



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MEDIO
AMBIENTE**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA TARALLA DE MAÍZ
(*Zea mays*) EN LA OBTENCIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO.**

AUTORAS:

**CHANG SÁNCHEZ GEMA NATALY
HEREDIA GUEVARA HEIDY KAROLINA**

**TUTOR
ING. CARLOS DELGADO VILLAFUERTE, Mg. C.A.**

CALCETA, DICIEMBRE 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

GEMA NATALY CHANG SÁNCHEZ y HEIDY KAROLINA HEREDIA GUEVARA, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento,

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

GEMA N. CHANG SÁNCHEZ

HEIDY K. HEREDIA GUEVARA

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Carlos Ricardo Delgado Villafuerte, certifica haber tutelado el proyecto **EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA TARALLA DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA OBTENCIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO**, que ha sido desarrollada por **Gema Nataly Chang Sánchez y Heidy Karolina Heredia Guevara**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Carlos Delgado Villafuerte, Mg. C.A.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LATARALLA DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA OBTENCIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Gema Nataly Chang Sánchez y Heidy Karolina Heredia Guevara, previa la obtención del título de ingeniero de Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Verónica Vera Villamil. Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jonathan Chicaiza Intriago. Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blga. María Pincay Campos M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida, sabiduría e inteligencia que nos ha brindado y ha impulsado a seguir adelante a pesar de las adversidades y errores.

A nuestros padres por el apoyo y la paciencia en estos años de preparación.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por darnos la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad.

A nuestros profesores, que transmitieron sus conocimientos que hoy nos consolidan como profesional de Ingeniería en Medio Ambiente.

A nuestro tribunal por la paciencia y el tiempo que nos brindaron a lo largo de la realización de nuestro trabajo de titulación.

Agradecimientos especiales a nuestro tutor Ing. Ricardo Delgado por el apoyo otorgado en el transcurso de este trabajo.

A todos ustedes, gracias totales.

Las Autoras

DEDICATORIA

Dedico este trabajo especialmente a Dios por haberme dado la vida y permíteme el haber llegado hasta este momento tan importante en mi formación profesional.

A mis padres, Jorge Chang y Mirna Sánchez que han sabido formarme con buenos valores, hábitos y sentimientos, por ser el pilar más importante en el transcurso de mi vida, demostrándome su cariño y apoyo incondicional.

A mi abuelito, a pesar de nuestra distancia física siento que estás conmigo siempre.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me han brindado a lo largo de esta etapa.

GEMA N. CHANG SÁNCHEZ

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, mis padres Mónica Guevara y Raúl Heredia, por apoyarme siempre a lo largo de mi vida y brindarme su amor, cariño y paciencia en mi etapa universitaria.

A mi hija Heymi Raphaella Murillo Heredia, por ser el motor para seguir adelante y no darme por vencida este logro es para ti y por ti mi pequeña.

A mi hermana Angy Heredia Guevara por ser esa persona que nunca me ha fallado y siempre está conmigo y me apoya.

A mami Sole, porque ella se merece todo de este mundo y una de sus felicidades será verme finalizar mis estudios de tercer nivel.

A mi ñaño Guevara porque a pesar de no estar ya con nosotros siempre estuvo en los momentos más especiales de mi vida, y sé que me cuida y estará muy orgulloso de mi.

HEIDY K. HEREDIA GUEVARA

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Estudios realizados sobre el uso de residuos agrícolas como posible material para la obtención de papel ecológico.....	4
2.2. Papel ecológico.....	5
2.3. Composición de la materia prima para la elaboración de papel.....	6
2.3.1. Maíz (<i>Zea mays</i>)	6
2.3.2. Composición de la taralla del maíz.....	6
2.4. Métodos para el procesos de pulpeo.....	7
2.5. Fases para la elaboración de papel ecológico.....	9
2.6. Producción de maíz en ecuador	11
2.7.1. Uso de la taralla de maíz.....	12
2.7.2. Impacto generado a partir de la industria del papel	12
2.8. Normas TAPPI T	13
2.9. Costo unitario	15
2.10. Precio de venta	15
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	16
3.1. Ubicación	16
3.2. Duración del trabajo	16
3.3. Tipo de investigación.....	16
3.4. Métodos y técnicas	17
3.4.1. Métodos	17

3.4.2. Técnica	17
3.5. Factor de estudio	17
3.6. Tratamientos	17
3.7. Diseño experimental	18
3.8. Unidad experimental	18
3.9. Variables en estudio.....	18
3.9.1. Variable independiente.....	18
3.9.2. Variable dependiente	19
3.10. Análisis estadístico.....	19
3.11. Manejo del experimento	19
Fase I. Establecer la proporción óptima de taralla de maíz (<i>zea mays</i>) que permitan cumplir con las normas tappi t 410, 411 y 412 para la elaboración del papel ecológico.	19
Fase II. Cuantificar mediante análisis de precios unitarios, el costo del papel ecológico.....	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
Fase I. Establecer la proporción óptima de taralla de maíz (<i>zea mays</i>) que permitan cumplir con las normas tappi t 410, 411 y 412 para la elaboración del papel ecológico.	24
fase II. Cuantificar mediante análisis de precios unitarios, el costo del papel ecológico.....	32
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5.1. Conclusiones	36
5.2. Recomendaciones	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS.....	42

CONTENIDO DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS

CUADROS

Cuadro 2.1. Materias primas usadas para la elaboración de papel.....	4
Cuadro 2.2. Composición de la taralla de maíz.....	6
Cuadro 2.3. Distribución de la producción de maíz duro en Ecuador.....	12
Cuadro 2.4. Propiedades físicas del papel Normas TAPPI T.....	15
Cuadro 3.1. Tratamientos de la investigación.....	18
Cuadro 3.2. Delineamiento de la unidad experimental.....	18
Cuadro 3.3. Detalle de los precios unitarios.....	22
Cuadro 4.1. Resultados del espesor (mm).....	26
Cuadro 4.2. Análisis de ANOVA del Espesor de las láminas.....	26
Cuadro 4.3. Resultados del gramaje (g/m ²).....	28
Cuadro 4.4. Análisis de ANOVA del gramaje.....	28
Cuadro 4.5. Resultados del porcentaje de humedad.....	29
Cuadro 4.6. Análisis de ANOVA del porcentaje de humedad.....	30
Cuadro 4.7. Resultados de las propiedades físicas.....	31
Cuadro 4.8. Análisis de costo por docena de láminas de papel ecológico.....	33
Cuadro 4.9. Detalle de costos indirectos en la producción de papel ecológico...	34
Cuadro 4.10. Detalle para el cálculo del precio de venta del papel.....	34
Cuadro 4.11. Costo de papel de diferentes fibras naturales.....	35
Cuadro 4.12. Base promedio de productoras de papel.....	35

FIGURAS

3.1. Ubicación del laboratorio físico – químico.....	16
---	----

GRÁFICOS

4.1. Elaboración de papel ecológico con la taralla de maíz.....	25
4.2. Relación de cantidad de residuo con el espesor obtenido del papel.....	27
4.3. Relación de cantidad de residuo con el gramaje obtenido del papel.....	29
4.4. Relación de cantidad de residuo con el porcentaje de humedad obtenido del papel.....	30

RESUMEN

La investigación se enfoca en la obtención de papel ecológico a partir de la taralla de maíz (*Zea mays*) como una solución para disminuir la deforestación y para reducir los residuos lignocelulósicos. Para el desarrollo del experimento se consideró como factor de variación la proporción del residuo teniendo 4 niveles tales como: (25%, 50%, 75%, 100%), siendo estos los tratamientos, con cuatro replicaciones cada uno, mediante el software InfoStat (2018) se realizó el análisis de los resultados. En la obtención de la pulpa se utilizó un proceso semiquímico, ideal para las fibras no madereras, obteniéndose láminas de papel de 30 cm x 24 cm con un total de 16 unidades experimentales, divididas en 8 partes con dimensiones de 7,5 cm x 12 cm cada lamina para el análisis de las propiedades físicas (gramaje, espesor y %humedad) de acuerdo a las Normas TAPPI T 410, 411, 412. Finalmente se obtuvo un papel que cumple con las condiciones requeridas, con una cantidad de residuo de 50%, cuyas características fueron: un espesor de 0,75 mm, un gramaje de 115 g/m² y un porcentaje de humedad de 6,70%, la hipótesis planteada se confirma con los resultados del segundo tratamiento y mediante el análisis de precios unitarios se logró obtener el costo por docena de papel y se le multiplicó la utilidad que fue de 15% resultando \$3,69 precio accesible para el mercado.

PALABRAS CLAVE

Residuos, maíz, taralla, papel ecológico.

ABSTRACT

The research focuses on obtaining ecological paper from the corn stem (*Zea mays*) as a solution to reduce deforestation and reduce lignocellulosic residues. For the development of the experiment, the proportion of the residue was considered as a variation factor having 4 levels such as: (25%, 50%, 75%, 100%), these being the treatments, with four replications each, using the InfoStat software (2018) the analysis of the results was performed. In obtaining the pulp, a semi-chemical process was used, ideal for non-wood fibers, obtaining sheets of paper of 30 cm x 24 cm with a total of 16 experimental units, divided into 8 parts with dimensions of 7.5 cm x 12 cm each sheet for the analysis of physical properties (grammage, thickness and % humidity) according to TAPPI Standards T 410, 411, 412. Finally, a paper was obtained that meets the required conditions, with a residue amount of 50 %, whose characteristics were: a thickness of 0.75 mm, a weight of 115 g / m² and a percentage of humidity of 6.70%, the hypothesis raised is confirmed with the results of the second treatment and through the unit price analysis the cost per dozen paper was obtained and the profit was added which was 15% resulting in \$3.69 price accessible to the market.

KEYWORDS

Waste, corn, stem, ecological paper.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Chaves et al. (2018) manifiestan que uno de los principales problemas que surgen a raíz del uso de papel en las actividades de oficinas, es que existe la necesidad de aumentar el espacio destinado a la siembra de árboles de rápido crecimiento, ya que en la industria papelera la celulosa necesaria para fabricar el papel se extrae de los árboles principalmente, además San Bernardo (2017) detalla que el porcentaje de materiales utilizados para la fabricación de papel a nivel mundial procedentes de fuentes no madereras está entre 8-9% y que se encuentra conformado por materiales como paja de arroz, trigo, bagazo de caña de azúcar, algodón, residuos de cultivos de maíz, coco, plátano entre otros lo que significa que el papel producido por fibra virgen representa 55% y el reciclado un 38%.

Según Figueroa (2008) en el Ecuador existe una gran cantidad de residuos industriales lignocelulósicos que son sub-aprovechados, tales como: el bagazo de caña, la taralla del maíz, cascarilla de arroz, raquis de la palma africana, coco, entre otros. Estos materiales pueden considerarse como una alternativa de materia prima, que mediante el desarrollo de tecnologías sustentables generen bienes con valor agregado, relacionado con lo anterior la Encuesta Superior de Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2017), hace referencia que la superficie cosechada del maíz duro seco representa el 51,28% del total producido a nivel nacional.

Según cifras del Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA, 2018), el uso del suelo por cultivos transitorios y Barbechos es de 102.868 (ha) con una producción absoluta de 1513.635 t/año de maíz duro seco en la provincia de Manabí representada por un 24,74% a nivel nacional es considerada como la segunda región que genera este cultivo generando 56.800 t/año de residuos. (SIPA, 2018).

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2016), la taralla del maíz consiste en el tallo que forma parte del rastrojo que se genera en cada cosecha. Torres (2000), manifiesta que generalmente lo que se hace con estos residuos es quemarlos o removerlos dentro de la superficie cosechada,

además de usarlos como alimento de ganado y compost, en el caso de la quema constituye una fuente importante de emisión de contaminantes al aire, de compuestos como el metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), bióxido de nitrógeno (NO₂) , hidrocarburos (NMHC) y partículas menores a 10 um (PM₁₀), afectando el medio ambiente y las propiedades del suelo.

Dada esta problemática es necesario plantear una alternativa de solución, que permita el aprovechamiento de este residuo, lo que lleva a las autoras a plantear la siguiente interrogante:

¿La elaboración del papel ecológico a partir de taralla del maíz disminuirá los residuos lignocelulósicos?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014), se expresa sobre los residuos generados después de la cosecha del maíz y la realización de varios estudios para encontrar métodos de procesamiento orientados a reutilizar estos residuos y reducir el impacto ambiental causado, generando un subproducto. Rochels (2010) manifiesta que enfocarse hacia el futuro es necesario, tomando en cuenta el interés de lo sustentable y el poder económico, siendo este imprescindible para un mejor desarrollo de la sociedad.

Al tener un país que produce maíz de forma intensiva se pueden considerar los residuos generados a partir de este para elaborar papel ecológico como menciona Rovayo (2016) que el Ecuador es considerado uno de los países pioneros en reutilizar residuos industriales (agrícolas, papeleros, cartones, vidrios, etc.) para generar productos amigables con el ambiente como también se estipula dentro de la Constitución del Ecuador 2008 en el principio del buen vivir o Sumak Kawsay (Título VI: Régimen de Desarrollo) que en el artículo 278 literal 2 establece “Producir, intercambiar y consumir bienes y servicios con responsabilidad social y ambiental”.

En el Plan Nacional de Desarrollo Toda una vida 2017- 2021 el Objetivo 5 indica que “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria”, haciendo referencia a seguir un

modelo circular e inteligente y coherente con la idea de que los recursos no son infinitos. Desde los principios reusar, reciclar, restaurar, redistribuir, regenerar materiales que son considerados desechos en unas industrias, pero que pueden constituir insumos de producción en otras, del mismo modo la economía circular responde a los desafíos del crecimiento económico y productivo actual, porque promueve un flujo cíclico para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de los materiales y la energía de productos y servicios disponibles en el mercado. Además, tiene como objetivo generar la prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible (Prieto, 2017).

