

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.

### Carrera de Ingeniería Agroindustrial

**TEMA:** “Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (*Americana L.* – *Cabuya negra* y *Sisalana perrine* – *Cabuya blanca*) con dos sustancias químicas (Carbonato de calcio y Sulfato de sodio) para la cocción y dos métodos de blanqueo con (Dióxido de cloro y Agua oxigenada) en el laboratorio de Agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi”.

**Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial.**

#### **AUTOR:**

Pérez Escobar Josué Israel

#### **DIRECTORA:**

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

**COTOPAXI – LATACUNGA**

**2015– 2016**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Josué Israel Pérez Escobar con C.I. 050385884-7, declaro bajo juramento que la presente investigación realizada es de mi autoría; que no ha sido presentada para ningún tipo de grado o calificación y que he consultado las referencias bibliográficas que se encuentran citadas según su autor correspondiente en el presente documento.

Para lo cual hago constar a la investigación de grado titulada:

“Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (*Americana L.* – *Cabuya negra* y *Sisalana perrine* – *Cabuya blanca*) con dos sustancias químicas (Carbonato de calcio y Sulfato de sodio) para la cocción y dos métodos de blanqueo con (Dióxido de cloro y Agua oxigenada) en el laboratorio de Agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi”.

A través de la presente declaración cedo el derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo de investigación, a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Atentamente:

---

Josué Israel Pérez Escobar

C.I: 050385884-7

## **AVAL DEL DIRECTOR**

En calidad de director de tesis con el tema: “**Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (*Americana L. – Cabuya negra y Sisalana perrine – Cabuya blanca*) con dos sustancias químicas (Carbonato de calcio y Sulfato de sodio) para la cocción y dos métodos de blanqueo con (Dióxido de cloro y Agua oxigenada) en el laboratorio de Agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi**”. Presentado por el postulante **Pérez Escobar Josué Israel** como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados considero que el documento mencionado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

---

Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg.

C.I. 050177393-1

**DIRECTOR**

## **APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE TESIS**

En calidad de miembros del tribunal de grado, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Pérez Escobar Josué Israel, con el título de tesis: **"Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (Americana L. – Cabuya negra y Sisalana perrine – Cabuya blanca) con dos sustancias químicas (Carbonato de calcio y Sulfato de sodio) para la cocción y dos métodos de blanqueo (Dióxido de cloro y Agua oxigenada) en el laboratorio de Agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi"**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidas al acto de defensa de tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

Para constancia firman:

---

Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique  
**C.I.: 0501511604**  
(PRESIDENTE)

---

Ing. Edwin Marcelo Rosales Amores  
**C.I.: 0501924641**  
(OPOSITOR)

---

Ing. Hernán Patricio Bastidas Pacheco  
**C.I.: 0501886261**  
(SECRETARIO)

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a Papá Dios por darme la oportunidad de un día más de vida lleno de esperanza y de sueños por cumplir con su bendición y permiso seguir adelante en mi caminar siempre actuando en su palabra.

A mi Madre, mi Hermano, mi familia en general por estar a mi lado por apoyarme y por creer en mi por no desampararme en este camino y en mi nueva meta por alcanzar les digo Dios le pague por su paciencia y amor.

A mi Mamita Leonor que desde el cielo me está dando su bendición para culminar mis estudios una alegría compartida por ambos, a mi viejito Eduardo por cuidarme, criarme y estar pendiente de mi Dios le pague y con su bendición completar nuestro sueño.

Mis amigos que aunque no seamos hermanos de verdad son las personas que nunca me fallan que siempre tienen una palabra de aliento para conmigo por estar siempre pendientes de mi le doy las gracias por ese cariño.

**Josué Israel Pérez Escobar.**

## **Dedicatoria**

La presente investigación se la dedico a mi madre y mi hermano de manera muy especial por siempre ser mi ejemplo, mi fuerza y compartir su sabiduría conmigo, mediante este trabajo quiero hacerlos sentir muy orgullosos de mi persona demostrándoles que pueden sentirse satisfechos con sus enseñanzas y confiar plenamente en que puedo superar las metas que se dispongan en mi camino.

A mis viejitos mi mamita Leonor que desde el cielo me da su bendición protegiéndome y velando por nuestro sueño a Eduardito se la dedico por su tenacidad al velar por mi bienestar y alentarme a seguir adelante y no decaer.

A mis amigos les dedico el presente trabajo por sus palabras de apoyo, a sus padres por siempre estar pendientes de mi caminar en mis estudios y motivarme a culminarlos sin importar lo difícil que se observe el camino.

**Josué Israel Pérez Escobar.**

# ÍNDICE DE TABLAS

## CAPITULO I

1.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	1
1.1.	Antecedentes.	1
1.2.	Marco Teórico.	4
1.2.2.	Papel kraft.	6
1.2.3.	En la etapa previa al blanqueo se obtiene una pasta o pulpa.	8
1.2.4.	Blanqueo de la pasta	8
1.2.5.	Componentes utilizados en el proceso de blanqueo de las pasta.	10
1.2.6.	¿Cómo mitigar el impacto ambiental?.	11
1.2.7.	Fibras Industriales.	11
1.2.8.	Obtención de la fibra.	12
1.2.9.	Historia del Agave o Mezcal.	15
1.2.10.	El Agave Spp o Maguey.	16
1.2.11.	El Agave Americana L – Cabuya negra.	19
1.2.12.	Agave Sisalana (Agave sisalana Perrine) – Cabuya blanca.	24
1.3.	Glosario de Términos.	27

## CAPITULO II

2.	MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1.	MATERIALES Y APORTES.	33
2.1.1.	Materia prima.	33
2.1.2.	Aditivos químicos.	33
2.1.3.	Equipos y utensilios.	34
2.2.	METODOLOGIA.	34
2.2.1.	Tipos de Investigación.	36
2.3.	UBICACIÓN POLITICA – GEOGRAFICA DEL ENSAYO.	37
2.3.1.	División política territorial.	37
2.3.2.	Situación geográfica.	38
2.3.3.	Condiciones climática.	38

2.4.	CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.	38
2.5.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	40
2.5.1.	Variables.	41
2.5.2.	Indicadores.	41
2.5.3.	Materia prima.	41
2.5.4.	En el proceso.	41
2.5.5.	En los mejores tratamientos.	42
2.5.6.	Factor de estudio.	42
2.6.	METODOLOGIA DE LA ELABORACIÓN.	43
2.6.1.	PROCESO:	43
2.6.2.	FLUJO GRAMA DE LOS PROCESOS	52
2.6.3.	BALANCE DE MATERIALES.	55

### **CAPITULO III**

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	76
3.1.	ANALISIS DE LOS TRATAMIENTOS.	76
3.1.1.	Análisis físico de los mejores tratamientos.	84
3.2.	PREGUNTAS DIRECTRICES.	87
3.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ELABORACIÓN DEL PAPEL.	89
3.4.	CONCLUSIONES	92
3.5.	RECOMENDACIONES	93
3.6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	95



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1 Datos estadísticos .....</b>	<b>XVI</b>
<b>Tabla N° 2 Especies de Agave utilizada por su fibra .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla N° 3 Composición del Agave Spp.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla N° 4 Análisis de gramaje .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla N° 5 Análisis de espesor .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla N° 6 Análisis de absorción de agua.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla N° 7 Análisis de humedad.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla N° 8 Análisis físico del tratamiento 1 .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla N° 9 Análisis físico del tratamiento 7 .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla N° 10 Comparación de los tratamientos 1 y 7 .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla N° 11 Costo de producción .....</b>	<b>89</b>
<b>Tabla N° 12 Depreciación de maquinaria.....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla N° 13 Costos fijos.....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 1 Propiedades críticas de diferentes productos celulosicos.....</b>	<b>5</b>
<b>Cuadro N° 2 Taxonomía de Agave Spp .....</b>	<b>18</b>
<b>Cuadro N° 3 Taxonomía del Agave Americana L (Cabuya negra).....</b>	<b>21</b>
<b>Cuadro N° 4 Exigencias agroecologicas del cultivo de Agave Americana.....</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro N° 5 Taxonomía del Agave Sisalana (Agave Sisalana Perrine) .....</b>	<b>25</b>
<b>Cuadro N° 6 Tratamientos usados en la investigación .....</b>	<b>42</b>
<b>Cuadro N° 7 Análisis organolepticos.....</b>	<b>43</b>

<b>Cuadro N° 8 Rendimiento de la hoja de agave.....</b>	<b>75</b>
---	-----------

## **ÍNDICE DE IMAGENES**

<b>Imagen N° 1 Proceso tradicional de rypiado (golpeado) de la hoja .....</b>	<b>12</b>
<b>Imagen N° 2 Fibra de Agave Sisalana.....</b>	<b>14</b>
<b>Imagen N° 3 Fibra de Agave Americana .....</b>	<b>14</b>
<b>Imagen N° 4 Agave Spp .....</b>	<b>17</b>
<b>Imagen N° 5 Roceta de Agave Spp .....</b>	<b>18</b>
<b>Imagen N° 6 Hoja del Agave Americana – Cabuya negra .....</b>	<b>21</b>
<b>Imagen N° 7 Agave Sisalana (Agave Sisalana Perrine – Cabuya blanca) .....</b>	<b>25</b>
<b>Imagen N° 8 Cultivo de Agave Sisalana.....</b>	<b>26</b>
<b>Imagen N° . 9 Recepción de la materia prima.....</b>	<b>48</b>
<b>Imagen N°. 10 Despunte de las hojas.....</b>	<b>49</b>
<b>Imagen N°. 11 Rypiado o golpeado de las hojas.....</b>	<b>49</b>
<b>Imagen N°. 12 Humectación de la hoja.....</b>	<b>50</b>
<b>Imagen N°. 13 Lavado de las hojas.....</b>	<b>50</b>
<b>Imagen N°. 14 Majado o raspado de las hojas.....</b>	<b>51</b>
<b>Imagen N°. 15 Secado de la fibra.....</b>	<b>51</b>

