realizó en el Colegio “La Libertad”. Actualmente estudia en la Universidad Yachay Tech en la carrera de Ingeniería en Nanotecnología.



³Sixto Isai Chilibuina Aguilar. Sus estudios primarios y secundarios los realizó en la ciudad de Pasaje, provincia de El Oro, Ecuador. Ha recibido reconocimientos de la Unidad Educativa “Dr. Manuel A. González”. Sus estudios universitarios los realiza en la Universidad Yachay Tech, donde ha aprobado el cuarto semestre de la carrera de Química.



⁴Diana Katherine Cóndror Arboleda. Sus estudios primarios y secundarios los realizó en la ciudad de Quito. Ha obtenido reconocimiento, sus estudios universitarios los realiza en la Universidad Yachay Tech, en la carrera de Química.



⁵Dayana Marleyn Galeas Albán, ha obtenido el título de bachillerato internacional y ha participado en el modelo de Naciones Unidas ECUAMUN representando a la Universidad Yachay Tech donde actualmente realiza sus estudios de tercer nivel en la carrera de Química.

Autor para correspondencia:
jose.trujillo@yachaytech.edu.ec

REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN	
Fecha recepción	02 diciembre 2019
Fecha aceptación	26 diciembre 2019