Ecuador es un país que ha desarrollado nuevas tecnologías a través de emprendimientos y talleres aprovechando algunos residuos de cultivos (maíz, plátano, caña de azúcar) y materiales reciclados (papel, botellas de plástico, cartón) con la finalidad de exponer nuevas ideas para el desarrollo del país. Según el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Sucre (2018) en la provincia de Manabí se han realizado proyectos que conllevan a la utilización de residuos agrícolas para elaborar, papel ecológico, bioplástico, compost, entre otros.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de la taralla de maíz (*Zea mays*) en la obtención de papel ecológico.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer la proporción óptima de taralla de maíz (*Zea mays*) que permita cumplir con las normas TAPPI T 410, 411 y 412 para la elaboración del papel ecológico.
- Cuantificar mediante análisis de precio unitario, el costo de producción del papel ecológico.

1.4. HIPÓTESIS

Con un 50% de residuo de maíz (*Zea mays*) se obtendrá papel ecológico que cumpla con las características físicas establecidas por las normas TAPPI T 410, 411 y 412.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE EL USO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS COMO POSIBLE MATERIAL PARA LA OBTENCIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO

Velandia, Rey, Amado y Gonzales (2016) mencionan que en Colombia más del 60% de los residuos que se generan son de carácter orgánico. Este artículo se centra en evaluar otras propiedades químicas como contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina, y propiedades físicas como densidad, contenido de humedad, entre otros, propiedades que condicionan los procesos de producción de papel, importantes para conocer la viabilidad de uso y la estrategia de la extracción de la celulosa. Los residuos sólidos fueron analizados a través de pruebas de laboratorio basadas en las normas ASTM y TAPPI T, como son el algodón, bagazo de plátano, tallo de rosa, tallo de clavel, maderas duras, maderas blandas, paja, bambú, corona de piña que tienen un alto contenido de celulosa. Tomando en cuenta todos los demás análisis se concluyó que varios residuos tienen alto potencial para ser usados en la producción de papel.

A continuación, en el cuadro 2.1., se muestra la materia prima usada para elaboración de papel y el porcentaje que contienen de celulosa, hemicelulosa y lignina:

Cuadro 2.1. Materias primas usadas para la elaboración de papel

Material	Celulosa %	Hemicelulosa %	Lignina %
Maderas blandas	36-46	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	5-10	3-5
Hoja de tusa de maíz	18-40	11,34-31	14-19
Tallo de 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 naranja	16,2	13,8	1
Tallo maíz	50	20	30
Bagazo plátano	55,65	14	11,58

Fuente: Ramírez y Rodríguez (2011) citado por Velandia et al., (2016)

Relacionando los diferentes materiales que se pueden utilizar para elaborar papel ecológico existe una investigación para obtener papel a partir del raquis del plátano realizada por Moreno y García (2018) titulado "Determinación de la concentración óptima de hidróxido de sodio para la obtención de papel y sus

propiedades físico mecánicas, a partir del raquis del racimo de plátano (*Mussa paradisica*)” por consiguiente se obtuvo un papel de color blanco crema, con un porcentaje de celulosa de 22,8% un gramaje de 86 g/m², un espesor de 0,06 mm, una capacidad de absorción de 74,03%, con un 4,5% de humedad, con 3,19% de cenizas y una tensión de rotura de 0,1433 kg/15 mm, el cual demuestra que está dentro de los límites establecidos según las normas de calidad TAPPI T para ser considerado como un papel de exportación.

2.2. PAPEL ECOLÓGICO

Un papel es ecológico cuando se han tomado medidas concretas para reducir su impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida, uso, consumo sostenible de los recursos naturales y de la energía; control de las emisiones al aire, agua y suelo; correcta gestión de los residuos industriales; minimización de la producción de ruidos y olores entre otros (León y Fuentes, 2014).

Según Shalbaida (2018) el papel ecológico es aquel que el proceso de fabricación indica sostenibilidad y preocupación por el medio ambiente, obteniéndose a partir de fibras vegetales no recuperadas (residuos agrícolas como raquis de plátano, cáscara de coco, hojas de caña de azúcar, taralla de maíz, entre otros).

Entre las ventajas que contiene el papel ecológico según Duarte (2013) se pueden mencionar las siguientes:

- Reducción de la contaminación de las aguas en un 92%.
- Ahorro energético del 62% y ahora de agua del 86% con respecto a papeles producidos con pasta virgen.
- Disminuye favorablemente la producción de gases invernadero. Esto es importante, porque fabricar papel nuevo a partir de la madera obtenido de los árboles, implica incrementar el daño en la capa de ozono.
- Combate la deforestación, ya que actualmente la mitad de los bosques existentes en el planeta han sido talados y una buena parte de sus árboles, empleados en hacer papel no ecológico.

2.3. COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE PAPEL

2.3.1. MAÍZ (*Zea mays*)

El maíz (*Zea mays*) es considerado monoica perteneciente a la familia de las gramíneas, está dotada de un amplio sistema radicular fibroso, posee inflorescencias masculinas (espiguillas) y femeninas (elote, mazorca, espiga), lo cual se encuentran en la misma planta, pero situadas en distinto lugar. Su rápido crecimiento le permite alcanzar hasta los 2,5 m de altura, con un tallo erguido, rígido y sólido; algunas variedades silvestres alcanzan hasta los 7 m de altura. (Villafuerte, 2018).

El maíz tiene una capa externa fibrosa que aporta la mayor parte de la fibra celulósica y una médula interna que consiste principalmente en haces vasculares que transportan los líquidos dentro de la planta; esta médula aporta las características de opacidad en el papel (Torres, 2000).

2.3.2. COMPOSICIÓN DE LA TARALLA DEL MAÍZ

Torres (2000), manifiesta que los biocompuestos básicos que componen este tipo de materia vegetal son: celulosa, hemicelulosa y lignina, todos en cantidades diferentes de acuerdo al género y variedad de planta.

Cuadro 2.2. Composición de la taralla de maíz

Componente	Porcentajes presentes en las fibras (%)
Celulosa	23,6
Lignina	5,8
Cenizas	8,9

Fuente: Torres (2000).

A continuación, se muestran las definiciones de los componentes de las fibras:

a. LIGNINA

La lignina es un tipo de celulosa compuesta, combinada con moléculas de otras sustancias químicas llamadas pentosanos y compuestos químicos aromáticos o cíclicos, esta composición la vuelve rígida y más oscura por lo que debe ser separada y/o blanqueada para obtener una pasta de papel de calidad adecuada Fiuza (2007) citado por López (2008).

En la fabricación del papel se intenta eliminar el mayor porcentaje de lignina por diferentes motivos, Segebarth (2000) citado por Alicia (2011):

Para liberar la celulosa de la madera.

- Porque la molécula de lignina no crea fácilmente puentes de hidrógeno, indispensables para la resistencia mecánica de un papel.
- Porque es un compuesto muy inestable, le afectan mucho los agentes exteriores como la luz y la oxidación (el papel se acidifica, amarillea, fragiliza).
- Absorbe más luz que la celulosa por lo que es menos transparente.

b. CELULOSA

La celulosa es el componente más abundante de los tejidos vegetales por lo que está casi siempre presente en los residuos vegetales. Bajo condiciones aeróbicas muchos hongos, bacterias y mixomicetos están involucrados en la degradación de la celulosa, en general los hongos son más importantes para degradación de la celulosa que las bacterias, lo que ocurre especialmente cuando la celulosa está incrustada en la lignina Morales (2010) citado por Becerra (2017).

c. HEMICELULOSA

Se llaman hemicelulosa a un conjunto de polisacáridos diferentes de la celulosa, propios de los materiales lignocelulósicos. La hemicelulosa es amorfa, aunque no se las puede ver fuera de la estructura de la madera, por su composición química y su comparación con sustancias de composición semejante. Desde el punto de vista paplero la hemicelulosa posee sus ventajas y sus desventajas y se suele discutir su eliminación o no en los procesos de pulpeado (Núñez, 2015).

2.4. MÉTODOS PARA EL PROCESOS DE PULPEO

Solano (2010), considera que para el proceso de la separación de la celulosa presente en la materia prima en fibras útiles para elaboración de papel se presentan los siguientes métodos:

- a. MÉTODOS DE PULPEOQUÍMICO:** se basa en efecto de reactivos para separar las fibras, la lignina se solubiliza mediante reacciones químicas a temperaturas elevadas aproximadamente de 80°C - 180°C, el rendimiento varía entre el 45 - 55% dependiendo de la materia prima.

- b. MÉTODO SEMIQUÍMICOS:** los procesos de producción de pulpa de papel por medios semiquímicos implican aquellos procedimientos donde se utilizan etapas de tratamientos químicos y etapas de procesado mecánico. Los dos tipos de tratamientos son complementarios, y presentan en la pasta final las ventajas de las pastas químicas y de las mecánicas.
- c. MÉTODO DE PULPEO MECÁNICO:** se basa completamente en la acción física lo cual involucra el uso de una fuerza mecánica para pulpear los materiales lignocelulósicos, no se utilizan químicos solo el agua y el vapor como fuente de fibras las correspondientes a maderas suaves de colores claros y no resinosos. La lignina es retenida en la pulpa, por lo que se obtienen rendimientos altos entre el 90 - 98%. Esta pulpa se caracteriza por su elevado volumen alta rigidez y bajo costo.

El método semiquímico fue considerado para el desarrollo de esta investigación como se mencionó, tiene una combinación entre químico y mecánico utilizando un reactivo y maquinarias para la obtención de la pulpa de papel.

Solano (2010) menciona varias condiciones de pulpeo que se deben tomar en cuenta para el tratamiento de los diferentes residuos en la elaboración de papel ecológico que se detallan a continuación:

- **Especie y calidad de la madera:** La diferencia más efectiva entre los residuos lignocelulósicos duros y suaves se encuentra en la longitud de su fibra, así como el contenido de pentosa y lignina dando como resultado una variación a las propiedades de la pulpa obtenida.
- **Tiempo de cocción:** Está relaciona con otras variables como la temperatura, la cantidad y la concentración del licor, que generalmente varía entre una hora y dos horas.
- **Temperatura de cocción:** Entre más alta sea la temperatura menor será el tiempo de digestión, una temperatura por debajo de 90°C no aporta ninguna ventaja al rendimiento ni a la calidad de la pulpa, mientras por encima de los 180°C la celulosa es muy susceptible a degradarse.
- **Relación de productos químico y el residuo:** La relación entre los productos químicos y las astillas que se agreguen al reactor debe

mantenerse por encima de un mínimo determinado, con el fin de producir pulpa mediante la eliminación de lignina para separar las fibras. Esta concentración por lo general de 2 - 1 es decir que el residuo debe ser más alto que la concentración del reactivo.

2.5. FASES PARA LA ELABORACIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO

Torres (2000) establece el siguiente proceso para la elaboración del papel ecológico:

a. Recolección y limpieza de la taralla del maíz (*Zea mays*).

Según Torres (2000) el proceso de recolección y limpieza es realizado manualmente, lo primero es acumular los residuos generados después de la cosecha del maíz para luego separar las partes que no son significativas para este proceso (hojas, flores) y elementos extraños (tierra e insectos) que puedan contener. La finalidad de este primer paso es obtener la materia prima libre de impurezas para continuar con el siguiente proceso.

Area (2005), afirma que el propósito del proceso de pulpeo es la liberación de las fibras, la pulpa obtenida puede utilizarse para ciertos tipos de papeles, aunque en la mayoría de los casos se aplican tratamientos posteriores para dar a las fibras mejores propiedades para su uso final.

b. PICADO, REMOJO Y MOLIENDA

Luna, Oliveros, López, Maza y Olivos (2018), detallan como se debe realizar estos procesos con residuos que contengan alto contenido de celulosa y plantean que luego de haber obtenido los tallos limpios sin impurezas se procede a cortar en varias partes dependiendo del grosor del tallo y sus tamaños deberán estar en un rango entre 3 - 5 cm con el fin de obtener pulpa de fibra larga.

Seguidamente se procede a realizar el proceso de remojo que consiste pasar a remojar por un lapso de 12 horas los tallos secos para facilitar el proceso de molienda, el mismo que se realiza a través de un molino manual estrella cuya finalidad será disminuir el tamaño de las fibras entre 1 - 3 cm, terminado este proceso se obtendrá las fibras óptimas para que el líquido alcalino se concentre más rápido y el tiempo de cocción y concentración de NaOH disminuya.

c. COCCIÓN

Para el proceso de cocción se utilizará la técnica soda cáustica también conocido como hidróxido de sodio (NaOH), esta técnica se ha utilizado tradicionalmente para fibras no madereras, lo que da como resultado una pasta de celulosa para elaborar papel ecológico. En el proceso de fabricación de pasta tipo soda la materia prima fibrosa se digiere con una solución acuosa de NaOH. Dado que estas fibras tienen una estructura relativamente accesible y más bajo contenido de lignina, la temperatura para la fabricación de pasta puede ser entre 90 - 100 °C (Chávez y Domine 2013).

La producción de pulpa es básicamente un proceso mediante el cual se separan las fibras de los residuos (celulosa y hemicelulosa) de otros componentes no deseados como la lignina y los extraíbles (Ruiz, 2004).

El mismo autor manifiesta que la cocción debe considerar varios parámetros según el tipo de residuos que se vaya a utilizar ya que es fundamental conocer la temperatura adecuada para lograr la eliminación de la lignina como también el tiempo de cocción que se debe aplicar.