## **ÍNDICE DE GRAFICOS**

<b>Gráfico N° 1 Análisis de gramaje .....</b>	<b>78</b>
<b>Gráfico N° 2 Análisis de espesor .....</b>	<b>80</b>

<b>Gráfico N° 3 Análisis de absorción de agua.....</b>	<b>82</b>
<b>Gráfico N° 4 Análisis de humedad.....</b>	<b>84</b>

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo N° 1 Agave.....</b>	<b>104-105</b>
<b>Anexo N° 2 Materiales utilizados.....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo N° 3 Obtención del papel .....</b>	<b>107-114</b>
<b>Anexo N° 4 Análisis del papel .....</b>	<b>115-118</b>
<b>Anexo N° 5 Proceso para el análisis del papel .....</b>	<b>120-121</b>
<b>Anexo N° 6 Normativa INEN 1429 .....</b>	<b>122-124</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES**

Latacunga – Ecuador

---

**TÍTULO: Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (*Americana L.* – *Cabuya negra* y *Sisalana perrine* – *Cabuya blanca*) con dos sustancias químicas (Carbonato de calcio y Sulfato de sodio) para la cocción y dos métodos de blanqueo con (Dióxido de cloro y Agua oxigenada) en el laboratorio de Agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.**

**Autor:**

Pérez Escobar Josué Israel.

## **Resumen**

La Universidad Técnica de Cotopaxi en coordinación con la Dirección de Investigación y la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

Realizó el proceso de obtención de papel kraft, el cual tuvo un proceso de dos días, desde el momento en que se humecta a la fibra para mejorar sus características y suavizarla, consiguiente al proceso de cocción, licuado, formación de la hoja, prensado y secado. Se obtuvieron dos tratamientos sobresalientes en la investigación que cumplen con los rangos físicos establecidos por la normativa INEN 1 429, como es el caso de los tratamientos: t7 (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro) y t1 (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Dióxido de cloro). Cumplen de esta manera con los indicadores y objetivos planteados, se realizó un balance de materiales utilizados en el proceso que demostró, que podemos optimizar recursos y volver a reutilizar el agua residual del proceso de humectación de la fibra. Se determinó que el Dióxido de cloro es el químico blanqueante que se destacó en los dos tratamientos y no presento daño al medio ambiente a diferencia del uso convencional de cloro, aportando características visuales agradables tanto en la fibra de Agave Americana (*cabuya negra*) y Agave Sisalana Perrine (*cabuya blanca*), destacando al Agave Sisalana en características visuales y de tacto. Concluyendo de manera exitosa que la fibra de Agave es un buen sustituto para elaborar este tipo de papel, llegando a sustituir al papel convencional, aportando nuevas maneras de producción en nuestro país.



## TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURE RESOURCES ACADEMIC UNIT

Latacunga – Ecuador

---

**TOPIC: Obtainment of kraft paper from two varieties of agave (Americana L. – Cabuya negra y sisalana perrine – Cabuya blanca) with two chemical substances (calcium carbonate and sodium sulfate) for cooking and two whitening methods with (chlorine dioxide and peroxide) in the agrochemical science career Agave laboratory at Technical University of Cotopaxi.**

**Author:**

Perez Escobar Josue Israel.

### ABSTRACT

The Technical University of Cotopaxi with coordination to Agricultural Engineering Career and Researching Direction carried out the kraft paper obtainment process which had two day process from the moment the fiber gets wet to improve its characteristics and softness after the cooking process, liquefied, sheet formation, pressing and drying. Two outstanding treatments were obtained on the investigation that meet the physical ranges by 1 429 INEN regulation. As the treatment case is: t7 (Sisalana agave fiber, calcium carbonate, chlorine dioxide). Meet with the indicators and objectives. A balance of used materials was done into the process in order to optimize resources and re-use the wastewater of the fiber moisturization process. It was determined that chlorine dioxide is the chemical whitening which outstand into two treatments and it results did not show danger to the environment like the conventional use of chlorine, adding relevant features on American agave fibre and perrine sisalana agave. It concludes being like a very highlighted process into this kind of project because it will change the use of paper by another natural resource.



## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: la traducción del resumen de tesis al idioma inglés presentado por el señor Egresado de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, **Pérez Escobar Josué Israel**, cuyo título versa “**Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (*Americana L. – Cabuya negra y Sisalana perrine – Cabuya blanca*) con dos sustancias químicas (Carbonato de calcio y Sulfato de sodio) para la cocción y dos métodos de blanqueo con (Dióxido de cloro y Agua oxigenada) en el laboratorio de Agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.**” lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 14 de Abril del 2016

Atentamente,

---

Lic. José Ignacio Andrade  
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS  
C.I. 050310204-0

# INTRODUCCIÓN

El Agave o conocido por su común científico como Maguey, proveniente de la familia de las Agavaceae, existen más de 100 variedades de plantas, su semilla es indivisible no se puede apreciar tan fácilmente asemejándolo a las plantas de maíz, en México el país de origen de esta planta existen alrededor de una veintena de sub especies de la misma.

Sus requerimientos edafoclimáticos no son necesariamente muy exigentes ya que respecto a la temperatura que esta planta requiere de 22°C con una altitud alrededor de 2000m a 1500m una altura que lo hace apto para crecer y desarrollarse en nuestro entorno y país.

El Agave en nuestro país se adapta a diferentes temperaturas y altitudes su pluviosidad es baja lo cual lo hace crecer en los páramos, campos y zonas rurales de nuestro Ecuador, después de notar el impacto y cambio que tiene las nuevas materias primas en el ámbito de investigación y producción con capacidad de remplazar a las materias primas convencionales, como estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial se ha tenido la necesidad de crear nuevas formas de remplazar los materiales para elaborar papel con el Agave que representa un buen sustituto para este tipo de proceso, el Agave tanto Americana como Sisalana están siendo tendencia en nuestro país ya que su fibra es útil para elaborar sacos y poder exportar nuestros productos como el cacao al exterior, con el presente trabajo investigativo se demuestra que con sustancias no tan dañinas para este proceso como: el carbonato de calcio y el sulfato de sodio utilizados para cocer la fibra y el dióxido de cloro y agua oxigenada utilizados para blanquear a esta, pueden aportar características similares a un papel kraft hecho a base de troncos de árboles, y con esto mejorar la matriz productiva de nuestro país aportando con una investigación que a futuro servirá para Ingenieros que sea de su interés nuevas formas de aprovechar los recursos del Ecuador.

**Tabla N° 1 de datos estadísticos en nuestro país.**

<b>SIEMBRA</b>		
<b>PRODUCTO</b>	<b>AÑO</b>	<b>INDICE</b>
Fibra de Agave.	2010	2727 ha
	2011	2951 ha
	2012	3000 ha
<b>RENDIMIENTO</b>		
<b>PRODUCTO</b>	<b>AÑO</b>	<b>INDICE</b>
Fibra de Agave.	2010	12662 hg/ha
	2011	13487 hg/ha
	2012	13333 hg/ha
<b>PRODUCCIÓN (toneladas)</b>		
<b>PRODUCTO</b>	<b>AÑO</b>	<b>INDICE</b>
Fibra de Agave.	2010	3453 t
	2011	3980 t
	2012	4000 t

**Fuente:** Faostat

**Elaborado por:** El autor de la investigación.

En la presente tesis se realizó: Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (*Americana L.* – *Cabuya negra* y *Sisalana perrine* – *Cabuya blanca*) con dos sustancias químicas (Carbonato de calcio y Sulfato de sodio) para la cocción y dos métodos de blanqueo (Dióxido de cloro y Agua oxigenada) en el laboratorio de Agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, analizando al final las características que tuvo este papel.

La presente investigación se encuentra estructurada de esta manera:



En el primer capítulo se puede encontrar investigaciones afines al tema propuesto por diversos autores, el marco teórico en el cual se acertara la información de cada pauta descrita en la investigación y el proceso ayudándonos con conocimientos prácticos y teóricos de cómo es la fibra en estudio su procedencia y la forma en que se está utilizando hoy en día.

El segundo capítulo presenta la información acerca de cómo y en donde se desarrolla la tesis: la ubicación geográfica de donde se realizó la investigación los métodos y técnicas que se aplicaron a la misma, los procesos de manera detallada, flujo gramas que ayudan a sintetizar los procesos, el balance de materiales de cada tratamiento en estudio que nos ayuda a conocer cuáles son las entradas y salidas de la elaboración.

En el tercer capítulo se encuentra la discusión de los resultados y análisis, determinando los mejores tratamientos y analizando los indicadores físicos planteados, medidos según su rango de mínimo y máximo por la normativa vigente INEN 1 429 de la Republica de Ecuador, de esta manera se detallan las preguntas directrices que nos indican si se han cumplido los objetivos planteados y se plasma resultados en conclusiones fehacientes de la investigación, recomendaciones que se podrán aplicar a futuro en otros proyectos y las referencia bibliográficas que han servido de gran ayuda para la culminación de la tesis.

En el presente trabajo investigativo se planteó como objetivo general el siguiente:

- Obtener papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (Americana y Sisalana), con dos sustancias químicas para la cocción y dos métodos de blanqueo en el Laboratorio de agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Para cumplir con el objetivo general se planteó los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar las características de espesor del papel que se sujeten a rangos establecidos por la normativa vigente actual sometidos a sustancias químicas en el proceso que ayudará a eliminar la lignina de las fibras.
- Elaborar un papel con gramaje que se asemeje a los rangos establecidos por la normativa INEN mediante procesos de prensado.
- Aportar características de humedad en el papel mediante procesos de secado de la pulpa.
- Medir el tiempo de absorción de agua del papel en segundos según los rangos físicos establecidos por la normativa INEN.

# **CAPITULO I**

## **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

Investigar las características del Agave Spp. y las dos especies que son fundamentales en la presente investigación (*Agave Americana L – Cabuya negra y Agave Sisalana perrine – Cabuya blanca*), es de gran ayuda para entender de donde proceden, en que clima se los puede encontrar y ampliar el conocimiento acerca de este tipo de especie vegetal, también conocer que fibra se puede extraer de estas especies, cuál es su proceso y como se va a emplear para obtener papel kraft. Por este motivo en el presente capitulo encontraremos la información necesaria para que sirva de soporte científico a la presente investigación.

### **1.1. Antecedentes.**

El papel kraft es un sub-producto obtenido por procesos tanto industriales como manuales, implicando a fibras de madera ya sean estas blandas o duras para su elaboración y en la actualidad se emplean nuevas técnicas con fibras vegetales como fibra de Agave (*Agave Americana L – Cabuya negra y Agave Sisalana perrine – Cabuya blanca*).

Con relación al tema de Investigación. “Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (*Agave Americana L – Cabuya negra* y *Agave Sisalana perrine – Cabuya blanca*) con dos sustancias para la cocción (Sulfato de sodio y Carbonato de calcio) y dos métodos de blanqueo con (Dióxido de cloro y Agua oxigenada) en el laboratorio de Agave de la Universidad Técnica de Cotopaxi” se ha encontrado como antecedentes las siguientes investigaciones.

- Según Enríquez Proaño Sofía Carolina, (2006), autora de la tesis “PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE FIBRA DE CABUYA (*Agave, Spp*) A ESPAÑA, PERIODO 2006 - 2015” realizada en la Universidad Tecnológica Equinoccial de la facultad de Ciencias Económicas y Negocios.

La finalidad de esta tesis fue demostrar:

- Que la cabuya es una planta generosa que ofrece diferentes utilidades de todos sus componentes. Como el hilo de sus fibras, las agujas que se obtienen de sus espinas y la cutícula de sus hojas que se utiliza para elaborar papel.

Concluyendo la tesis en:

- Que la ventaja de este tipo de cultivo es la posibilidad de ser producido en zonas algo áridas y secas, aspectos que son limitantes para otros productos derivados de diferentes cultivos.
- Este tipo de cultivo es prometedor si se realizan los contactos comerciales adecuados, en el mercado interno se está desarrollando en forma creciente y se ha iniciado una exportación de cao en sacos de cabuya, lo que abre una nueva línea de utilización de este tipo de fibra.

- La exportación de la fibra de cabuya Ecuatoriana de alta calidad y a precios competitivos, tiene posibilidad de acceder al mercado Español en condiciones de rentabilidad económica y social.
- Según los autores: Luis Antonio Parra Negrete, Pedro del Villar Quiñones, Antonio Prieto Rodriguez, (2010), en el libro Acta Universitaria, con el tema, “EXTRACCIÓN DE FIBRA DE AGAVE PARA ELABORAR PAPEL Y ARTESANÍAS” de la Universidad de Guadalajara, ISSN 0188-6266.

La finalidad de la investigación fue:

- Realizar la investigación para obtener papel a partir de las fibras de Agave de las siguientes especies:

3 de hoja angosta (A. lechuguilla – A. angustifolia y A. tequilana)

3 de hoja ancha (A. americana – A. salmiana y A mapisaga)

Utilizando diferentes tratamientos para la obtención del papel:

- 1) Inmersión en agua a cielo abierto.
  - 2) Fermentación con y sin agua miel.
  - 3) Cocción de las pencas (en donde los investigadores utilizan sosa caustica para este proceso).
- Los investigadores del presente tema concluyen: en que el tratamiento más práctico para la obtención del papel fue el cocimiento de las diferentes pencas, aunque, no es el más económico ni el más amigable con el medio ambiente.

- Los resultado que obtuvieron: Indican que cada especie antes mencionada para la realización de este papel puede presentar características diferentes y que lo que los hacen atractivos en el momento de su utilización es en las artesanías, pero particularmente las especies que produjeron los tipos de papel de mayor calidad para la escritura y el dibujo fueron A. Salmiana y A. Mapsiga.
- Según Lucía Yépez – Martha Esparta – Israel Vallejo, (2009), “Perfil de las demás cuerdas y cordajes del genero agave (fibras de cabuya, sisal, etc.)” CORPEI, Ecuador.

Señala al agave en el Ecuador:

- Clasificado como fibra dura, inadecuada para la fabricación de ropa, pero dentro de las nuevas tendencias se usa para la elaboración de papel.

## **1.2. Marco Teórico.**

### ***1.2.1. Papel.***

El papel es un material altamente heterogéneo compuesto por más de 1 millón de fibras por gramo que contiene, generalmente, finos, con cargas minerales, agentes de resistencia y otros elementos menores. El papel cuenta con las siguientes propiedades:

- Normalmente es de alta porosidad, su densidad está en el rango de 0,5 a 0,8 g/cm<sup>3</sup> por lo que resulta ser un material poroso.
- Según el uso se logra que sea altamente permeable o que sea impermeable a gases o líquidos.
- Tiene en general una superficie alta específica que

- Puede tener una capacidad alta de dispersar la luz y de esta manera una alta opacidad. Sin embargo para ciertos usos puede fabricarse de un material relativamente transparente.
- Su capacidad de absorción de líquidos puede ser alta o ser de una reducida velocidad de penetración de agua.
- Es higroscópico y su humedad varía entre un rango del 5 al 8% dependiendo del tipo de fibra y la humedad que exista en el ambiente. A su vez esta característica puede afectar a las propiedades físicas del papel. ZANUTTINI, Miguel. Et al. (2008).

**Cuadro N° 1 Propiedades críticas de diferentes productos celulósico (tipos de papel).**

	H	A	IE	D-R	IR	B	L	O	C
	Higiene	Absorbentes Fluff	Impresión y escritura	Diarios revistas y LWC	Impresión recubiertos	Bolsero	Liner y white top	Onda	Cartulinas y cartones
Espesor	↑								↑
Absorción de agua	↑	↑					↑	↑	
Tracción Elong TEA	↑MD			↑ MD	↑MD	↑MD	↑MD	↑MD	
Desgarro				MD/CD		↑CD			
Tracción Z							↑	↑	↑
Rugosidad			↓	↓	↓				(3)
Suavidad	↑								
Porosidad			↑			↑↓	↓↑	↓↑	
Rigidez									↑
Reventamiento						↑	↑		
Estabilidad dimensional			↑	↑	↑		↑		
CMT								↑CD	
SCT							↑CD		
RCT							↑(2)		↑

<b>Brighness</b>	(2)		↑	↑	↑				
<b>Tonalidad</b>				↑	↑				
<b>Whiteness</b>			↑	↑					
<b>Opacidad</b>			↑	↑					
<b>Brillo</b>					↑				(3)
Se indica con flechas según si el papel requiere un valor alto o bajo y un nivel acotado (↑↓) y (MD) cuando corresponda un requerimiento de dirección de máquina y (CD) una dirección transversal.									

**Fuente:** ZANUTTINI, Miguel. Et al. Libro. Panoramas de la industria de celulosa y papel en Iberoamérica 2008. (2008).

### 1.2.2. *Papel kraft.*

El nombre que se da al proceso kraft, caracteriza a la pulpa de madera más resistente, que a la producida cuando se incluye el sulfuro de sodio en el licor del proceso de la misma y que supera a la que se obtiene si solo se usara hidróxido de sodio en su elaboración.

El proceso más importante para la obtención de pulpa de papel es el proceso kraft o de sulfato. El licor alcalino residual del proceso de la pulpa o de solución digestora contiene una proporción aproximadamente de tres a uno de hidróxido de sodio y de sulfuro de sodio.

Este proceso característico recibe el nombre de proceso con sulfato, porque en su realización se añade  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  al licor de cocción utilizado en el proceso. No obstante, la cocción se hace con una solución que contiene  $\text{Na}_2\text{S}_4$ ,  $\text{NaOH}$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  formado del sulfato durante su preparación y recuperación del licor para la cocción. DURÁN RAMÍREZ, Felipe, La Biblia de las recetas Industriales, Grupo Latino.



### ***1.2.2.1. Proceso kraft.***

Como indica la publicación de la revista SCA, Fabricación de papel; (2010).

**Los troncos para la producción de papel son cortados en astillas pequeñas y lavados antes de pasar a la etapa de fabricación de la pasta. Las astillas se introducen en un digestor (recipiente amplio utilizado para la cocción de las astillas). Se añaden productos químicos para disolver la lignina presente en las astillas y liberar a las fibras. Este proceso aumenta las temperaturas del digestor llegando hasta los 150° - 200°C. A continuación, la pasta se criba y se extraen los haces de fibras que no se han separado aun, lavándose seguidamente para eliminar cualquier resto químico, arena o polvo. Las sustancias químicas utilizadas son recicladas para su posterior reaprovechamiento en el proceso. (p4).**

Según LÓPEZ SARDI, Estela Mónica, (2007) “Este proceso combina buena calidad con bajo costo. Pueden usarse tanto maderas blandas como duras en su proceso. La pulpa obtenida es de gran resistencia debido a la calidad y longitud de las fibras utilizadas pero es oscura”. (p 38).