Chávez y Domine (2013) plantean que en el caso de la taralla de maíz se debe considerar un intervalo de concentración de NaOH al 20%, el tiempo que se debe realizar este proceso es entre 1 - 2 horas para lograr que se separe bien la lignina que contiene este tipo de residuo, además que la temperatura promedio de cocción es entre 90 - 100°C y que una vez obtenida esta temperatura se aplica el reactivo y se mantiene una temperatura entre 75 - 80°C con movimientos constantes. Este proceso se realiza en ollas de barro o de acero inoxidable de 10 litros de capacidad que logran una cantidad de 2 kg máximo para realizar este proceso.

d. ESCURRIDO, LAVADO Y FIBRILADO

En correlación con la finalización del proceso anterior el mismo autor manifiesta que el proceso de escurrido y lavado es uno de los procesos más importantes en la realización del papel ecológico, ya que puede resultar quebradizo y algo higroscópico es decir que puede facilitar el crecimiento de hongos y moho de la superficie si no se logra eliminar gran parte de la hemicelulosa.

Una vez obtenida la pulpa se procede a escurrir y exprimir de 3 - 5 veces con abundante agua hasta lograr retirar el licor negro que contiene hemicelulosa y lignina disueltas.

En la realización del fibrilado se utiliza una licuadora industrial con la finalidad de aumentar la unión de los puentes de hidrógeno entre fibras.

e. FORMACIÓN Y SECADO DE LA LÁMINA

Para la formación de las láminas se debe utilizar un bastidor de madera que contengan medidas de acuerdo a las láminas que se quieran realizar como por ejemplo para una A4 se puede considerar medidas de 40 x 30 cm que contenga una malla como también se debe realizar un marco con las mismas medidas del bastidor que será colocado sobre la tela Nylon.

La pulpa se mezcla en un recipiente con una relación de 1 libras de pulpa fibrilada en 2 litros de agua, se debe tomar en cuenta que en la formación de cada lámina esta mezcla debe ser agitada ya que la fibra se sedimenta en el fondo, una vez formada la lámina se procede a absorber el exceso de agua con la ayuda de un paño absorbente o una esponja y luego se retira la lámina formada en el bastidor pasando a tenderlas o colocarlas en un lugar donde puedan ser asentadas y secadas al aire libre.

2.6. PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN ECUADOR

En Ecuador se cultiva en diferentes ecosistemas, desde las zonas tropicales en la costa, desde las tierras tropicales hasta las zonas andinas de la sierra, siendo así el maíz uno de los cultivos más importantes del país (Farmagro, 2018).

Castillo (2018) manifiesta que durante el 2017 en Ecuador se produjeron cerca de 1,4 millones de toneladas (t) de maíz en más de 200.000 ha sembradas en el país. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el invierno del 2016 el rendimiento del cultivo de maíz duro seco (con 13% de humedad y 1% de impureza) fue de 5,51 toneladas hectáreas (t/ha).

A continuación, en el cuadro 2.3. se detalla la distribución de las provincias con mayor producción de maíz duro en el Ecuador:

Cuadro 2.3. Distribución de la producción de maíz duro en Ecuador

Provincias	Superficie (ha)	Producción (t)	Participación Nacional %
Los Ríos	94.942	597.585	39,42
Manabí	82.123	457.421	24,75
Resto de provincias	71.851	199.443	21,96
Guayas	38.873	181.407	13,89
Total Nacional	358.822	1436.103	100

Fuente: SIPA (2018)

2.7.1. USO DE LA TARALLA DE MAÍZ

La parte interna de maíz se encuentra compuesto principalmente de tejido celular, libre de savia y otras impurezas lo que proporciona una fuente pura de celulosa natural. En Estados Unidos, el tejido medular es extraído por maquinaria y utilizado en la fabricación de celuloide, pulpa de papel, tabletas de linóleo de pisos. Aislantes para refrigeradores, tuberías de vapor y calderas y celdas secas para almacenamiento de baterías eléctricas (Torres, 2000).

2.7.2. IMPACTO GENERADO A PARTIR DE LA INDUSTRIA DEL PAPEL

García y Amil (2001) menciona que desde el punto de vista de impacto ambiental la industria papelera se ha encontrado con una creciente oposición por razones medioambientales, aspectos relacionados con el origen de la madera empleada y la forma de gestionar los bosques, ya que casi el 20% de la madera utilizada en la fabricación de pastas de papel procede de bosques naturales originales y el 29% de plantaciones.

La industria de pasta-papel durante su proceso de producción consume agua y energía, se emplean productos químicos (sulfitos, dióxido de cloro, gas cloro, sulfato de aluminio, entre otros) y contaminación atmosférica (partículas finas, óxidos de azufre, óxidos de nitrógenos, gases de azufre y componente órgano volátiles), en cuanto a los residuos sólidos (cenizas y lodos generados) no son considerados peligrosos, entonces los principales problemas generados son el espacio requerido, las materias orgánicas que contiene y los lodos procedentes del proceso de blanqueado. (García y Amil, 2001).

Asimismo menciona Remacha (2017) que uno de los impactos generados indirectamente de la industria papelera es el uso intensivo de los medios de transporte contribuyendo así también a la contaminación atmosférica debido al dióxido de carbono.

2.7.2.1. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.

Según Quihue (2014), los principales impactos ambientales ligados a la producción de pulpa de papel son:

- **Consumo de energía:** La industria papelera es el quinto sector industrial en consumo de energía, con un 5% del uso mundial de energía. No obstante, este sector tiene un gran potencial para cubrir internamente su demanda.
- **Consumo de agua:** La elaboración de pulpa de papel requiere grandes cantidades de agua, que varían en función de las materias primas y de las tecnologías. Las plantas de producción de pulpa más modernas están reduciendo en gran medida su consumo de agua recirculando el agua de sus efluentes. Alrededor del 95% del agua usada en los procesos, son purificadas y reutilizadas y son limpiadas antes de devolverlos a los cursos fluviales. Sólo un 5% se pierde por evaporación.
- **Emisiones gaseosas:** La fabricación de papel puede emitir a la atmósfera contaminante como compuestos orgánicos volátiles, óxidos nitrosos y de azufre, monóxido de azufre entre otros. Debido al elevado consumo energético, también origina indirectamente, emisiones de dióxido de carbono, responsables del efecto invernadero.
- **Residuos sólidos:** La industria papelera genera una enorme cantidad de residuos de mayor o menor toxicidad según el proceso como: preparación de la madera y generación de desechos sólidos.

2.8. NORMAS TAPPI T

La Asociación Técnica de la Industria del Papel y la Pulpa (TAPPI T) es una organización internacional sin fines de lucro, que está conformada en torno a una comunidad de miles de ingenieros, gerentes, científicos, académicos, proveedores y otras personas de todo el mundo. Esta asociación fue fundada en 1915, cubre no solo las industrias mundiales de la pulpa y el papel, sino del embalaje y la conversión. A través del intercambio de información, la oferta de contenido confiable y oportunidades de relacionamiento, esta asociación genera para sus miembros una mejor forma de hacer negocios (Zanuttini, 2008).

El mismo autor menciona las diferentes normas para la realización de papel a continuación:

- **Norma TAPPI T 410 (Determinación del gramaje)**

Esta describe el procedimiento para determinar el gramaje del papel, usando una máquina de pesar Explore, en la industria papelera el peso del papel es expresado en gramos por metro cuadrado (g/m^2) y son las unidades preferidas de las normas TAPPI T.

Para llevar a cabo este proceso primero se deben cortar en partes iguales el papel obtenido, para luego colocarla en la báscula, la misma que reportará los resultados de los pesos y por medio de la ecuación 2.1. Se determinará el gramaje.

$$\text{Peso} \times 100 = \text{gramaje} \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right) \quad [2.1.]$$

- **Norma TAPPI T 411 (Determinación del espesor)**

En el proceso de la determinación del espesor se hace uso de un Micrómetro, tomando varias medidas de las hojas para sacar un promedio, el espesor es una propiedad importante del papel y las variaciones de este son de especial importancia para la rigidez del papel.

El proceso que se debe realizar es el siguiente: primero se cortarán 8 pedazos de igual dimensiones de acuerdo a la norma, y al tomar los datos del espesor de cada uno se obtendrá el valor máximo y mínimo encontrado.

- **Norma TAPPI T 412 (Determinar el porcentaje de humedad)**

Para el desarrollo de esta norma cuyo procedimiento permite determinar el porcentaje de humedad presente en el papel, se utiliza un horno con capacidad de 105 – 500°C, un desecador y una báscula.

El procedimiento a realizar es el siguiente: primero se cortan en dimensiones iguales las muestras para las respectivas pruebas y seguidamente se toma la lectura del peso de la báscula, una vez obtenido se introducirán las muestras en la estufa a 105°C por 2 horas con la finalidad de liberar la humedad, después se dejará en un desecador por 30 minutos y se volverá a obtener el peso libre de

humedad y finalmente se calcula el porcentaje de humedad por medio de la ecuación establecida por la Norma TAPPI T.

$$[\% \text{ Humedad} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} * 100] \quad [2.2.]$$

W_1 = Peso inicial del espécimen (g)

W_2 = Peso libre de humedad (g)

Cuadro 2.4. Propiedades físicas del papel Normas TAPPI T

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: Zanuttini (2008).

2.9. COSTO UNITARIO

El costo unitario es el valor promedio que, a cierto volumen de producción, cuesta producir una unidad del producto. Se obtiene dividiendo el costo total de producción (suma de los costos fijos y variables) por la cantidad total producida, según afirma Río González (2011) citado por (López, 2014).

2.10. PRECIO DE VENTA

Albán (2015) considera que el precio de venta para un producto al mercado se obtiene dividiendo el costo y gastos totales para el número de unidades producidas más la utilidad, expuesta en porcentajes, a continuación, se detallan las siguientes formulas necesarias para implementarse este tipo de costo:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de Producción} + \text{Gastos de Operación} \quad [2.3.]$$

$$\text{Precio de Venta (pv)} = \text{Costo Total} \times \text{Beneficio}(\%)$$

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el laboratorio físico químico del área agroindustrial de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, ubicada en el sitio El Limón del cantón Bolívar, provincia de Manabí cuyas coordenadas UTM 17 m.s.n.m. 540549; 9908633.

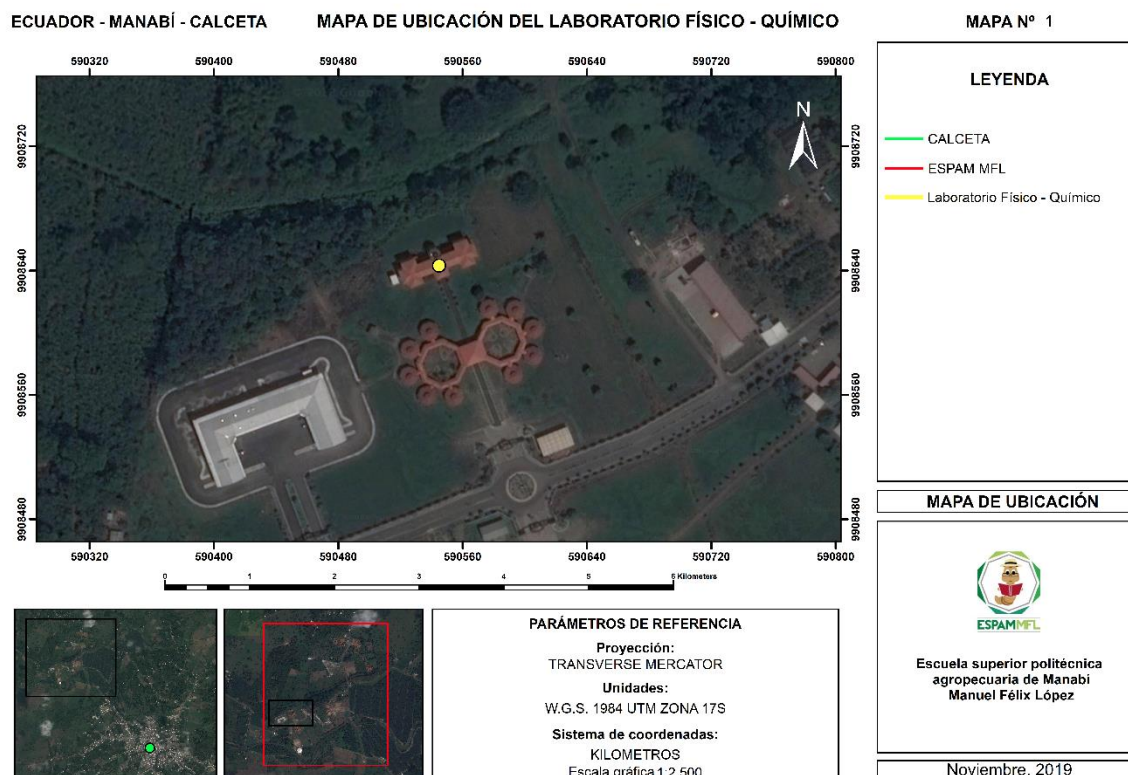


Figura 3.1. Ubicación del laboratorio físico – químico. Fuente: Google Earth.

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación tuvo una duración de 9 meses, iniciando en el mes de octubre de 2018, culminando en junio de 2019.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo experimental por medio del cual se evaluó el efecto de la taralla de maíz en diferentes proporciones, sobre las propiedades físicas del papel ecológico y con los métodos estadísticos se verificó la hipótesis planteada relacionada con el factor como tal que es la cantidad de residuo.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.4.1. MÉTODOS

3.4.1.1. MÉTODO DEDUCTIVO

Se utilizó como una herramienta para el razonamiento de la recopilación y presentación sistemática a partir de los datos obtenidos en la investigación para deducir resultados y comprobar el nivel de veracidad del factor en estudio como también sirvió para poder desarrollar las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

3.4.1.2. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

Gracias a este método se logró desarrollar conocimientos, habilidades de redacción y de transmisión de los datos obtenidos aportando de manera científica al desarrollo de la investigación a través de libros, ensayos, artículos, tesis entre otros, con la finalidad de dar las pautas necesarias para solucionar el problema de este trabajo de investigación.