### ***1.2.2.2. Proceso de cocción con Sosa caustica (procedimiento convencional).***

Según PARRA NEGRETE, Luis Antonio. Et al, (2010).”Este proceso se realiza seccionando longitudinalmente las pencas, y posteriormente remojándolas en agua un día por lo menos. Al siguiente se coloca a hervir con una solución de agua y una taza de sosa caustica, agregando las pencas desmenuzadas, dejándose al fuego por tres horas y media”. (p 80)

**1.2.2.3. *Proceso de cocción con compuestos que ayudan a la eliminación de la lignina como: Sulfato de sodio y Carbonato de calcio.***

Según LÓPEZ SARDI, Estela Mónica, (2007). “En la etapa de cocción de la pasta se utilizan para favorecer la disolución de la lignina presente en las fibras, sulfato de sodio,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , y carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$ , trabajando a  $200^\circ\text{C}$  y a alta presión para formar la pulpa”. (p 39)

**1.2.3. *En la etapa previa al blanqueo se obtiene una pasta o pulpa.***

**1.2.3.1. *Pulpa de madera.***

Como indica KEEFE, Anya, ASTRAKIANAKIS, George y ANDERSON, Judiht, (2001).

**Al elaborarse la pasta, los enlaces dentro de la estructura de la madera se rompen mecánica o químicamente. Las pastas rotas químicamente se pueden producir por un medio alcalino (por ejemplo sulfato o proceso kraft) o en un medio ácido (por ejemplo el sulfito). La mayor parte de la pasta que se obtiene por el procedimiento al sulfato, seguida por los métodos (semiquímico, termo mecánico, mecánico y por el procedimiento al sulfito). Los procesos de elaboración de la pasta de papel difieren en cuanto al rendimiento y la calidad del producto y en los métodos químicos, o en los productos químicos utilizados y en la proporción que puede recuperarse para una reutilización. (p 72.6)**

**1.2.4. *Blanqueo de la pasta .***

El blanqueo de la pasta de papel es un proceso que va dirigido en varias etapas mediante en las cuales se refina y se aclara la pasta obtenida en bruto, su objetivo es disolver la pasta obtenida y la lignina parda que no se ha eliminado durante los procesos de elaboración de la pasta, manteniendo la integridad de las fibras.

Cada etapa del blanqueo se define por un agente blanqueante, el pH (acidez), la temperatura y la duración que se mantenga sumergida a la pasta en el licor compuesto de agentes blanqueadores.

Históricamente, la secuencia del blanqueo más comúnmente utilizada para producir pasta kraft blanqueada está basada en cinco etapas.

Las dos primeras etapas completan el proceso de deslignificación y se las considera como una prolongación de la obtención de la pasta.

A causa de los condicionantes ambientales referentes a las sustancias organocloradas en los vertidos de las fabricas productoras de pasta de papel, muchas veces se sustituye el cloro, por una parte de cloro ( $\text{Cl}_2$ ) como es el dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ), utilizado en la etapa de blanqueo y también se puede utilizar un tratamiento previo con oxígeno ( $\text{O}_2$ ) durante la primera extracción caustica. ASTRAKIANAKIS, George y ANDERSON, Judith, (2001)

#### ***1.2.4.1. Métodos de blanqueo de las pasta.***

En el proceso de obtención de papel kraft, después de la etapa de cocción previa de la fibra proveniente de las pencas se aplican dos métodos (dióxido de cloro y agua oxigenada), para blanquear la pasta obtenida.

#### ***1.2.4.2. Método Ecf. (Parcialmente exento de cloro).***

Según LÓPEZ SARDI, Estela Mónica. (2007) “Este método necesita tiempos de cocción más prolongados de la pasta y una etapa de pre blanqueo con oxígeno seguido de otra un poco más corta de blanqueo con dióxido de cloro”. (p 40)

#### ***1.2.4.3. Método Tcf. (Totalmente exento de cloro).***

Según LÓPEZ SARDI, Estela Mónica. (2007) “Es el método menos discutido por distintas entidades ecologistas. Se usa agua oxigenada u ozono para este tipo de método de blanqueo. Este proceso incrementa el brillo de la pulpa pero no ayuda a separar la lignina adicional, por lo que es necesario el uso de un 10% más de la madera o la fibra a utilizar para la obtención de la misma cantidad de papel.”. (p 40)

#### ***1.2.5. Componentes utilizados en el proceso de blanqueo de las pasta.***

##### ***1.2.5.1. Dióxido de Cloro.***

El dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) es un gas de color amarillo verdoso altamente reactivo.

Es tóxico y corrosivo, explota en concentraciones altas (10%) y en presencia de luz ultravioleta rápidamente se reduce su estructura molecular a  $\text{Cl}_2$  y  $\text{O}_2$ .

Se debe preparar en forma de gas diluido y almacenar como una disolución diluida, lo que le impide ser transportada en vehículos.

El  $\text{ClO}_2$  se produce reduciendo el compuesto clorato sódico ( $\text{Na}_2\text{ClO}_3$ ), con  $\text{SO}_2$ , metanol y más al del ácido hidroclicóric. El gas expulsado del reactor se condensa y se almacena como disolución acuosa al 10%.

Los generadores modernos de  $\text{ClO}_2$  operan con una eficacia del 95% o más, y la cantidad pequeña de  $\text{Cl}_2$  que es producida se lo recoge o se depura del gas de salida.

Dependiendo de la pureza de los productos químicos empleados en estos procesos, de la temperatura y de otras variables del proceso, se pueden dar otras reacciones secundarias. Los sub productos se reincorporan al proceso y los reactivos consumidos

se los neutralizan y se los puede mandar al alcantarillado. ASTRAKIANAKIS, George y ANDERSON, Judiht, (2001).

#### ***1.2.5.2. Agua oxigenada.***

Según MÓNZON MUÑOZ, Francisco José. Et. al, (2009)” El agua oxigenada o también llamada peróxido de hidrogeno es un compuesto liquido ampliamente utilizado en la práctica medico sanitaria como un desinfectante y germicida, aunque su uso no está exento de riesgos”. (p 67)

#### ***1.2.6. ¿Cómo mitigar el impacto ambiental?.***

Para mitigar el impacto ambiental que tenga la aplicación de sustancias químicas en etapas como el blanqueo usando el dióxido de cloro a este agente se lo neutraliza con SO<sub>2</sub> con el objetivo que este se pueda desechar al medio ambiente y no cause daño alguno, teniendo en cuenta que la blancura objetivo es del 90%. PEREIRA, Miguel, 2014

#### ***1.2.7. Fibras Industriales.***

Las fibras desde tiempos remotos se las ha obtenido y utilizado por el hombre para crear nuevos productos en países desarrollados y en desarrollo aprovechan a las plantas productoras de fibra después de las plantas alimenticias.

Las fibras se las obtienen de las raíces, hojas, tallos y frutos por procesos de enriado y descorticado.

Los factores que afectan en la calidad de la fibra son: ambientales, genéticos y el manejo que se le dé al cultivo. Esto dependiendo de la especie y parte de la planta de donde se obtuvo la fibra. LÓPEZ BELLIDO, Luis, (2003).

### ***1.2.8. Obtención de la fibra.***

Las fibras se obtienen de las hojas carnosas de las plantas siguiendo un proceso determinado:

*Ablandado y desfibre de las hojas:* Se colocan en remojo con agua varios días y luego se mafeaba (aplastaba) y el proceso de rpiado (golpeado) con un palo a mano o a máquina.

*Al momento de obtener la fibra:* Se la obtiene con residuos de bagazo y con un color amarillento sucio.

*En el proceso de lavado y eliminación de impurezas:* Se lava la fibra con jabón, se la azota o se raspan las impurezas con una cuchara o un filo.

*Secado de las fibras:* Se dejan secar al sol. ABRÉU DÍAZ, Carlos et al, (2009).

### **Imagen N°. 1 Proceso tradicional de Rpiado (golpeado) de la hoja de agave.**



**Fuente:** Autor de la Investigacion.

Como indica ABREÚ DÍAZ, Carlos et al; (2009).

**El tejido de la planta se elimina mediante proceso de magullado, raspado y lavado. El 95% son <residuos> que se utilizan como piensos para animales y abono o seco para combustible. Las fibras, de una longitud mayor de 90 cm, se emplean en la cordelería y soguería (cordaje, bramante, etc.), lonas impermeables y toldos. Además se las usa para la fabricación de ropa, sacos, redes, esteras y cestas. Otra variedad de fibra, como el tampico, se la utiliza para fabricar cepillos y pinceles, acolchados, materia prima de papel y tableros para la construcción, ya que tienen unos filamentos mucho más cortos y rectos. (p 263)**

**Tabla N°. 2 Especies de Agave utilizadas por su fibra.**

<b>Uso de especies vegetales de fibra.</b>	
<b>Categoría de uso</b>	<b>Ecuador</b>
Cordelería	10
Cestería	12
Fabricación de escobas	10
Techado de casas	9
Material para relleno	3
Construcción de embarcaciones	1
Textil	2
Comercial	11

**Fuente:** Plantas medicinales de los Andes Ecuatorianos.

#### **1.2.8.1. Fibra de Agave Sisalana.**

Según MAITI, Ratikanta, (1995) “En cuanto a las fibras duras existentes en el mundo, la fibra del sisal representa alrededor del 70% del mercado; su principal uso es en la manufactura de costales y sacos.”. (p 124)

**Imagen N°. 2 Fibras de Agave Sisalana.**



**Fuente:** Autor de la Investigación.

***1.2.8.2. Fibra de Agave Americana L.***

Según KILLEEN, (1993) y TORRICO, (1994) citados por MACÍA Manuel, (2006), “*Agave Americana L.* Con esta fibra que se extrae de sus hojas se elaboran sogas y costales muy resistentes” (p 374).

**Imagen N°. 3 Fibras de Agave Americana L.**



**Fuente:** Autor de la Investigación.



### *1.2.8.3. Usos de las fibras.*

Como indica MACÍA, Manuel; (2006).