3.4.1.3. MÉTODO ESTADÍSTICO

Se utilizó este método desarrollando una estadística descriptiva en la fase de recopilación de datos del proyecto, tabulación y análisis de los resultados con la estadística inferencial, utilizando el ANOVA para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos y la prueba de media para la constatación del mejor tratamiento para lo cual se utilizó el software InfoStat (2018).

3.4.2. TÉCNICA

La siguiente investigación se estandarizó con la utilización de una técnica realizada por Chávez y Domine (2013) para la eliminación de la lignina a través de Soda caustica o NaOH en la obtención de celulosa para la elaboración de papel ecológico, como también se realizó la determinación de las propiedades físicas del papel que estuvieron regidas a lo establecido por las Normas TAPPI T.

3.5. FACTOR DE ESTUDIO

Residuos de taralla de maíz.

3.6. TRATAMIENTOS

A continuación, en el cuadro 3.1. se muestran los tratamientos con sus 4 niveles y sus respectivas concentraciones

Cuadro 3.1. Tratamientos de la investigación.

Tratamientos	Concentración (%)	Residuo
T ₁	25	Taralla de maíz
T ₂	50	Taralla de maíz
T ₃	75	Taralla de maíz
T ₄	100	Taralla de maíz

Fuente. Las autoras.

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un diseño completamente aleatorizado DCA ya que el desarrollo del experimento se realizó en condiciones controladas, es decir se ejecutó en una casa con todos los materiales necesarios, manipulado por las autoras todo el proceso de cada tratamiento, el cual estuvo centrado en un solo factor con varios niveles o tratamientos con el objetivo de identificar si producen efectos distintos en la variable respuesta, la investigación utilizó 4 tratamientos (dosis de taralla), 4 repeticiones y las propiedades físicas del papel ecológico (gramaje, espesor y humedad).

Se realizó la prueba de Tukey al 5% de error que se basa en agrupar las medias de los tratamientos por variables y las compara entre sí lo que nos permitió observar las diferencias significativas de cada una de estas agrupaciones, facilitando el análisis de los resultados para la toma de decisiones.

3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL

En el delineamiento de la unidad experimental se dispuso 16 unidades experimentales de las cuales cada una estará conformadas por 2 submuestras con dimensiones de 30 cm y 24 cm para la determinación de las propiedades físicas del papel.

Cuadro 3.2. Delineamiento de la unidad experimental.

Nomenclatura	Repeticiones	Combinaciones de los tratamientos	
		Reactivo Hidróxido de Sodio NaOH (%)	Residuos de Taralla (%)
T ₁	4	20	25
T ₂	4	20	50
T ₃	4	20	75
T ₄	4	20	100

Fuente: Las autoras

3.9. VARIABLES EN ESTUDIO

3.9.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Proporción de taralla de maíz.

3.9.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Propiedades físicas del papel ecológico.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó utilizando la herramienta InfoStat (2018) donde se efectuó:

- Recopilación y Tabulación – estadística descriptiva
- Análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables en estudio.
- Pruebas de medias de los tratamientos – Tukey al 5% de error.

3.11. MANEJO DEL EXPERIMENTO

La ejecución del trabajo de investigación se realizó en las siguientes fases:

FASE I. ESTABLECER LA PROPORCIÓN ÓPTIMA DE TARALLA DE MAÍZ (*Zea mays*) QUE PERMITAN CUMPLIR CON LAS NORMAS TAPPI T 410, 411 Y 412 PARA LA ELABORACIÓN DEL PAPEL ECOLÓGICO.

ACTIVIDAD 1. ELABORACIÓN DEL PAPEL ECOLÓGICO

Para el desarrollo de esta actividad se aplicó el método de pulpeo químico que consiste en la utilización de reactivos para lograr la eliminación de la lignina y se tomó como referencia lo expuesto por Torres (2000), quien establece que la relación que debe existir entre los residuos y el reactivo es hasta un 80% de residuo para la separación de la lignina, por lo que se consideró realizar 4 niveles a partir del residuo con proporciones divididas en 25, 50, 75 y 100% para cada tratamiento realizando 4 repeticiones.

Para realizar el proceso se consideraron las siguientes actividades establecidas por Torres (2000):

a. RECOLECCIÓN Y LIMPIEZA DE LA TARALLA DEL MAÍZ (*Zea mays*)

Para el desarrollo de la investigación se obtuvo la taralla de maíz (*Zea mays*) de la finca del señor Jorgito Loor ubicada en el sector San Pablo del cantón Chone, en esta zona el cultivo que predomina es la semilla trueno debido a su rusticidad para el trópico y resistencia para la temporada lluviosa. Esta operación se realizó manualmente de manera que la materia prima esté libre de elementos extraños como tierra e insectos, tal como lo detalla Torres (2000).

b. PICADO, REMOJO Y MOLIENDA

Según lo realizado por Luna, Oliveros, López, Maza y Olivos (2018), una vez obtenidas las tallaras limpias, se procedió a cortar las fibras de 3 a 5 cm de largo, para luego remojarlas durante 12 horas. Luego se procedió a la molienda de las

fibras a través de un molino manual tipo Estrella, este proceso redujo el tamaño de las fibras entre 1 a 3 cm, permitiendo que el líquido alcalino se concentre más rápido y el tiempo de cocción y concentración del NaOH disminuya.

c. COCCIÓN

Para el desarrollo de la cocción se utilizó ollas de acero inoxidable de 10 litros con capacidad para 1 Kg de celulosa y una solución alcalina de NaOH al 20%, para cada tratamiento se consideró una hora con treinta minutos y una temperatura entre 90 - 100°C, según lo expuesto en la investigación de Chávez y Domine (2013), terminado el proceso el indicador para proceder al siguiente paso será cuando se logre deshacer el material al momento de frotarlo entre los dedos.

d. ESCURRIDO, LAVADO Y FIBRILADO

La pulpa negra obtenida fue escurrida hasta retirar la máxima cantidad de licor generado, inmediatamente se procedió a lavar de 3 a 5 veces hasta conseguir un efluente claro. Según Latasa (2001) esta es una de las etapas más importantes ya que se debió efectuar correctamente porque si no se lleva a cabo paso a paso podría dar como resultado un papel quebradizo, algo higroscópico o absorber humedad del medio, el fibrilado se efectuó por medio de una licuadora.

e. FORMACIÓN Y SECADO DE LA LÁMINA

En la formación de láminas se utilizó un bastidor rectangular de área de 40 x 30 cm en madera, con una malla y tela nylon. La delimitación de la lámina se hizo con un marco del mismo tamaño del bastidor colocado sobre la tela.

La pulpa obtenida se mezcló en un recipiente para formar las láminas de cada tratamiento agitándola antes de crear cada una y con la esponja absorbente se quitó el exceso de agua, para finalizar se procedió a ubicarlas en una superficie plana para secarse al aire libre (Latasa, 2001).

ACTIVIDAD 2. DETERMINAR LAS PROPIEDADES DEL PAPEL

Una vez obtenido el papel ecológico se procedió a medir las propiedades físicas para comprobar si cumple con los parámetros establecidos por las Normas TAPPI T 410, 411 y 412, que han sido mencionadas en el marco teórico. Se consideró dividir cada lámina en 8 partes iguales con dimensiones de 7,5 cm x

12 cm resultando 256 submuestras para la determinación de todas las propiedades y se consideró las siguientes acciones:

a. MEDIR EL ESPESOR DEL PAPEL

La determinación del espesor se realizó bajo la Norma TAPPI T 411, esta describe el procedimiento usando un micrómetro eléctrico para obtener el espesor mínimo y máximo de cada tratamiento.

b. MEDIR EL GRAMAJE DEL PAPEL

La Norma TAPPI T 410 describe el procedimiento para determinar el gramaje del papel, para el desarrollo se tomó el gramaje a través de una máquina de pesar Explore Sartorius que reposa en el laboratorio físico químico de la carrera de Agroindustria de la ESPAM MFL, en la industria papelera el peso del papel es expresado en gramos por metros cuadrados (g/m^2). Finalizado el proceso se procedió a usar la ecuación 2.1. establecida por la norma para esta característica.

$$\text{Peso} \times 100 = \text{gramaje} \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right) \quad [2.1.]$$

c. DETERMINAR EL PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL PAPEL

Esta propiedad se llevó a cabo por lo planteado por la Norma TAPPI T 412, la misma que describe el procedimiento para determinar el porcentaje de humedad presente en el papel ecológico, utilizando un horno eléctrico, desecador y una báscula para pesar. Los resultados obtenidos se plasmarán en la ecuación 2.2. establecida por la norma.

$$\left[\% \text{ Humedad} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} * 100 \right] \quad [2.2.]$$

En donde:

W_1 = Peso inicial del espécimen (gr)

W_2 = Peso libre de humedad (gr)

ACTIVIDAD 3. TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para el desarrollo de esta actividad los datos obtenidos se mostraron en una tabla para realizar los respectivos gráficos de barras, el porcentaje de significación, además se aplicó el ANOVA y la prueba de Tukey para encontrar

las diferencias significativas con lo que se verificó el cumplimiento de las propiedades del papel de acuerdo con la Normas TAPPI T.

FASE II. CUANTIFICAR MEDIANTE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, EL COSTO DEL PAPEL ECOLÓGICO.

Una vez finalizado el proceso y obtenido el papel ecológico, se realizó un análisis económico del costo de la producción por docena de láminas obtenida. Esta determinación se realizó de acuerdo al cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Detalle de precios unitarios

Materia Prima	Cantidad	Costo c/u	Total
Taralla			
Agua potable			
		Total	

Materiales e insumo

Materiales	Cantidad	Costo c/u	Total
Hidróxido de Sodio (NaOH)			
Tela nylon			
Malla fina			
Bastidores			
Marco de madera			
Tijeras			
Esponja			
		Total	

Equipo

Equipos	Cantidad	Costo c/u	total
Micrómetro			
Cocina			
Gas			
Termómetro			
Licuadaora			
Bascula			
		Total	

Mano de obra

Personal de trabajo	Cantidad	Costo hora	Total
Fabricador			
Elaboración de Papel			
Medición de Propiedades			
		Total	
Suma de los totales			

Fuente: Las autoras

En la determinación del valor del papel ecológico se tomó como referencia los recursos del cuadro 3.3, para poder sacar el costo unitario de cada uno de ellos. Álava y Díaz (2018), sostiene que en la producción del papel se consideraron los costos directos e indirectos, utilizados para la elaboración de láminas de papel

ecológico a base de residuo de maíz (taralla). A continuación, se detallan los parámetros establecidos, con aquellos recursos que fueron empleados en el proceso de elaboración.

El membrete fue uno de los parámetros establecidos para el cual se consideró el nombre del proyecto a realizarse y la unidad de medida; el costo directo también fue de los parámetros el cual incluyó, los equipos, la mano de obra y los materiales. Para obtener los resultados se realizó una sumatoria del segundo parámetro ya mencionado, además se tomó en cuenta los costos indirectos ya que estos también aportan a la elaboración del papel, el costo total fue otro de los resultados el cual se obtuvo de la suma de los costos directos e indirectos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FASE I. ESTABLECER LA PROPORCIÓN ÓPTIMA DE TARALLA DE MAÍZ (*Zea mays*) QUE PERMITAN CUMPLIR CON LAS NORMAS TAPPI T 410, 411 Y 412 PARA LA ELABORACIÓN DEL PAPEL ECOLÓGICO.

ACTIVIDAD 1. ELABORACIÓN DEL PAPEL ECOLÓGICO

La FAO (2014) manifiesta que después de la cosecha y desgrano se generan los rastrojos, hojas secas, tallos y tusas como residuos agrícolas. Por lo que en los últimos años se han venido realizando proyectos innovadores aprovechando este material.

La elaboración del papel ecológico se llevó a cabo a través de los siguientes pasos, teniendo en cuenta que, según lo establecido por Torres (2000) se consideró la concentración del NaOH al 20% (20 g) para todos los tratamientos ya que el factor de variación fueron el porcentaje de residuo.

Los residuos del cultivo de maíz se obtuvieron de la finca del Sr. Jorgito Loor Solórzano, ubicada en el Sector San Pablo del cantón Chone, se procedió a limpiar la taralla para evitar la propagación de insectos y obtener la materia prima para la elaboración del papel ecológico (Ver Anexo 1) luego se procedió a realizar el proceso de picado, remojo, molienda, cocción, escurrido, lavado, fibrilado, formación y secado de la lámina (Ver Anexo 2, 3,4, 7, 8, 11 y 12).

Una vez identificado todo el proceso se realizó un diagrama de flujo para la visualización del mismo, como se lo presenta en el gráfico 4.1.

La elección de la taralla del maíz se realizó porque al ser uno de los principales productos agrícolas cultivados en el país, representa el 7% de la producción nacional que constituye la base de una de las principales cadenas productivas y según los datos del SIPA (2018) solo en la provincia de Manabí la producción absoluta de maíz es de 1513.635 t/año y por consiguiente se genera 56.800 t/año de residuos, las propiedades químicas que contiene la taralla de maíz son consideradas aptas para la elaboración de papel ecológico ya que contienen 50% de celulosa, 20% de hemicelulosa y 30% de lignina (Velandia, Rey, Amado y Gonzales, 2016).

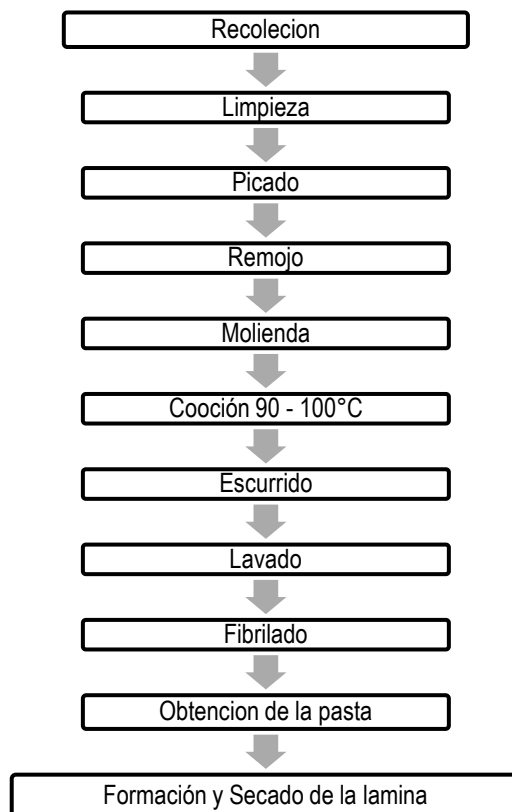


Gráfico 4.1. Elaboración de papel ecológico con la taralla de maíz.
Fuente: Las autoras

ACTIVIDAD 2. DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL PAPEL

Para proceder a tomar las características físicas del papel se consideraron dos submuestras de cada repetición que fueron láminas de 30 cm x 24 cm divididas en 8 partes con dimensiones iguales de 7,5 cm x 12 cm resultando 256 muestras para realizar todas las propiedades físicas del papel: espesor, gramaje y el porcentaje de humedad respectivamente.

Con los datos obtenidos del espesor de las muestras, detallados en una hoja de Microsoft Excel (Anexo 3.1.) se puede observar el valor mínimo y máximo y la media correspondiente a esta propiedad. Con la máquina de pesar Explore Sartorius se desarrolló la toma del gramaje cuyos resultados se mostraron en g/m^2 (Anexo 3.2.), el resultado del gramaje pasó a ser el peso inicial y el peso final libre de humedad fue el obtenido después de pasar por el desecador (Anexo 3.3.) para cumplir con la ecuación 2.2.

A partir de los resultados obtenidos de las propiedades del papel (espesor, gramaje y % humedad) se realizaron los siguientes cuadros y gráficos para

analizar la factibilidad que tuvo el papel ecológico a través de un análisis estadístico que se lo desarrolló en el software InfoStat (2018), donde se realizó un análisis de varianza unifactorial (ANOVA) y la prueba de comparación de media por el método de Tukey al 5% de probabilidades de error.

- **ESPESOR DE LAS LÁMINAS ECOLÓGICAS**

En el cuadro 4.1. se detallan las medias obtenidas de cada tratamiento con sus réplicas correspondiente al espesor de las láminas y el promedio final de cada proceso.

Cuadro 4.1. Resultados del Espesor (mm).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1	0,50	0,66	0,69	0,66	0,63
T2	0,78	0,80	0,69	0,72	0,75
T3	0,87	0,77	0,87	0,94	0,87
T4	0,97	0,96	0,98	1,02	0,99

Fuente: Las autoras.

El cuadro 4.2. detalla el resultado del ANOVA realizado en el software InfoStat (2018) de acuerdo con el espesor de las láminas.

Cuadro 4.2. Análisis de ANOVA del Espesor de las láminas.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo II)					
F.V.	Gl	Sc	Cm	Fc	p-valor
Tratamientos	3	0,28	0,09	33,75	<0,0001
Error experimental	12	0,05	0,0039		
Total	15	0,33			

Fuente: InfoStat (2018).

Haciendo la relación entre el porcentaje de residuo y el espesor obtenido del papel, los valores reportados en los promedios del espesor por tratamiento son los siguientes: $(T_1) = 0,63$; $(T_2) = 0,75$; $(T_3) = 0,87$; $(T_4) = 0,99$; se comprobó que estadísticamente los resultados presentan diferencias significativas entre sí, es decir que no hay homogeneidad entre ellos, tomando en cuenta que el valor P fue de 0,0001, que relacionado con 0,05 es un valor menor.

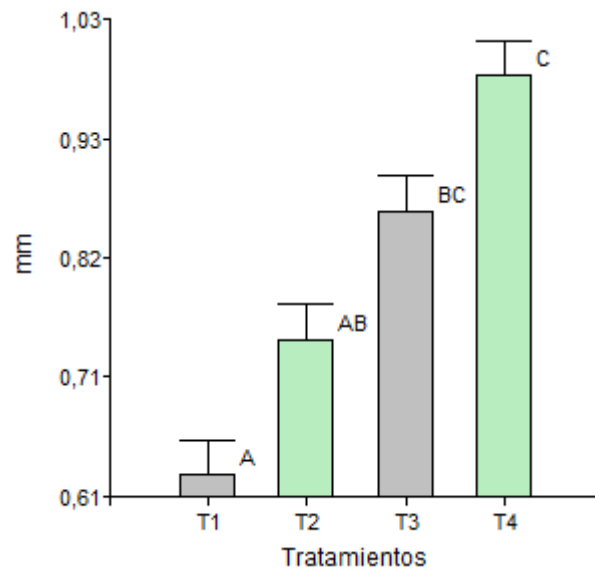


Gráfico 4.2. Relación de cantidad de residuo con el espesor obtenido del papel.

El gráfico 4.2., representa la variabilidad que hay entre todos los tratamientos es decir, a medida que aumenta la cantidad de taralla de maíz, aumenta el espesor de las láminas y esto se debe por la baja cantidad de NaOH que no permiten eliminar la suficiente lignina, los tratamientos T₁, T₂ y T₃ se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma TAPPI T 411 – Espesor del papel (calibre) de papel, cartón y cartones combinados; que se detalla en el cuadro 2.4., el T₂ con un 50% de residuo y un espesor de 0,75 mm fue considerado el mejor tratamiento mientras que T₄ al no cumplir con los límites establecidos no es considerado papel.

Burgos (2010) señala que normalmente se determina el espesor del papel para comprobar su uniformidad en diferentes puntos, pero este debe cumplir con un valor mínimo y máximo para ser considerado papel ecológico, según el estudio realizado por Chiluiza y Hernández (2009) se mostraron resultados del espesor entre 0,755 mm - 0,95 mm en láminas elaboradas a partir de caña guadua. Castillo, (2003) establece que una lámina de papel puede tener un espesor entre 0,65 mm y 0,966 mm y que en el caso de un espesor mayor a estos valores es considerado cartulina. De acuerdo a los resultados de la propiedad del espesor los tratamientos T₁, T₂ y T₃ se encuentran dentro de los establecido por la norma y tiene relación con los resultados de otros papeles ecológicos elaborados a partir de residuos agrícolas.

- **GRAMAJE DE LAS LÁMINAS ECOLÓGICAS**

En el cuadro 4.3. se muestran los valores de las medias de los tratamientos con el promedio final del proceso de cada tratamiento.

Cuadro 4.3. Resultados del gramaje (g/m^2).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1	77,8	94,9	102,8	117,8	98,3
T2	115,4	146,8	68,6	132,4	115,8
T3	161,6	162,3	145,6	134,4	151,0
T4	176,6	154,4	153,3	174,4	164,7

Fuente: Las autoras

A continuación, se detalla en el cuadro 4.4. el análisis del ANOVA realizados en el software InfoStat (2018) de acuerdo con el gramaje de las láminas.

Cuadro 4.4. Análisis de ANOVA del gramaje de las láminas ecológicas.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo II)					
F.V.	Gl	Sc	Cm	Fc	p-valor
Tratamientos	3	11293,46	3764,49	8,50	<0,0027
Error experimental	12	5313,38	442,75		
Total	15	16606,84			

Fuente: InfoStat (2018).

Haciendo la relación entre el porcentaje de residuo y el gramaje obtenido del papel, los valores reportados en los promedios del espesor por tratamiento son los siguientes: $(T_1) = 98,3$; $(T_2) = 115,8$; $(T_3) = 151,0$; $(T_4) = 164,7$; se comprobó que estadísticamente los resultados presentan diferencias significativas entre sí, es decir que no hay homogeneidad entre ellos, con un nivel de confianza del 95% tomando en cuenta que el valor P fue de 0,0027, que relacionado con 0,05 es un valor menor, tal como se puede observar en el cuadro 4.4.

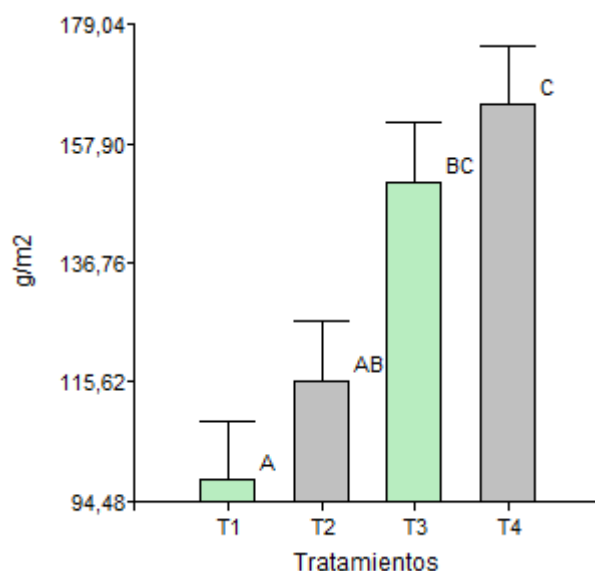


Gráfico 4.3. Relación de cantidad de residuo con el gramaje obtenido del papel.

El gráfico 4.3. representa las medias del gramaje obtenido de los tratamientos los valores obtenidos estuvieron entre $98,3 \text{ g/m}^2$ y $164,7 \text{ g/m}^2$, como se observa el gramaje va aumentando según la cantidad de taralla, pero los tratamientos T_1 y T_2 (25% y 50%) se encuentran dentro de los parámetros establecidos por lo establecido por la Norma TAPPI T 411 y los tratamientos T_3 y T_4 (75% y 100%) no cumplen con la norma. En la investigación se consideró el T_2 como el más factible con un 50% de taralla y un gramaje de $115,8 \text{ g/m}^2$.

Castillo (2003) manifiesta que se considera papel hasta un gramaje de 119 g/m^2 y que a partir de 120 g/m^2 es cartulina y desde 300 g/m^2 cartones, sin embargo, Cantavalle (2017) considera que el gramaje es una de las características que define que tipo de papel es entre los existentes dentro de la industria papelera y afirma que el papel ecológico debe contener un gramaje entre $70 - 95 \text{ g/m}^2$ que puede ser utilizado para impresión o fotocopias y un gramaje de 150 a 350 g/m^2 es considerado como cartulina.

- **PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LAS LÁMINAS ECOLÓGICAS.**

A continuación, el cuadro 4.5. se muestran los resultados de las medias de los tratamientos con el promedio final del proceso de cada tratamiento.

Cuadro 4.5. Resultados del porcentaje de Humedad.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1	7,5	8,0	9,4	8,3	8,3
T2	7,0	6,9	6,6	6,2	6,7
T3	14,9	14,4	12,0	10,5	12,9
T4	10,1	9,8	9,9	12,3	10,5

Fuente: Las autoras.

El cuadro 4.6. muestra el análisis ANOVA realizado en el programa InfoStat (2018) de acuerdo con el % de humedad de las láminas.

Cuadro 4.6. Análisis de ANOVA del porcentaje de Humedad.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo II)					
F.V.	Gl	Sc	Cm	Fc	p-valor
Tratamientos	3	89,29	29,76	18,43	<0,0001
Error experimental	12	19,39	1,62		
Total	15	108,68			

Fuente: InfoStat (2018).

Haciendo la relación entre el porcentaje de residuo y porcentaje de humedad obtenido del papel, los valores reportados en los promedios del espesor por tratamiento son los siguientes: (T₁) = 8,3; (T₂) = 6,7; (T₃) = 12,9; (T₄) = 10,5; se comprobó que estadísticamente los resultados presentan diferencias significativas entre sí, es decir que hay homogeneidad entre ellos, con un nivel de confianza del 95% tomando en cuenta que el valor P fue de 0,0001, que relacionado con 0,05 es un valor demasiado menor, como se observa en el cuadro 4.6.

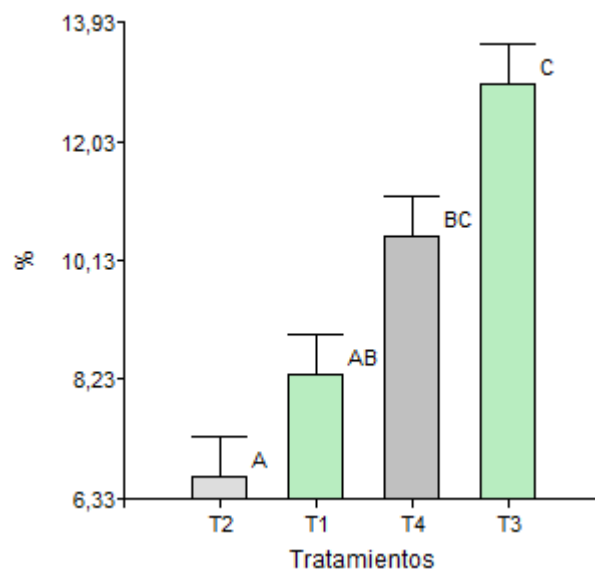


Gráfico 4.4. Relación de cantidad de residuo con el porcentaje de humedad obtenido del papel.

El gráfico 4.4. representa las medias obtenidas de los tratamientos relacionados con el porcentaje de humedad, donde se puede observar que este va aumentando conforme aumenta el porcentaje de taralla, los promedios variaron entre 6,7 - 12,9%, sin embargo, los tratamientos que cumplieron con los límites de la Norma TAPPI T 412 fueron el T₁ y T₂ (25% y 50%) mientras que el T₃ y T₄

(75% y 100%) no cumple con el 10% de humedad permitido para ser considerado papel. El T₂ se consideró como el mejor tratamiento con un 50% de taralla resultado 6,7% de humedad.