**Los usos de las plantas de fibra registradas en la bibliografía se han agrupado en ocho categorías de uso de la misma: (1) Cestería, es la confección de productos tejidos con fibras de origen vegetal, por ejemplo: esteras, canastas, sombreros, trampas para pesca y ramos para semana santa; (2) Cordelería, Es trenzar las fibras vegetales para elaborar cuerdas, sogas y diversos materiales usados para ataduras y amarres; (3) Techado de casas; (4) Fabricación de escobas; (5) Material para rellenar colchones, almohadas y utensilios para montar caballerías; (6) Textil, es confección de productos, a partir de la extracción de las fibras, mediante procesos de hilado, entrelazado o tejido, por ejemplo para elaborar shigras, bolsos, ropa, telas, calzado y alfombras; (7) Construir embarcaciones; y (8) Comercial, cualquier producto hecho a base de fibra se vende en mercados locales. (p 373).**

### *1.2.9. Historia del Agave o Mezcal.*

La palabra mezcal tiene su origen en los vocablos de la lengua náhuatl y otros dicen que deriva del “mexcalli” (“metl” o “mextl”, maguey, y de “ixcalli”, cocer). Diciéndonos que su traducción es maguey o Agave cocido.

Su uso comenzó desde la época prehispánica dándole un uso total a esta planta para realizar bebidas fermentadas, medicinas y en su gastronomía típica.

Utilizando sus hojas para transformarlas en fibra y con ellas realizar sub – productos como cuerdas, ropa, remedios, papel para sus códices y sus puntas se las usaba para obtener clavos. IBARRA, Silvia et al, (1999).

### ***1.2.10. El Agave Spp o Maguey.***

El Maguey o Agave spp, es una palabra de origen Antillano que se denominaba al aloe o sábila. Los españoles la tomaron para llamar así a todas las plantas parecidas que fueron encontrando a su paso.

Agave es el nombre científico que se le dio al maguey por el naturalista sueco Carlos de Linneo a mediados del siglo XVIII (del vocablo grecolatino agavus). En lengua náhuatl el maguey es llamado “metl” o “mexcalmetl”, las palabras maguey y agave son sinónimas. La diferencia está en el uso que se le da a la planta. La sábila (o aloe) es aquella que se utiliza para la fabricación de aceites y jabones.

El henequén (*Agave fuocroydes*) es la que se usa para obtener fibras. Del maguey se elabora también el pulque, bebida fermentada muy popular en México y de baja graduación alcohólica (maguey manso o *agave atrovirens* Kawr). El agave es la planta cuyos jugos fermentados y luego destilados se obtiene licores como el mezcal y el tequila.

Existen más de cien variedades de magueyes o agaves. Son plantas hermafroditas y monocotiledóneas, es decir que las semillas en esta planta son indivisibles, como en el maíz. Si bien de aspecto son parecidas a los cactus, pertenecen a otra familia como las amarilidáceas.

Solo en México existen un alrededor de más de cien especies, una veintena de subespecies y casi treinta variedades, con diversidad de formas y tamaños. Los encontramos desde los más pequeños como el “henequén” o el agave *diserti* que se encuentra en baja California, cuyas hojas son de 30 cm. de largo, hasta el más grande que crece en el centro del país que llega a tener un diámetro de 10 metros y una altura de 3 metros. IBARRA, Silvia et al, (1999)

#### **Imagen N°. 4 Agave Spp.**



**Fuente:** Autor de la Investigación

#### ***1.2.10.1. Características del Agave Spp.***

Los agaves son plantas perennes que generalmente adoptan la forma de rosetas por la disposición circular de sus hojas que crecen en forma de espiral.

Las hojas son regularmente suculentas y se caracterizan por ser gruesas, aplanadas, fibrosas, de consistencia dura y terminación afilada en el ápice, casi siempre de márgenes espinosos.

En algunas especies, al madurar la planta el tallo crece en forma de espiga o arborescente (en forma de árbol), mientras que en otras presentan una apariencia sésil, ya que el tallo es poco visible.

Las rosetas se encuentran compuestas por un número variable de hojas fluctuando entre 10 y 200, esto dependiendo de la especie de la cual proviene. Una característica particular de las pencas es su longevidad mayor a doce años. La edad de la planta la podemos determinar por su color, tamaño y forma. INEGI (2012).

**Imagen N°. 5 Roseta de Agave Spp.**



**Fuente:** Autor de la Investigación.

**Taxonomía del Agave Spp.**

**Cuadro N° 2: Taxonomía del Agave Spp.**

<b>Clasificación Taxonómica del Agave</b>	
<b>Clase</b>	Angiospermas
<b>Reino</b>	Plantae
<b>Orden</b>	Asparagales
<b>Sub clase</b>	Monocotiledóneas
<b>Genero</b>	Agave
<b>Familia</b>	Agavaceae

**Fuente:** Elicriso

### **1.2.10.2. Cultivo.**

El cultivo Agave se da en todo tipo de terreno el cual no contenga un alto grado de humedad, también esta planta suele crecer en zonas rocosas y áridas incluso regiones desérticas.

Lo recomendable para el cultivo de este tipo de plantas es que el terreno en donde se de la planta sea de fácil drenaje y rico en cal, con un rápido escurrimiento de agua. La altura en la cual crece el Agave varía desde los 3400 msnm – 1000 y 2000 msnm.

Los factores que afectan a este tipo de plantas son las sequías lo que ocasiona que se retrase su desarrollo por lo que requiere de una pluviosidad de 1000mm de manera anual, acompañada de temperaturas alrededor de 20°C y en zonas templadas de mínimas a los 30°C. INEGI, (2012).

**Tabla N° 3: Componentes del Agave Spp.**

<b>Componente</b>	<b>Bagazo de agave (% peso seco)</b>	<b>Fibra de agave (% peso seco)</b>
<b>Celulosa</b>	42.0	64.8
<b>Hemicelulosa</b>	20.0	5.1
<b>Lignina</b>	15.0	15.9
<b>Otros componentes</b>	20.0	14.0

**Fuente:** Agave tecno Agave

### **1.2.11. El Agave Americana L – Cabuya negra.**

Según JURADO LOPÉZ, Sofía y SARZOSA PAZMIÑO, Javier, (2009). “El Agave Americana o popularmente conocida en el Ecuador como cabuya negra, es una planta perene proveniente de México, y que se ha introducido en varias zonas geográficas del planeta entero. En el Ecuador se la encuentra a lo largo del callejón Interandino siendo utilizados generalmente como linderos o cercas vivas.”. (p 2)

### *1.2.11.1. Características del Agave Americana L.*

Rosetas hasta: 2m de altura, 2.5 – 3.0 m en su diámetro.

Hojas: 1.5 – 2.0 m en su largo, 15 – 25 cm de ancho, de forma lanceolada o algo espatulada, erectas o algo recurvadas, en el haz de forma acanalada, glaucas, con su superficie ligeramente áspera, de margen ondulado a crenado; dientes sobrepuestos sobre las mamilas, en su parte media de 0.5 – 1.0 cm de largo, 0.6 – 1.2 cm de ancho, de forma recta o recurvada; con su espina terminal de 3.5 – 4.0 cm de largo.

Las inflorescencias son: paniculadas, laxas, de 6m de alto, con un contorno general ovalado, es fértil desde la mitad o el tercio superior, ramas primarias de 20 – 35, 1 – 1.2 m de largo; con un pedúnculo verde – glauco, brácteas del pedúnculo de 30 – 60 cm de largo, base hasta 10 cm de ancho, triangulares, cactáceas, con un margen entero y una espina de 1 – 1.5 mm de largo.

Sus flores son: 6 – 7.5 cm de largo, de coloración verde – amarillento; pétalos de 2.5 – 3.5 cm de largo, oblongos, gruesos, con el tubo del perigonio de 1 – 1.5 cm de largo, los ovarios de 2.5 – 3.5 cm de largo, cuello de 2 – 5 mm; sus estambres con filamentos de 5.5. – 8.0 cm de largo, insertos en la parte media del tubo.

Las cápsulas son: 4.0 – 5.5 cm de largo, o de 2.0 – 2.5 cm de ancho; con semillas de 9 – 10 mm de largo o 7 – 8 mm de ancho, de coloración negra. RAYNOSO SANTOS, (2012).

**Imagen N°. 6 Hojas del Agave Americana – Cabuya negra.**



**Fuente:** Autor de la Investigación.

**Taxonomía del Agave Americana L.**

**Cuadro N°. 3 Taxonomía del Agave Americana L (cabuya negra).**

<b>Filum</b>	Espermatofitas (Spermalophyta)
<b>Reino</b>	Plantas (Plantae)
<b>Orden Clase</b>	Liliales (Liliales)
<b>Clase</b>	Monocotiledóneas (Monocotiledóneas)
<b>Nombre</b>	Agave spp.
<b>Familia</b>	Agaváceas (Agavaceae)
<b>Especie</b>	Spp. (diversas especies)
<b>Género</b>	Agave

**Fuente:** Ramírez, 2000 Los Agaves (AGAVE SPP)

Según GUILLOT ORTIZ, Daniel y VAN DER MEER, Piet. Et al, (2008) “Plantas que forman abundantes rosetas, a menudo prolíficas, con hojas lanceoladas, que son más anchas en la mitad de la lámina o en la zona superior, con dientes no uniformes,

que son irregularmente espaciados (2 – 5 cm), variando en tamaño, de 4 – 10 mm de longitud”. (p 18)

#### ***1.2.11.2. Cultivo.***

En México un país que utiliza al género agave para desarrollar diversos productos y sub-productos a partir de la optimización de esta planta posee información más relevante acerca del cultivo del agave.

Como nos indica RAYNOSO SANTOS, Roberto et al; (2012).