Según el grupo Pochteca (2015) hace referencia al porcentaje de humedad que debe contener el papel que es necesario para la flexibilidad además menciona que si se encuentra un porcentaje muy bajo el papel tiene a mostrarse quebradizo, los límites que se consideran óptimos según esta editorial es un valor entre 6 y 10% de humedad. Del mismo modo el Comité Técnico de Normalización Nacional de la Industria de Celulosa y Papel (2016) menciona que la humedad del papel es considerada un parámetro de calidad que define la aceptación o rechazo independientemente a las impurezas que contenga y que este debe cumplir con un porcentaje no mayor al 10% de humedad, si es mayor tiende a descontarse el valor de la materia prima.

A continuación, se muestra el cuadro 4.7. donde de manera general se muestran los resultados de todas las propiedades donde se puede observar los límites permitidos que establecen las Normas TAPPI T.

Cuadro 4.7. Resultados de las propiedades físicas.

Variable	Unidad	Tratamientos				Rango	Normas TAPPI T
		T1	T2	T3	T4		
Espesor	Mm	0,63	0,75	0,87	0,99	0,75 – 0,99	411
Gramaje	g/m ²	98,3	115,8	151,0	164,7	70 - 119	410
% de Humedad	%	8,3	6,7	12,9	10,5	6 - 10	412

Fuente: Las autoras.

De acuerdo con las Normas TAPPI T, el T₂ a base de 50% de residuo es el tratamiento que cumple con las propiedades físicas, dando como resultado un espesor de 0,75 mm, un gramaje de 115,8 g/m² y el porcentaje de humedad de 6,70%, además de cumplir con los rangos establecidos por las Normas TAPPI T de cada propiedad.

Chiluiza y Hernández (2009) manifiestan que un papel ecológico pueden contener un espesor de 0,755 mm a 0,966 mm estos valores se deben a la excesiva cantidad de pulpa retenida sobre la malla, así mismo el valor de gramaje puede ser de 80 g/m² - 119 g/m² sin embargo, se obtuvieron valores superiores a este rango y esto se debe por la naturaleza de las pulpas, que en el caso del tercer y cuarto tratamiento se encontró partes enteras de fibras que

son más pesadas y por último el porcentaje de humedad debe estar entre 6% - 10%.

Según la hipótesis planteada podemos decir que la elaboración de papel ecológico a partir de la taralla del maíz si se cumple, ya que según lo analizado el T₂ con un 50% de residuo cumple con las características requeridas por las normas TAPPI T para ser considerado papel ecológico, además, que puede tener múltiples usos como impresión o foto copias, hacer manualidades y detalles.

FASE II. CUANTIFICAR MEDIANTE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, EL COSTO DEL PAPEL ECOLÓGICO.

ACTIVIDAD 4. DETERMINACIÓN DEL COSTO

Guijarro (2010) manifiesta que el costo del papel se determina de acuerdo al grosor, tamaño, uniformidad y calidad de materiales para el proceso de elaboración. Tomando en cuenta aspectos como firmeza, flexibilidad y facilidad al momento de la impresión como también el uso que se le pueda dar para diferentes actividades.

En el país y dentro de la provincia de Manabí no se ha elaborado papel ecológico en base a la taralla de maíz, entonces se tomó como referencia el precio de diferentes papeles a base de otras fibras naturales y en diferentes dimensiones.

Una vez elaborado y obtenido el papel ecológico a partir de la taralla de maíz se procedió a realizar un análisis de precios unitarios para hallar el costo que representa la elaboración del papel, se consideraron los rendimientos y mano de obra, equipos de fabricación y materiales que intervinieron en este proceso. A continuación, se detalla la matriz de precios unitario observar el cuadro 4.8., tomando como referencia los recursos del costo directo en la elaboración de la lámina del papel.

Los equipos que se utilizaron para el proceso de elaboración fueron: una cocina con un valor de alquiler de \$0,043 la tarifa por hora, una báscula con una tarifa de \$0,0025 por hora y finalmente se manipuló una licuadora obteniendo un resultado \$0,087, por lo tanto, el rendimiento de los equipos fue considerado en

función al tiempo de producción para la obtención de la lámina de papel resultando en \$0,50.

Mientras que para la mano de obra se consideró un laboratorista y un ayudante, los valores otorgados fueron establecidos de acuerdo a Contraloría General del Estado para salarios mínimos establecidos para el año 2019 que fijan las remuneraciones básicas, que corresponde a una jornada diaria de 8 horas la cual se deduce como costos hombre-hora.

Así mismo se determinaron los precios de los materiales que fueron necesarios al momento de realizar la producción, el reactivo NaOH con un valor de \$0,07 cada gramo, el agua \$0,01 el litro y la materia prima con \$0,03 la libra.

Cuadro 4.8. Análisis de costo por docenas de láminas de papel ecológico

Análisis de precios unitarios					
Rubro: Elaboración de papel ecológico				Unidad: Docena	
Equipos					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cocina	1,00	0,043	0,04	0,50	0,02
Licuadaora	1,00	0,087	0,09	0,50	0,0435
Bascula	1,00	0,0025	0,00	0,50	0,00125
Herramientas menores (5% mano de obra)	0,50				0,054775
Subtotal M					0,12
Mano de obra					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Laboratorista	0,10	4,01	0,40	0,50	0,20
Ayudante de laboratorista	0,50	3,58	1,79	0,50	0,90
Subtotal n					1,10
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Residuos de maíz	lb	13,71	0,03	0,41	
Hidróxido de Sodio (NAOH)	G	20,00	0,07	1,40	
Agua	lt	3,00	0,01	0,03	
Subtotal O					1,84
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
Subtotal P					
Total costo directo (M+N+O+P)					3,06
Indirectos 5 %					0,15
Utilidad %					
Costo total del rubro					3,21
Valor ofertado					3,21

Fuente: Las autoras.

Los costos indirectos son aquellos insumos que fueron usados derivados del proceso, en el cual se identifican el uso de hojas y esferos para realizar apuntes del proceso; obteniendo un valor de \$0,15 este representa el 5% del costo directo ver cuadro 4.9.

Cuadro 4.9. Detalles de costos indirectos en la producción del papel ecológico.

N°	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total (\$)
1	Esferos	1	0,10	0,10
2	Hojas	1	0,05	0,05
			Costo total	0,15

Fuente: Las autoras

Relacionando el costo obtenido del papel ecológico el cual alcanzó un valor de \$3,21 por docenas con dimensiones de 30 cm x 24 cm con los precios de otros papeles elaborados con fibras naturales, se considera que es un valor accesible debido a que ofrece una mayor calidad, así mismo es fabricado de forma artesanal maximizando costos y siendo considerados como materiales para actividad especial.

En el cuadro 4.10. se detalla los valores del análisis de precios unitarios para obtener el precio de venta del papel al mercado a través de la ecuación 2.3.

Cuadro 4.10. Detalle para el cálculo del precio de venta del Papel.

Precio de venta	
Materia Prima	\$1,84
Mano de obra	\$1,10
Costos indirectos	\$0,15
	\$3,09
Unidades producidas	1
Costo unitario de producción	\$ 3,09
Gastos de producción	\$0,12
Total de unidades producidas	1
Gastos unitarios de producción	\$0,12
Margen de utilidad	1,15

Fuente: Las autoras.

Precio de venta de láminas de papel ecológico por docena

$$pv = (\text{Costos unitarios} + \text{gastos unitarios}) \times \% \text{ de utilidad} \quad [2.3]$$

$$pv = (3,09 + 0,12) \times 1,15 = \$ 3,69$$

El resultado fue \$3,69 para la venta de las láminas por docena al mercado, se consideró el 15% de utilidad por haber obtenido un costo de producción alto, sin embargo, se encuentra relacionado con los precios de papeles ecológico a partir de otros residuos entonces accesible para el consumidor.

Según Albán (2015) calcular el precio de venta es un método práctico, que consiste en registrar el total de costo de producción, sumando a éstos los gastos de operación (administración y ventas), abarcando al final el margen de contribución o utilidad, generando ganancias rentables al propietario, en función de sus costos propios y del mercado.

Mármol y Díaz (2014) afirman que en el mercado el precio del papel hecho a mano tanto por pliego, unidad, docenas o por kilos puede variar entre \$1,80 a \$5,00 observar cuadro 4.11.

Cuadro 4.11 Costos de papel de diferentes fibras naturales.

Papel	Dimensiones (cm)	Costo (\$)
Papel elaborado a base de pino	21x36	\$ 1,00
Papel elaborado a base de rosa y aserrín	21,5x27	\$ 2,00
Papel elaborado a base de algodón con flores naturales	22x39	\$ 4,80
Papel elaborado a base de paja	25x39	\$ 1,80
Papel elaborado a base de cabuya	29x40	\$ 1,70

Fuente: Mármol y Díaz (2014)

Existen varias empresas productoras las mismas que trabajan con la elaboración del papel, lo cual los valores que se reflejan en el Cuadro 4.12. en comparación con el precio obtenido en la investigación es menor debido a que este se elabora industrialmente. Por lo tanto, la diferencia que hay entre los dos es que este producto fue elaborado manualmente de forma artesanal, ecológica y en bajas cantidades (Mármol y Díaz, 2014).

Cuadro 4.12. Base promedio de Productoras de papel

Tipo de papel	Costo (\$)
Tradepak	\$2,38
Mattys papelería	\$2,19
Trazo papelería	\$1,48
Todo papel	\$1,08
Quetzal	\$1,73
Beta promedio	\$1,73

Fuente: Mármol y Díaz (2014)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La producción del cultivo de maíz generado en la provincia de Manabí es de 1513.635 t/año con 56.800 t/año de residuos entre los que se encuentra la taralla que contiene 50% de celulosa y 20% de hemicelulosa que permiten utilizarla como materia prima en la elaboración de papel ecológico según los resultados alcanzados en las variables analizadas en la investigación.
- A través del análisis estadístico se consideró que el T₂ cumple con los parámetros establecidos por las Normas TAPPI T con una cantidad de taralla de 50%, 20% de NaOH y 30% de agua, dando como resultado láminas de 30 cm x 24 cm con un espesor de 0,75 mm, un gramaje de 115 g/m² y un porcentaje de humedad de 6,70%, relacionando este resultado se puede confirmar la hipótesis planteada en la investigación, mientras que los tratamientos T₃ y T₄ al contener mayor concentración de taralla reflejan resultados altos por lo que no se consideran papel.
- El análisis de precios unitarios para evaluar el costo de las láminas por docena dio como resultado un valor de \$3,21 y a este se le multiplicó la utilidad calculada (15%) para el precio de mercado dando un total de \$3,69 considerado un precio accesible para el consumidor.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar otros residuos agrícolas como el bagazo y hojas de la caña de azúcar, las hojas del maíz, ya que algunos autores manifiestan la posibilidad que hay de utilizar estas fibras no madereras para la elaboración de papel ecológico.
- Este tipo de papel se puede usar para impresión como también para manualidades, sin embargo, para obtener un papel con menos grietas y más uniforme se recomienda el diseño de nuevos equipos para la formación de las láminas.
- Para futuras investigación se recomienda el uso de la lignina que resulta como residuo de este proceso, la cual puede ser utilizada para la elaboración de bioplástico según lo manifestado por varios autores.

BIBLIOGRAFÍA

- Álava, J. y Díaz, M. (2018). Influencia de las características físico-químicas de aceites residuales de restaurantes en la calidad de biodiesel (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
- Albán, V. 2015. El costo de producción y la fijación de precios en las microempresas. (En línea). Consultado 20 de noviembre de 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2015/precios.pdf>
- Alicia, C. 2011. Capitulo II. El papel. (En línea). Consultado el 9 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/14292/5-%20Cap%C3%ADtulo%20II.%20El%20papel.pdf?sequence=5>
- Area, M. 2005. Tecnologías limpias para la Producción de Pulpa y Papel de Eucalyptus. (En línea). Consultado el 20 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/281902607_tecnologias_limpias_para_la_produccion_de_pulpa_y_papel_de_eucalyptus
- Becerra, E. 2017. Caracterización del desecho agroindustrial de la palma de aceite “cuesco” para el mejoramiento de las capas granulares de la estructura de pavimento. (En línea). Consultado el 11 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16516/BecerraBecerraErikaLorena2017.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Burgos, F. 2010. Papel Kraft con Hacer pseudopiantanus. (En línea). Consultado el 11 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fifa465p/doc/fifa465p.pdf>
- Cantavalle, S. 2017. Guía práctica sobre los diferentes tipos de papel para imprimir. (En línea). Consultado el 23 de sep. 2019. Disponible en: <https://www.pixartprinting.es/blog/tipos-de-carta/>
- Castillo, M. 2003. Parámetros autoafines en la propagación de grietas en papel. (En línea). Consultado el 19 de julio de 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/1245/1/1020149257.PDF>
- Castillo, M. 2018. El cultivo de maíz ha sido constante los últimos años. (En línea). Consultado el 15 de febrero de 2019. Formato HTTM. Disponible en: <https://www.lideres.ec/lideres/cultivo-maiz-constante-ecuador-produccion.html>
- Chávez, M. y Domine, M. 2013. Lignina, estructura y aplicaciones: métodos de despolimerización para la obtención de derivados aromáticos de interés industrial. (En línea). Consultado el 25 de enero de 2019. Formato PDF. Disponible en: http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/2013/Vol4/Nro4/3-ACI1184-13-full.pdf