**Cultivada como una planta ornamental en pueblos y ciudades de México. En Chiapas crece preferentemente en altitudes cerca de los 1.000 a 1860 msnm de altitud. En general, este tipo de plantas prosperan en laderas de roca caliza, sitios inclinados y terrenos con pendientes suaves, en lugares abiertos, rocosos y de suelos pedregosos. En los alrededores donde se cultiva al Agave se puede observar a vegetación secundaria que deriva de la selva baja caducifolia y sólo en la localidad de San José de las Rosas la vegetación circundante consiste en bosques de Pinus – Quercus. (p 10)**

En el Ecuador se está empezando a descubrir e investigar los beneficios que tiene el agave como materia prima potencial para elaborar una diversidad en sub-productos pero aun así los que se sabe acerca de este tema no abastece los requerimientos de diversos tipos de investigación.

La información que se ha recogido hasta ahora no es la suficiente para determinar a ciencia cierta el cultivo del agave americana puesto que todavía no se le ha dado un uso Agroindustrial y tampoco Industrial, pero no obstante el agave negro o agave americana se lo ha encontrado en zonas que comparte con otro tipo de agave como el furacraea o también llamado agave blanco, razón por la cual se ha determinado que



este tipo de planta comparte el mismo método de cultivo y suelo. JURADO LOPÉZ, Sofía y SARZOSA PAZMIÑO Javier, (2009).

**Cuadro N°. 4 Exigencias Agroecológicas del Cultivo de Agave Americana.**

<b>Exigencias Agroecológicas del Cultivo</b>	
Temperatura:	19° – 32° C (soporta temperaturas bajas)
Clima:	Temperados, secos.
Pluviosidad:	300 – 1600 mm anuales
Humedad:	70 – 90%
Selección del terreno	Preferible planos, sin grandes ondulaciones o accidentes.
Altitud:	1300 – 2820 msnm.
Trazado de la plantación:	Siguiendo las curvas de nivel
Preparación del terreno:	Limpieza, eliminar las piedras grandes.
Fertilización de fondo:	Al fondo del hueco se agrega materia orgánica, residuos.
Hoyado :	20 x 30 cm separando la capa más fértil de la otra tierra.
Trasplante:	Con colinos uniformes.
Fertilización:	Abonado cada 4 o 5 años, con estiércol de ganado vacuno o caprino descompuesto. Diciembre a marzo. 4 a 6 kg/planta, distribuidos alrededor de la misma y mezclados con los primeros 20 cm de suelo.
Fitosanidad:	Realizar aspersiones en caso de que se presenten enfermedades.
Trasplante:	Con colinos uniformes.
Control de malezas:	Se emplean sistemas manuales y químicos localizados.

**Fuente:** JURADO LOPÉZ, Sofía y SARZOSA PAZMIÑO Javier (2009),(p 7 - 8).

### ***1.2.12. Agave Sisalana (Agave sisalana Perrine) – Cabuya blanca.***

Según MAITI, Ratikanta, (1995) “El sisal (agave sisalana) es una de las principales fuentes de fibra dura con mayor importancia en países tropicales. La fibra se la obtiene de la hoja y se emplea en la fabricación y trenzado de cuerdas; pero cuando esta es de baja calidad, se la usa para el relleno de muebles y para la fabricación de papel”. (p 125)

#### ***1.2.12.1. Características del Agave Sisalana (Agave sisalana Perrine) – Cabuya blanca.***

El nombre científico del sisal es *agave sisalana perrine*; que pertenece a la familia de las amarilidáceas. Esta planta se encuentra muy relacionada con otras especies de este género, como agave rígida longifolia, entre otras. Existen diferentes variedades de sisal, de acuerdo con las condiciones climáticas y características morfológicas.

Puesto que el sisal es un planta xerofita, al igual que todas las de la familia amarilidáceas se origina de una roseta de hojas, que emergen desde el suelo.

La raíz del agave sisalana es fibrosa; sus raíces son adventicias surgen desde el tallo, y le proporcionan sostén al extenderse a manera horizontal.

Una planta que se desarrolla de manera adecuada posee un tallo o tronco de 30 o 40 cm de diámetro y 1 m de altura al momento que llega a su madurez.

Los brotes (retoños o hijuelos) del tallo se originan en la base, de 7 a 20, dependiendo de las condiciones ambientales y potenciales de la planta; se pueden extender hasta 2.5 m de la planta que los origina. MAITI, Ratikanta, (1995).

**Imagen N°. 7 Agave Sisalana (Agave sisalana Perrine – Cabuya blanca.)**



**Fuente:** Autor de la Investigación.

**Taxonomía del Agave Sisalana (*Agave Sisalana Perrine*).**

**Cuadro N°. 5 Taxonomía del Agave Sisalana (*Agave Sisalana Perrine*).**

<b>Taxonomía del Agave Sisalana</b>	
Nombre científico	Agave Sisalana Perrine
Familia	Amarillidáceas
Subfamilia	Agavoideae
Especie	Agave Sisalana Perrine
Genero	Agave Rigida Longifolia

**Fuente:** Libro fibras vegetales en el mundo.

### **1.2.12.2. Cultivo.**

El *agave sisalana perrine* es una planta de origen híbrido y estéril a pesar de esta característica su cultivo y propagación está empezando a ser objeto de estudio para nuevas investigaciones en tendencias de producción de nuevos sub-productos. El clima cálido – subhúmedo y semiseco, con temperaturas medias entre los 26°C con precipitaciones pluviales de manera anual de 600 a 1200mm.

El suelo para este tipo de henequén en Yucatan corresponde a los Leptosoles (Rendzinas), de menor productividad para otras actividades que sean tanto agrícolas como pecuarias, sin embargo lo que favorece al desarrollo de este tipo de cultivo es lo pedregoso y calizo del suelo para la conformación de su consistencia fibrosa.

La siembra de este tipo de Agave es vinculada a la costumbre y tradición de los campesinos. El cultivo se puede dar de manera natural, ya que no se usa fertilizante ni pesticidas durante su ciclo vegetativo.

La densidad de la siembra de este tipo de planta va desde los 2,700 a 3,150 plantas que podemos encontrar por hectárea. Después de una espera, de 4 a 6 años posteriores a la siembra, la planta estará lista para su producción. Cultura Orgánica, México, (2013).

### **Imagen N°. 8 Cultivo del Agave Sisalana.**



**Fuente:** Autor de la Investigación

### 1.3. Glosario de Términos.

1. **Abonado:** Mejora de la tierra o de las plantas con abono.
2. **Agave:** Planta de hojas radicales largas, triangulares, carnosas, terminadas en un fuerte aguijón, y flores amarillentas en ramillete sobre un bohordo central; es originaria de México; se emplea en la fabricación de fibras textiles y en la elaboración de pulque, mezcal y tequila.
3. **Agua oxigenada:** El peróxido de hidrógeno, conocida comúnmente como agua oxigenada, es un líquido de color claro que se utiliza en medicina pero también en productos de estética y productos de limpieza. El peróxido de hidrógeno tiene propiedades antisépticas. Se aplica por vía tópica en lesiones de la piel para desinfectar y prevenir la propagación de gérmenes. El peróxido de hidrógeno es uno de los componentes de determinados productos utilizados en dermatología.
4. **Suelos Arcillosos:** es aquél en el que predomina la arcilla sobre otras partículas de otros tamaños. La arcilla es un conjunto de partículas minerales muy pequeñas, de menos de 0,001 mm. de diámetro, en contraposición a otras partículas más grandes como son el limo y la arena, por orden de tamaño, de menor a mayor.
5. **Bebidas fermentadas:** Aquellas cuyo origen proviene de la fermentación. Este proceso químico se produce cuando se dejan reposar determinados vegetales y frutas de gran contenido en glucosa durante un periodo de tiempo largo y a una temperatura apropiada.

6. **Blanqueo:** En el proceso de realización de papel tipo kraft, el blanqueo es el método de adición de sustancias blanqueadoras que destiñen o aclaran el color inicial de la pulpa obtenida para darle un acabado más claro y presentable.
7. **Bulbillos:** Bulbo pequeño, generalmente asociado a otros semejantes, que aparece en la periferia de un bulbo normal o en alguna parte aérea de la planta
8. **Carbonato de calcio:** producto obtenido por molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras, por lo general con más del 98.5% de contenido en  $\text{CaCO}_3$
9. **Cocción:** Procedimiento que consiste en elevar la temperatura de un alimento, material o materia que modifica sus propiedades originales de modo que lo hace más fácil de digerir, en especial cuando se somete a un líquido en ebullición, generalmente agua.
10. **Códices:** viene del término en latín codex, que significa "libro manuscrito", y se utiliza para denominar los documentos pictóricos o de imágenes que fueron realizados por los indígenas de México y América Central.
11. **Cutícula de hojas:** Esta cubierta externa cerosa que se encuentra en las hojas de las plantas proporciona una capa repelente del agua que mantiene la humedad en la planta donde pertenece. Al igual que el aceite que se acumula en la piel de una persona para preservar la humedad, existe la cutícula de la planta para evitar que se seque
12. **Deforestación:** permite nombrar a la acción y efecto de deforestar (despojar un terreno de sus árboles y plantas). Este proceso de desaparición de las masas forestales suele producirse por el accionar humano mediante la tala y la quema

- 13. Degradación de paramos:** Fenómeno causal del hombre al buscar nuevas zonas vírgenes que puedan explotar y producir ganancias sin importar el impacto sobre el medio ambiente.
- 14. Dióxido de cloro:** Se emplea como blanqueante en la industria de fabricación del papel y como desinfectante del agua. En caso de vertido, el dióxido de cloro no permanece en el medioambiente durante un período de tiempo sustancial debido a su elevada reactividad.
- 15. Edulcorantes:** es la sustancia que tiene como fin sustituir al azúcar. Normalmente aquel duplica el efecto del mencionado azúcar, sin embargo, no llega a aportar tanta energía.
- 16. Ergonómico:** El término ergonomía proviene de un vocablo griego y hace referencia al estudio de los datos biológicos y tecnológicos que permiten la adaptación entre el hombre y las máquinas o los objetos.
- 17. Fermentación:** La fermentación es un proceso natural que ocurre en determinados compuestos o elementos a partir de la acción de diferentes actores y que se podría simplificar como un proceso de oxidación incompleta.
- 18. Fibra:** Filamento de origen natural, artificial o sintético, apto para ser hilado y tejido, que generalmente presenta gran finura y buena flexibilidad.
- 19. Fibra de agave:** Fibras obtenidas a partir de procesos manuales en donde se remoja a la penca y se la aplasta y saca las tiras delgadas de la hoja.
- 20. Hermafroditas:** significa poseer gónadas de ambos sexos en un mismo individuo. En las plantas esto es muy frecuente, y en este caso, las plantas

hermafroditas, poseen en sus flores, androceo y gineceo, pudiendo auto polinizarse.