- Chaves, A., Pinnock, A., Salazar, L., Elizondo, B., Vargas, C y Mora, K. 2018. Evaluación de la tensión elástica de papel elaborado a partir de residuos orgánicos. *Revista Ingeniería*, 28(1), p. 29-40.
- Chiluiza, C. y Hernández, J. (2009). Elaboración de papel ecológico. (En línea). Consultado 15 de agosto 2019. Formato PDF. Disponible: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1901/1/CD-2457.pdf>
- Comité Técnico de Normalización Nacional de la industria de Celulosa y Papel 2015. Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-100-2008 Industria de Celulosa y papel. (En línea). Consultado el 18 de julio 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://camaradelpapel.mx/pdf/Normas/proy-nmx-n-100-scfi-2008.pdf>
- Duarte, F. 2013. Ventajas del papel ecológico y reciclado. Consultado el 18 de agosto de 2019. Disponible en: <https://dataeraser.es/blog/ventajas-del-papel-reciclado-y-ecologico/>
- ESPAC, 2017. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. (En línea). Consultado 12 de noviembre. 2018. Formato PDF. Disponible en: http://www.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf
- FAO, (2014) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (En línea) Consultado el 12 de noviembre 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bp843s.pdf>
- Farmagro, 2018. Noticias agricultura: La importancia del maíz en el Ecuador. (En línea). Consultado el 15 de febrero de 2019. Formato HTML. Disponible en <https://www.farmagro.com/noticias/149-la-importancia-del-ma%C3%ADz-en-el-ecuador>
- Figuerola, G. 2008. Manual de la palma aceitera. (En línea). Consultado 12 de nov. 2018. FORMATO PDF. Disponible en: <https://palma.webcindario.com/manualpalma.pdf>
- García, D. y Amil, M. (2001). La contaminación de la industria de pasta-papel en Galicia: un análisis de flujos de materiales y energía. *Estudios de Economía aplicada*, 18(2), p. 143-158.
- Guijarro, V. 2010. Proyecto de Factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la elaboración de papel a base del pinzote de banano, ubicado en el sector Rumicucho, parroquia San Antonio de Pichincha. (En línea). Consultado el 24 de junio de 2019. Formato PDF. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11809>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2016. (En línea) Guías para facilitar el manejo integrado del cultivo de maíz. Consultado 20 de nov. 2018. Formato PDF. Disponible en: http://sinagap.agricultura.gob.ec/infoproductor/maiz/descargas/buenas_practicas/iniap.pdf

- Latasa, Á. (2001). Estabilidad de los papeles para estampas y dibujos. El papel como soporte de dibujos y grabados: conservación. (En línea). Consultado el 16 de agosto de 2019. Formato PDF. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/1721/1/T19859.pdf>
- León, C. y Fuentes, M. 2014. Diseño de un proceso para la fabricación de papel reciclado ecológico a escala laboratorio usando peróxido de hidrógeno. (En línea). Consultado el 12 de febrero de 2019. Formato: PDF. Disponible en: <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/112/1/TESIS%20DE%20GRADO.pdf>
- López, M. 2008. Fabricación de Pasta de Celulosa, Aspecto Técnico y Contaminación Ambiental. (En línea). Consultado el 9 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/CyT6/6CyT%2005.pdf>
- López, M. 2014. Determinación del costo unitario, una herramienta financiera eficiente en las empresas (En línea). Consultado el 17 de junio de 2019. Formato PDF. Disponible: <https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no87/Pacioli-87-eBook.pdf>
- Luna, M., Oliveros, G., López, S., Maza, B., & Olivos, M. 2018. Elaboración de papel biodegradable a partir de hojas de maíz blanco (*Zea mays* L.). YACHAQ-ISSN-L: 2663-4155 (Virtual), e-ISSN: 2617-5495 (Impresa), 1(1), p. 10-10.
- Mármol, M., Díaz, L., y Hernán, R. (2014). Proyecto asociativo para la creación de una empresa dedicada a la fabricación de papel bond en base del bagazo de la caña de azúcar, ubicada en el valle del chota, parroquia Ambuqui, provincia de Imbabura y su distribución en la ciudad de Quito. (En línea). Consultado el 12 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6249/1/UPS-QT04741.pdf>
- Moreno, C. y García, E. (2018) Determinación de la concentración óptima de hidróxido de sodio para la obtención de papel y sus propiedades fisicomecánicas, a partir del raquis del racimo de plátano (*Musa paradisiaca*) Revista de investigación agropecuaria Vol. 8 (2)
- Núñez, C. 2015. Pulpa y papel I: Hemicelulosa. (En línea). Consultado el 12 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en <http://www.cenunez.com.ar/archivos/298-PulpayPapellHemicelulosas.pdf>
- Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. (En línea). EC. Consultado el 10 de nov. 2018.0 FORMATO PDF. Disponible en: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-toda-una-vida-de-ecuador>

- Pochteca, E. 2015. Boletín informativo para la industria de las artes gráficas. (En línea) Consultado 14 de agosto 2019. Disponible en: https://www.pochteca.com.mx/wp-content/uploads/2015/01/Boletin_QueNo8_Historico_Informativo.pdf
- Prieto, 2017. Economía circular. Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. Memoria Investigaciones en Ingeniería, núm. 15 (2017) 85 ISSN 2301-1092 • ISSN (en línea) 2301-1106
- Quihue, J. 2014. Obtención de fibras a partir de raquis de plátano para la producción de pulpa de papel. (En línea). Consultado el 14 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1039/Tesis%20Q478_Qui.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Remacha, M. 2017. Empresas y objetivos de desarrollo sostenible. (En línea). Consultado el 16 de julio de 2019. Formato PDF. Disponible en: <https://media.iese.edu/upload/ST0438.pdf>
- Rochels, C. 2010. Respuesta de los residuos maíz a la aplicación de un subproducto. (En línea). Consultado 12 de nov. 2018. FORMATO PDF. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/2731/1/bernabeochelsburgos.2010.pdf>
- Rovayo, G. 2016. Ahora Ecuador recicla, reduce y reutiliza. (En línea) Consultado 14 de abril 2019. Disponible en: <https://cnnspanol.cnn.com/2016/07/28/ahora-ecuador-recicla-reduce-y-reutiliza/>
- Ruiz, J. 2004. Determinación de factores ambientales para el crecimiento de dos hongos (*Lentinus edodes* y *Stereum hirsutum*) y su acción biodegradante sobre la madera de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. (En línea). Consultado el 20 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/105052/ruiz_j.pdf?sequence=3
- San Bernardo. 2017. El papel, como reducir el consumo y optimizar el uso y reciclaje de papel. (En línea). Consultado el 27 de enero de 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/el-papel.pdf>
- Shalbaida, V 2018. Diferencia entre papel reciclado y ecológico. Consultado el 26 de julio 2019. Disponible en: <https://www.shalbaida.com/blog-shalbaida/diferencias-papel-reciclado-ecologico/>
- Sistema de Información Pública Agropecuaria [SIPA] (2018). Cifras Agropecuarias. (En línea). Consultado 19 de agosto de 2019. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Solano, M. 2010. Evaluación de pulpa para papel obtenida a partir de raquis de palma africana (*Elaeis guineensis*) por el método a la soda. (En línea). Consultado el 27 de enero de 2019. Formato PDF. Disponible en

<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3365/1/32008.pdf>

- Torres, M. 2000. Normalización del proceso de elaboración de papel artesanal a partir de tallos de maíz. (En línea). Consultado 12 de nov. 2018. FORMATO PDF. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/47068958.pdf>
- Villafuerte, A., Flor, J., Santana, F., Pico, J., Trueba, S., y Bravo., R. (2018). Crecimiento y producción de maíz, *Zea mays* L. en huertos biointensivos y convencionales en Lonada, Manabí, Ecuador. (En línea). Disponible en: <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/604/429>
- Velandia, G., Rey, D., Amado, C., & González, M. (2016). Evaluación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel. *Revista Luna Azul*, (43), p. 499-517.
- Zanuttini, M. 2008. Propiedades del papel. (En línea). Consultado el 15 de febrero de 2019. Formato PDF. Disponible en: http://www.eucalyptus.com.br/artigos/2008_RIADICYP_VI_Propiedades+Papel.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: ELABORACIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO



Anexo 1.1 Recolección y limpieza de la taralla de



Anexo 1.2. Picado de la taralla



Anexo 1.3. Dimensión de la taralla (3cm)



Anexo 1.4. Dimensión de la taralla (5cm)



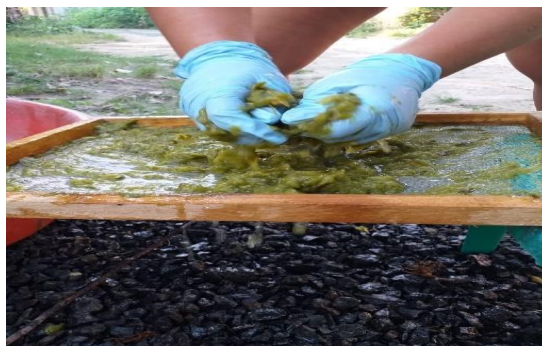
Anexo1.5. Remojo de la taralla



Anexo 1.6. Molienda de la taralla.



Anexo1.7. Cocción y toma de temperatura



Anexo 1.8. Escurrido y lavado



Anexo 1.9. Fibrilado



Anexo 1.10. Formación de la lámina



Anexo 1.11. Secado de la lámina

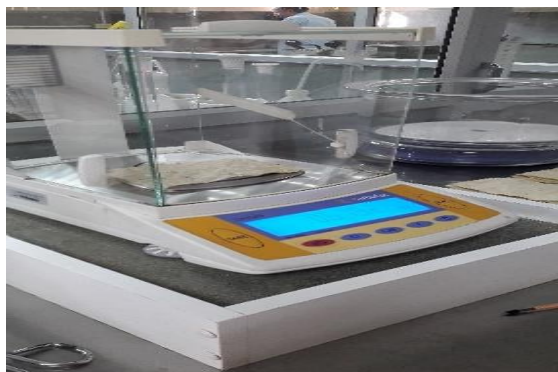
ANEXO 2: PROPIEDADES DEL PAPEL ECOLÓGICO



Anexo 2.1. Muestras para la toma de propiedades del papel ecológico



Anexo 2.2. Toma del espesor del papel ecológico



Anexo 2.3. Toma del Gramaje del papel



Anexo 2.4. Secado de las muestras en el horno eléctrico



Anexo 2.5. Muestras en el desecador



Anexo 2.6. Toma del gramaje después del horno y desecador

ANEXO 3. RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL PAPEL ECOLÓGICO.

Anexo 3.1. Tabulación de los Datos del Espesor de Papel (mm).

Trat.	Repet.	Subm	Espesor del papel										Prom de las subm		
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	Mínimo	Máximo	Promedio	Residuo %
T1	R1	Subm.1	0,37	0,25	0,47	0,26	0,33	0,55	0,31	0,47	0,25	0,55	0,38	25	0,50
		Subm.2	0,62	0,65	0,55	0,63	0,45	0,65	0,80	0,59	0,45	0,80	0,62		
	R2	Subm.1	0,96	0,87	0,79	0,46	0,30	0,61	0,89	0,36	0,30	0,96	0,66	25	0,66
		Subm.2	0,85	0,78	0,64	0,52	0,49	0,73	0,78	0,49	0,49	0,85	0,66		
	R3	Subm.1	0,57	0,92	0,57	0,32	0,77	0,62	0,78	0,35	0,32	0,92	0,61	25	0,69
		Subm.2	0,65	0,85	0,88	0,55	0,87	0,85	0,77	0,65	0,55	0,88	0,76		
	R4	Subm.1	0,83	0,83	0,38	0,51	0,48	0,33	0,63	0,84	0,33	0,84	0,60	25	0,66
		Subm.2	0,69	0,57	0,85	0,74	0,55	0,69	0,84	0,82	0,55	0,85	0,72		
T2	R1	Subm.1	0,55	0,86	0,93	0,92	0,96	0,95	0,62	0,54	0,54	0,96	0,79	50	0,78
		Subm.2	0,65	0,85	0,82	0,89	0,68	0,84	0,69	0,74	0,65	0,89	0,77		
	R2	Subm.1	0,85	0,99	0,73	0,67	0,84	0,93	0,70	0,93	0,67	0,99	0,83	50	0,80
		Subm.2	0,83	0,85	0,76	0,95	0,74	0,89	0,49	0,64	0,49	0,95	0,77		
	R3	Subm.1	0,75	0,87	0,68	0,76	0,89	0,82	0,68	0,71	0,68	0,89	0,77	50	0,69
		Subm.2	0,64	0,60	0,38	0,70	0,24	0,81	0,84	0,62	0,24	0,84	0,60		
	R4	Subm.1	0,58	0,85	0,97	0,98	0,65	0,66	0,39	0,57	0,39	0,98	0,71	50	0,72
		Subm.2	0,68	0,89	0,69	0,72	0,55	0,58	0,87	0,84	0,55	0,89	0,73		
T3	R1	Subm.1	0,78	0,79	0,98	0,92	0,66	0,91	0,95	0,99	0,66	0,99	0,87	75	0,87
		Subm.2	0,85	0,65	0,91	0,88	0,83	0,89	0,97	0,96	0,65	0,97	0,87		
	R2	Subm.1	0,64	0,99	0,46	0,72	0,87	0,81	0,83	0,74	0,46	0,99	0,76	75	0,77
		Subm.2	0,76	0,89	0,55	0,87	0,69	0,75	0,89	0,83	0,55	0,89	0,78		
	R3	Subm.1	0,73	0,86	0,80	0,92	0,99	0,84	0,99	0,76	0,73	0,99	0,86	75	0,87
		Subm.2	0,69	0,99	0,86	0,99	0,96	0,93	0,97	0,70	0,69	0,99	0,89		
	R4	Subm.1	0,78	0,89	0,96	0,96	0,99	0,86	0,96	1,00	0,78	1,00	0,93	75	0,94
		Subm.2	0,98	0,89	0,93	0,95	0,89	0,99	0,98	0,97	0,89	0,99	0,95		
T4	R1	Subm.1	0,91	1,00	0,94	0,99	1,11	1,09	0,97	0,89	0,89	1,11	0,99	100	0,97
		Subm.2	0,96	0,94	0,99	1,00	0,99	0,80	0,98	0,99	0,80	1,00	0,96		
	R2	Subm.1	0,83	0,89	0,99	0,98	0,97	0,91	0,97	1,00	0,83	1,00	0,94	100	0,96
		Subm.2	0,98	1,00	0,98	0,97	0,93	1,03	1,01	0,99	0,93	1,03	0,99		
	R3	Subm.1	0,91	1,15	0,99	0,81	1,00	0,99	0,89	0,99	0,81	1,15	0,97	100	0,98
		Subm.2	1,00	0,90	0,98	1,07	1,02	0,99	1,02	1,00	0,90	1,07	1,00		
	R4	Subm.1	1,03	1,10	0,99	1,03	0,99	1,00	0,98	1,05	0,98	1,10	1,02	100	1,02
		Subm.2	1,02	0,99	1,00	1,06	0,99	1,01	0,98	1,02	0,98	1,06	1,01		

Anexo 3.2. Tabulación de los Datos del Gramaje del Papel Ecológico.

Gramaje de papel												Residuo %	g/m ²
Trat.	Repet.	Subm.	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²	Prom g/m ²		
T1	R1	Subm.1	65	68	71	110	67	89	91	76	79,6	25	77,8
		Subm.2	62	61	70	99	69	78	90	79	76,0		
	R2	Subm.1	60	94	100	95	84	130	100	123	98,3	25	94,9
		Subm.2	66	78	98	93	98	100	101	99	91,6		
	R3	Subm.1	109	104	93	99	96	126	117	103	105,9	25	102,8
		Subm.2	102	101	99	100	99	98	97	101	99,6		
	R4	Subm.1	122	156	101	112	130	140	109	127	124,6	25	117,8
		Subm.2	127	125	102	106	110	116	101	100	110,9		
T2	R1	Subm.1	117	140	115	118	135	130	88	88	116,4	50	115,4
		Subm.2	122	115	112	110	106	106	113	131	114,4		
	R2	Subm.1	141	169	141	147	127	141	180	138	148,0	50	146,8
		Subm.2	140	155	136	149	135	139	165	146	145,6		
	R3	Subm.1	89	65	93	48	61	53	67	71	68,4	50	68,6
		Subm.2	79	73	85	51	59	64	70	69	68,8		
	R4	Subm.1	131	117	120	104	195	159	159	164	143,6	50	132,4
		Subm.2	125	112	115	100	125	150	130	113	121,3		
T3	R1	Subm.1	159	178	186	153	178	195	156	152	169,6	75	161,6
		Subm.2	125	146	165	153	169	149	156	165	153,5		
	R2	Subm.1	148	169	186	182	152	134	160	168	162,4	75	162,3
		Subm.2	151	169	175	195	142	155	147	163	162,1		
	R3	Subm.1	120	145	156	168	137	177	120	151	146,8	75	145,6
		Subm.2	138	151	165	138	164	139	119	142	144,5		
	R4	Subm.1	166	110	110	158	167	166	147	106	141,3	75	134,4
		Subm.2	159	114	109	139	139	142	114	105	127,6		
T4	R1	Subm.1	193	174	178	185	169	154	201	172	178,3	100	176,6
		Subm.2	189	169	181	190	174	143	185	169	175,0		
	R2	Subm.1	153	116	156	154	159	164	167	145	151,8	100	154,4
		Subm.2	178	125	165	145	161	159	155	168	157,0		
	R3	Subm.1	153	162	182	189	137	131	119	166	154,9	100	153,3
		Subm.2	151	165	168	146	155	125	139	165	151,8		
	R4	Subm.1	155	159	189	187	175	185	196	169	176,9	100	174,4
		Subm.2	169	171	162	190	145	168	173	198	172,0		

Anexo 3.3. Tabulación de los Datos del Porcentaje de Humedad del Papel Ecológico

Humedad del papel													
Trat.	Rept		Submuestras								% de Humedad	Tratamientos	%
T1	R1	SUBM 1	Peso I	1,17	1,40	1,15	1,18	1,35	1,30	0,88	0,88	25	7,5
			Peso F	1,10	1,30	1,03	1,12	1,24	1,16	0,81	0,82		
			Resultado	5,98	7,14	10,43	5,08	8,15	10,77	7,95	6,82		
		SUBM 2	Peso I	1,22	1,15	1,12	1,10	1,06	1,06	1,13	1,31		
			Peso F	1,10	1,11	1,03	0,98	0,99	0,96	1,06	1,26		
			Resultado	9,84	3,48	8,04	10,91	6,60	9,43	6,19	3,82		
	R2	SUBM 1	Peso I	1,41	1,69	1,41	1,47	1,27	1,41	1,80	1,38		
			Peso F	1,29	1,60	1,34	1,35	1,18	1,22	1,70	1,32		
			Resultado	8,51	5,33	4,96	8,16	7,09	13,48	5,56	4,35	7,2	
		SUBM 2	Peso I	1,40	1,55	1,36	1,49	1,35	1,39	1,65	1,46		
			Peso F	1,28	1,36	1,22	1,37	1,21	1,29	1,55	1,35		
			Resultado	8,57	12,26	10,29	8,05	10,37	7,19	6,06	7,53	8,8	
	R3	SUBM 1	Peso I	0,89	0,65	0,93	0,48	0,61	0,53	0,67	0,71		
			Peso F	0,78	0,59	0,81	0,42	0,57	0,49	0,59	0,68		
			Resultado	12,36	9,23	12,90	12,50	6,56	7,55	11,94	4,23	9,7	
		SUBM 2	Peso I	0,79	0,73	0,85	0,51	0,59	0,64	0,70	0,69		
Peso F			0,71	0,65	0,79	0,47	0,54	0,59	0,63	0,62			
Resultado			10,13	10,96	7,06	7,84	8,47	7,81	10,00	10,14	9,1		
R4	SUBM 1	Peso I	1,31	1,17	1,20	1,01	1,95	1,59	1,59	1,64			
		Peso F	1,28	1,02	1,09	0,96	1,65	1,45	1,42	1,52			
		Resultado	2,29	12,82	9,17	4,95	15,38	8,81	10,69	7,32	8,9		
	SUBM 2	Peso I	1,25	1,12	1,15	1,00	1,25	1,50	1,30	1,13			
		Peso F	1,18	1,06	1,09	0,89	1,11	1,42	1,21	1,01			
		Resultado	5,60	5,36	5,22	11,00	11,20	5,33	6,92	10,62	7,7		
T2	R1	SUBM 1	Peso I	1,59	1,78	1,86	1,53	1,78	1,95	1,56	1,52		
			Peso F	1,48	1,65	1,73	1,41	1,68	1,84	1,43	1,40		
			Resultado	6,92	7,30	6,99	7,84	5,62	5,64	8,33	7,89	7,1	
		SUBM 2	Peso I	1,25	1,46	1,65	1,53	1,69	1,49	1,56	1,65		
			Peso F	1,17	1,36	1,53	1,41	1,58	1,38	1,45	1,54		
			Resultado	6,40	6,85	7,27	7,84	6,51	7,38	7,05	6,67	7,0	
	R2	SUBM 1	Peso I	1,48	1,69	1,86	1,82	1,52	1,34	1,60	1,68		
			Peso F	1,37	1,57	1,75	1,71	1,42	1,24	1,50	1,57		
			Resultado	7,43	7,10	5,91	6,04	6,58	7,46	6,25	6,55	6,7	
		SUBM 2	Peso I	1,51	1,69	1,75	1,95	1,42	1,55	1,47	1,63		
			Peso F	1,40	1,54	1,64	1,83	1,33	1,43	1,36	1,51		
			Resultado	7,28	8,88	6,29	6,15	6,34	7,74	7,48	7,36	7,2	
	R3	SUBM 1	Peso I	1,20	1,45	1,56	1,68	1,37	1,77	1,20	1,51		
			Peso F	1,12	1,36	1,45	1,57	1,26	1,68	1,10	1,40		
			Resultado	6,67	6,21	7,05	6,55	8,03	5,08	8,33	7,28	6,9	
		SUBM 2	Peso I	1,38	1,51	1,65	1,38	1,64	1,39	1,19	1,42		
Peso F			1,30	1,42	1,56	1,29	1,54	1,28	1,11	1,33			
Resultado			5,80	5,96	5,45	6,52	6,10	7,91	6,72	6,34	6,4		
R4	SUBM 1	Peso I	1,66	1,10	1,10	1,58	1,67	1,66	1,47	1,06			
		Peso F	1,57	1,02	1,03	1,48	1,57	1,56	1,37	1,00			
		Resultado	5,42	7,27	6,36	6,33	5,99	6,02	6,80	5,66	6,2		
	SUBM 2	Peso I	1,59	1,14	1,09	1,39	1,39	1,42	1,14	1,05			
		Peso F	1,50	1,08	1,01	1,32	1,31	1,31	1,08	0,98			
		Resultado	5,66	5,26	7,34	5,04	5,76	7,75	5,26	6,67	6,1		
T3	R1	SUBM 1	Peso I	0,65	0,68	0,71	1,10	0,67	0,89	0,91	0,76		
			Peso F	0,58	0,62	0,62	0,85	0,59	0,75	0,75	0,63		
			Resultado	10,77	8,82	12,68	22,73	11,94	15,73	17,58	17,11	14,7	
		SUBM 2	Peso I	0,62	0,61	0,70	0,99	0,69	0,78	0,90	0,79		
			Peso F	0,57	0,55	0,61	0,81	0,53	0,61	0,82	0,65		
			Resultado	8,06	9,84	12,86	18,18	23,19	21,79	8,89	17,72	15,1	
	R2	SUBM 1	Peso I	0,60	0,94	1,00	0,95	0,84	1,30	1,00	1,23		
			Peso F	0,49	0,81	0,89	0,88	0,72	1,06	0,88	1,00		
			Resultado	18,33	13,83	11,00	7,37	14,29	18,46	12,00	18,70	14,2	
		SUBM 2	Peso I	0,66	0,78	0,98	0,93	0,98	1,00	1,01	0,99		
			Peso F	0,49	0,65	0,88	0,81	0,85	0,91	0,89	0,83		
			Resultado	25,76	16,67	10,20	12,90	13,27	9,00	11,88	16,16	14,5	
	R3	SUBM 1	Peso I	1,09	1,04	0,93	0,99	0,96	1,26	1,17	1,03		
			Peso F	1,02	0,98	0,79	0,85	0,86	1,05	1,02	0,87		
			Resultado	6,42	5,77	15,05	14,14	10,42	16,67	12,82	15,53	12,1	
		SUBM 2	Peso I	1,02	1,01	0,99	1,00	0,99	0,98	0,97	1,01		
Peso F			0,92	0,89	0,87	0,93	0,85	0,87	0,83	0,86			
Resultado			9,80	11,88	12,12	7,00	14,14	11,22	14,43	14,85	11,9		
R4	SUBM 1	Peso I	1,22	1,56	1,01	1,12	1,30	1,40	1,09	1,27			
		Peso F	1,01	1,43	0,85	1,00	1,12	1,21	0,99	1,12			
		Resultado	17,21	8,33	15,84	10,71	13,85	13,57	9,17	11,81	12,6		
	SUBM 2	Peso I	1,27	1,25	1,02	1,06	1,10	1,16	1,01	1,00			
		Peso F	1,21	1,19	0,95	0,92	1,00	1,02	0,91	0,93			
		Resultado	4,72	4,80	6,86	13,21	9,09	12,07	9,90	7,00	8,5		
T4	R1	SUBM 1	Peso I	1,93	1,74	1,78	1,85	1,69	1,54	2,01	1,72		
			Peso F	1,80	1,61	1,67	1,74	1,58	1,44	1,92	1,29		
			Resultado	6,74	7,47	6,18	5,95	6,51	6,49	4,48	25,00	8,6	
		SUBM 2	Peso I	1,89	1,69	1,81	1,90	1,74	1,43	1,85	1,69		
			Peso F	1,39	1,57	1,55	1,79	1,62	1,35	1,49	1,57		
			Resultado	26,46	7,10	14,36	5,79	6,90	5,59	19,46	7,10	11,6	
R2	SUBM 1	Peso I	1,53	1,16	1,56	1,54	1,59	1,64	1,67	1,45			
		Peso F	1,43	1,12	1,48	1,03	1,45	1,41	1,44	1,38			
		Resultado	6,54	3,45	5,13	33,12	8,81	14,02	13,77	4,83	11,2		

	SUBM 2	Peso I	1,78	1,25	1,65	1,45	1,61	1,59	1,55	1,68			
		Peso F	1,68	1,15	1,54	1,35	1,56	1,45	1,39	1,37			
		Resultado	5,62	8,00	6,67	6,90	3,11	8,81	10,32	18,45			8,48
	R3	SUBM 1	Peso I	1,53	1,62	1,82	1,89	1,37	1,31	1,19	1,66	100	9,9
			Peso F	1,41	1,55	1,71	1,68	1,20	1,18	1,02	1,55		
			Resultado	7,84	4,32	6,04	11,11	12,41	9,92	14,29	6,63		
		SUBM 2	Peso I	1,51	1,65	1,68	1,46	1,55	1,25	1,39	1,65		
			Peso F	1,41	1,55	1,58	1,21	1,45	1,01	1,21	1,46		
			Resultado	6,62	6,06	5,95	17,12	6,45	19,20	12,95	11,52		
	R4	SUBM 1	Peso I	1,55	1,59	1,89	1,87	1,75	1,85	1,96	1,96	100	12,3
			Peso F	1,21	1,45	1,75	1,69	1,62	1,45	1,81	1,84		
			Resultado	21,94	8,81	7,41	9,63	7,43	21,62	7,65	6,12		
SUBM 2		Peso I	1,69	1,71	1,62	1,90	1,45	1,68	1,73	1,98			
		Peso F	1,56	1,32	1,65	1,52	1,19	1,49	1,58	1,58			
		Resultado	7,69	22,81	-1,85	20,00	17,93	11,31	8,67	20,20	13,3		