**21. Hojas glaucas:** Hojas lanceoladas: Hojas de base más o menos amplia, redondeada y atenuada hacia el ápice. En forma de punta de lanza.

**22. Inmersión:** del latín “immersio”, es la acción de introducir algo o introducirse en un fluido. También puede tratarse de la introducción de alguien en un cierto ambiente, ya sea real o imaginario.

**23. Lignina:** La lignina es la substancia que los productores de celulosa y papel quieren no ver en su madera, la manipulación genética de árboles para producir menos lignina o un tipo de lignina diferentes que podría ser más fácilmente retirada son de tremendo interés económico para el sector forestal.

**24. Limo arcillosos:** tierra que presenta la capacidad de plasticidad y que necesita una buena cantidad de humedad para ello, además de que es rica en materia orgánica, pero esta tiende a compactarse y volverse impermeable

**25. Mitigación:** es el esfuerzo por reducir la pérdida de vida y propiedad reduciendo el impacto de los desastres. La mitigación se logra tomando acción *ahora* – antes de que azote el próximo desastre – para así disminuir los daños por desastre, reconstrucción y daños repetidos. Para que los esfuerzos de mitigación sean exitosos, es importante que todos estemos informados sobre los riesgos que podrían afectar nuestra área y tomemos las medidas necesarias para protegernos.

**26. Monocotiledóneas:** son una clase de plantas fanerógamas angiospermas, con los embriones de las semillas presentando un solo cotiledón u hoja inicial.



- 27. Operaciones madereras:** Conjunto de procedimientos que le dan a los arboles previamente talados y descortezados con el fin de transformar su forma física en un sub-producto o insumo para crear uno nuevo.
- 28. Papel kraft** es un tipo de papel resistente obtenido a partir de pulpa de fibra de madera. Su nombre se deriva del alemán, donde Kraft significa fuerte, y fue desarrollado 1884 por el sueco Carl Dahl.
- 29. Papel virgen:** Papel que en los procesos anteriores a su producción no ha sido sometido a diversos procesos que cambien su aspecto físico.
- 30. Planta xerofita:** Las plantas que soportan grandes sequías y están adaptadas a ésa escasez de agua se denominan xerófitas. Todas estas plantas presentan diferentes características que otorgan tolerancia a la falta de agua.
- 31. Plantas perennes:** son aquellas que pueden vivir más de 2 años, duran de un año para otro; no mueren con la llegada del invierno, como las de Temporada (Plantas Anuales)
- 32. Procesos Agroindustriales:** Procedimientos que se aplican sobre determinada materia prima con el fin de obtener un nuevo producto, estandarizando parámetros físicos y químicos en su realización con un fin de inocuidad en el mismo producto a obtener.
- 33. Pulpa de papel:** Papilla resultante de desfibrar la madera, usada esp. para la fabricación de papel.
- 34. Pulque:** Bebida lechosa fermentada de ciertas plantas de agave de Mexico.

- 35. Rentabilidad económica:** Es una noción que se aplica a toda acción económica en la que se movilizan unos medios, materiales, humanos y financieros con el fin de obtener unos resultados.
- 36. Sostenible:** Es la capacidad de permanecer. Cualidad por la que un elemento, sistema o proceso, se mantiene activo en el transcurso del tiempo. Capacidad por la que un elemento resiste, aguanta, permanece.
- 37. Suelos áridos:** Es un suelo árido es un suelo seco ,estéril con poco jugo o humedad.
- 38. Suelos francos:** se trata del más apto para el cultivo de las más variadas plantas, por tener una textura equilibrada y las mejores características físicas y químicas.
- 39. Sulfato de sodio:** El sulfato de sodio o sulfato sódico ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) es una sustancia sólida incolora, cristalina con buena solubilidad en el agua y mala solubilidad en la mayoría de los disolventes orgánicos con excepción de la glicerina.
- 40. Sostenible:** Es la capacidad de permanecer. Cualidad por la que un elemento, sistema o proceso, se mantiene activo en el transcurso del tiempo. Capacidad por la que un elemento resiste, aguanta, permanece.
- 41. Sustentable:** La sustentabilidad es un término ligado a la acción del hombre en relación a su entorno. Dentro de la disciplina ecológica, la sustentabilidad se refiere a los sistemas biológicos que pueden conservar la diversidad y la productividad a lo largo del tiempo.

## **CAPITULO II**

### **2. MATERIALES Y MÉTODOS.**

En el Capítulo II se muestra las técnicas y el diseño de la Investigación a ser utilizadas para el presente proyecto, tomando en cuenta los materiales y ubicación política – geográfica del ensayo, la descripción climatológica y la metodología en la elaboración del papel.

#### **2.1. MATERIALES.**

Los utensilios, materia prima (fibra), reactivos y equipos van de acuerdo a la previa investigación realizada, se detallan a continuación.

##### **2.1.1. *Materia prima.***

- Fibra de Agave Americana (*Agave Americana L. – Cabuya negra.*)
- Fibra de Agave Sisalana (*Agave Sisalana Perrine – Cabuya blanca* )

##### **2.1.2. *Aditivos químicos.***

- Sulfato de sodio.
- Carbonato de calcio.
- Dióxido de cloro.

- Agua oxigenada.

### **2.1.3. Equipos y utensilios.**

- Calefactor de 750 wats
- 4 placas de acero de carbono de 6plg.
- Bastidor de 40 mesh.
- Pesa o eje de 10 kg
- 2 gavetas
- 2 peroles pequeños de 20 lt
- 1 tina
- Papel toalla de cocina
- Placo con manijas para el bastidor
- 2 vasos de precipitación.
- 1 balanza analítica.
- 1 varilla de agitación
- 1 balanza
- 1 balde
- 1 canasto

## **2.2. METODOLOGIA.**

La metodología que se aplicó a la investigación es de experimentos “puros”, entendiéndose por estos a los que reúnen tres requisitos fundamentales:

- 1) Validación interna de la situación experimental.
- 2) Manipulación de una o más variables independientes.
- 3) Medir el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente.

Esto ayudó a que la investigación trate variables que se aplican a la misma de manera tal que ayuda a verificar cuál de las combinaciones establecidas que se realicen serán las más favorables en el momento de obtener el producto en este caso el papel kraft.

### ***Método científico.***

Este método es desinado a explicar fenómenos, establecer relaciones entre los hechos y leyes que den explicación a fenómenos del mundo y se pueda obtener conocimientos que sean aplicables para el hombre.

Con este método se da respuestas a incógnitas, aun no estudiadas acerca de nuevos usos de la presente fibra en estudio, e información acertada y comprobada acerca de un proceso de transformación de la materia a un objeto de uso cotidiano por el hombre como es el papel.

### ***Método inductivo.***

Es aquel que parte de casos particulares para de esta manera llegar a conclusiones. El objetivo de este método es llegar a las conclusiones cuyo contenido es más amplio que el de las premisas. A partir de verdades particulares, se concluye en verdades generales.

Este método se aplicó en la presente investigación para llegar a conclusiones finales partiendo de información adquirida en el proceso con antecedentes afines del tema e información desarrollada en todo el trabajo.

### ***2.2.1. Tipos de Investigación.***

Se utilizó la Investigación Cualitativa y cuantitativa, Documental y Experimental: ya que existe poca información acerca de tratamientos Agroindustriales a la fibra del agave para hacer papel.

#### ***2.2.1.1. Enfoque en la presente Investigación cuantitativa y cualitativa.***

Este tipo de Investigación es útil para determinar calidad y cantidad entre los tratamientos.

Con esta Investigación se pudo obtener datos cualitativos, para conocer los mejores tratamientos por medio de rangos medibles que aportaron resultados físicos excelentes en la investigación.

#### ***Investigación Exploratoria.***

Se da cuando el investigador no tiene una idea clara acerca del tema en estudio o sea el caso del problema sea poco conocido. El objetivo de este tipo de investigación es seleccionar la metodología a utilizar en la investigación de mayor rigor científico.

La investigación exploratoria ayudó a indagar sobre el tema en estudio ya que no existen registros del mismo que aporten información para desarrollar el trabajo, por medio de esta investigación se seleccionó la mejor metodología aplicable al tema y se generó nuevos conocimientos acerca de la fibra de Agave como materia prima para obtener papel.

### ***Investigación aplicada.***

Esta investigación aplica los conocimientos utilizados en la práctica en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad.

La investigación aplicada, se aplicó en la presente investigación para generar, recolectar y aplicar los conocimientos acerca de cómo obtener papel y llevarlos a la vida de una manera práctica como una fuente a la innovación de la matriz productiva de nuestro país.

### ***Investigación Documental.***

La Investigación Documental consiste en analizar la información escrita sobre un tema determinado, con un solo propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas y estados actuales del conocimiento respecto del tema que está siendo objetivo de estudio.

La investigación documental proporcionó ayuda para conocer la temática que se trató por medio de materiales como: libros, textos, folletos, revistas y fuentes electrónicas, afines con el tema y las características que este tipo de recursos dio a conocer para tener conocimientos más amplios acerca de cómo obtener el papel.

## **2.3. UBICACIÓN POLITICA – GEOGRAFICA DEL ENSAYO.**

### ***2.3.1. División política territorial.***

- Provincia: Cotopaxi.
- Cantón: Latacunga.
- Parroquia: Salache bajo.

### **2.3.2. Situación geográfica.**

- 0°58'60" S de la Panamericana
- 78°37'0" W del Rio Isinche
- REFERENCIAS: Entre hacienda Vascones y 2.2 Km de Naranjo Roses Ecuador S.A

### **2.3.3. Condiciones climáticas.**

#### **Salache**

Temperatura: 18°c a 26°c

Viento: 16,5 kilómetros en dirección Sur.

Lluvia: dispersas en 3800 lt (p)

## **2.4. CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.**

Se utilizó 20 lb de Fibra de agave americana (*agave americana L. – agave negro*) y 20 lb de Fibra de agave sisalana (*agave sisalana perrine – agave blanco*), dividiendo 10lb, a una concentración al 5% (226,79gr) de sulfato de sodio y de manera similar 10lb a una concentración al 5% (226,79gr) de carbonato de calcio respectivamente para las dos fibras. Volviendo a dividir 5lb con una concentración del 25% (1,25 lt) de dióxido de cloro y de manera similar 5lb a una concentración de 25% (1,25 lt) de agua oxigenada respectivamente de cada fibra.

La materia prima fue obtenida en gran parte de manera artesanal por el precursor de la investigación, no obstante también se adquirió el peso restante en la provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí en la parroquia de Patoa de Quevedos.



- Fibra de agave americana (*agave americana* – *agave negro*): La fibra de este tipo de planta es de una tonalidad más oscura a diferencia de la otra fibra ya que el tiempo para que esta se pueda extraer es de un tiempo no tan alargado debido a su contenido de humedad que es mayor lo cual ocasiona que en su proceso de putrefacción previo a la obtención de la fibra este se dañe de manera más rápida y así se vea afectado su color.
- Fibra de agave sisalana (*agave sisalana perrine* – *agave blanco*): La fibra de este tipo de Agave es más difícil de conseguir ya que a razón de la anterior fibra las hojas de donde se la extrae son de menor diámetro y menor contenido de fibra y con un tiempo más largo para su putrefacción, pero debido a que no posee tanta humedad en su estructura no afecta a su color otorgándole así un color más claro y una textura más suave y húmeda.

Los reactivos a utilizar en el proceso se obtuvieron mediante laboratorios desde la provincia de Pichincha en la ciudad de Quito.

- Sulfato de Sodio: Es un reactivo un poco difícil de adquirir ya que está regulado por la CONCEP, ayuda a degradar la lignina presente en las fibras para procesar papel.
- Carbonato de Calcio: Químico que ayuda en el proceso de digestión (cocción) de la fibra separándola de la lignina para que de esta manera pierda su característica rígida.
- Dióxido de Cloro: Compuesto químico en presentación líquida que requiere de una previa preparación y es obtenido por destilación, ayuda en el proceso de blanqueo de la pasta sustituyendo al uso convencional del cloro lo cual ocasiona un daño al medio ambiente.

- Agua oxigenada: Sustancia que ayuda a blanquear la pulpa obtenida para aportarle características de brillo a la pasta y el más difundido en la actualidad para ayudar a mitigar el daño al medio ambiente.

## 2.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

En la investigación se trabajó con dos factores diferentes tipos de fibra de agave. El factor A contando con 2 sustancias químicas para la cocción y el factor B con sustancias para el proceso de blanqueo de la pasta.

**Factor A:** Fibra de agave (*agave americana* – *agave sisalana*).

**Factor B:** Las sustancias químicas para su cocción.

**Factor C:** Las sustancias químicas para el proceso de blanqueo.

**A.-** Tipos de fibra.

a1) 20lb de agave americana (*agave americana L.* – *agave negro*).

a2) 20lb de agave sisalana (*agave sisalana perrine* – *agave blanco*).

**B.-** Químicos utilizados para la cocción.

b1) 226,79gr (0,50lb) de sulfato de sodio.

b2) 226,79gr (0,50lb) de carbonato de calcio.

**C.-** Sustancias usadas en el proceso de blanqueo.

c1) 25% (1,25lt) de dióxido de cloro.

c2) 25% (1,25lt) de agua oxigenada.

### **2.5.1. Variables.**

#### **2.5.1.1. Causa.**

- Cantidad de fibra a utilizar.
- gr que entran en el proceso de cocción.
- It a utilizar en el proceso de blanqueo de la pulpa.

#### **2.5.1.2. Efecto.**

Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (*Agave americana L – cabuya negra* y *agave sisalana perrine – cabuya blanca*) con dos sustancias para la cocción (Sulfato de sodio y Carbonato de calcio) y dos métodos de blanqueo (dióxido de cloro y agua oxigenada).

### **2.5.2. Indicadores.**

- Espesor
- Gramaje
- Absorción de Agua.
- Humedad.

### **2.5.3. Materia prima.**

- Estado de la fibra.

### **2.5.4. En el proceso.**

- Rendimiento.

### 2.5.5. En los mejores tratamientos.

- Absorción de agua
- Gramaje
- Humedad
- Espesor

### 2.5.6. Factor de estudio.

Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de agave (*agave americana L – cabuya negra* y *agave sisalana perrine – cabuya blanca*) con dos sustancias para la cocción (sulfato de sodio y carbonato de calcio) y dos métodos de blanqueo (dióxido de cloro y agua oxigenada).

### CUADRO N°. 6 TRATAMIENTOS USADOS EN LA INVESTIGACIÓN.

CODIGO	TRATAMIENTOS	DESCRPCION
t1	a1b1c1	Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Dióxido de cloro.
t2	a1b1c2	Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada.
t3	a1b2c1	Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro,
t4	a1b2c2	Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada.
t5	a2b1c1	Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de Sodio, Dióxido de cloro.
t6	a2b1c2	Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada.
t7	a2b2c1	Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro.
t8	a2b2c2	Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada.

**Fuente:** Autor de la Investigación.

## 2.6. METODOLOGIA DE LA ELABORACIÓN.

### 2.6.1. PROCESO:

La obtención del papel se lo realizo de la siguiente manera:

#### a.- Recepción de la materia prima (fibra):

La materia prima en este caso la fibra de cada especie de Agave (*Agave Americana L. – Cabuya Negra* y *Agave Sisalana Perrine – Cabuya Blanca*), se obtuvo una pequeña cantidad de manera artesanal por el investigador remojando las hojas de la penca durante nueve días aproximadamente, machacándolas (con un palo de madera o un mazo), después del previo remojo y pudrición de las hojas, utilizando el método de raspado de la fibra verde (con una cuchara o un objeto que contenga filo) se obtuvo finalmente la fibra (tiras delgadas del Agave), y dejándolas secar por un día de manera vertical evitando que se enrede esta fibra.

Gran cantidad se la pudo adquirir en la comunidad Patoa de Quevedo, directamente de la señora artesana (que utiliza este tipo de fibra para realizar cordeles), ubicada en la ciudad de Pujili en dirección sur, tomando en cuenta que la fibra este limpia y sea la indicada para la elaboración del papel se verifico el estado de calidad de las mismas.

#### CUADRO N° 7 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS.

	Color	Textura	Estado de la fibra
<b>Fibra de Agave Americana.</b>	Amarillo	Lisa – Aspera	Sin nudos
<b>Fibra de Agave Sisalana.</b>	Amarillo claro	Lisa - Suave	Sin nudos

**Fuente:** Autor de la Investigación

#### **b.- Remojo de la fibra.**

Al revisar el estado de cada fibra independientemente, se procede a utilizar una gaveta (con capacidad de 40 lt) o un envase en el cual se pueda colocar la fibra (20 lb), se toma una cantidad de agua en proporción 2 a 1 (es decir por cada libra de fibra se colocara 2 litros de agua), tomando en cuenta que el agua vertida en esta la cubra en su totalidad, con esto nos aseguramos que la fibra se hidrate bien y nos asegure un manejo más fácil de la misma, en el lapso de 1 día se procederá a retirar la fibra ya totalmente humectada (el agua utilizada en este procedimiento se la puede volver a utilizar y de esta manera no desaprovechar recursos).

#### **c.- Escurrido de la fibra.**

La fibra ya previamente humectada se la retira del envase que la contiene y con cuidado que esta no se enrede procedemos a retirar el exceso de agua existente, tomándola de los extremos y aplicando una ligera torsión, de manera tal que cuidemos la calidad en el proceso.

#### **d.- Cocción de las fibras.**

Se coloca en la cocina un perol pequeño de acero (capacidad de 20lt) con las 10lb de fibra (teniendo en cuenta que en la etapa de cocción se utilizara dos sustancias químicas y la disponibilidad de fibra será mitad y mitad es decir 10lb y 10lb para las dos diferentes sustancias de cocción) y 20lt de agua, asegurándonos que el agua cubra a la fibra en su totalidad y mejore su cocción durante 5 horas con el fin de que la misma se llegue a suavizar y la lignina se desprenda.

La cocción se realizó con dos tipos de químicos.

### **Sulfato de Sodio.**

Preparamos la solución al 5% (0,50lb – 226,79gr) de Sulfato de Sodio en un recipiente, removiéndola constantemente con una varilla de agitación y después la vertimos sobre el recipiente con la fibra (esto nos ayuda a que el reactivo químico no reaccione de manera violenta y cause daño a la persona que lo maneja).

### **Carbonato de Calcio.**

Preparamos la solución al 5% (0,50lb – 226,79gr) de Carbonato de Calcio en un vaso de precipitación, removiéndola constantemente con una varilla de agitación y después la vertimos sobre el recipiente con la fibra (esto nos ayuda a que el reactivo químico no reaccione de manera violenta y cause daño a la persona que lo maneja).

### **e.- Colado de las fibras.**

Al lapso de 5 horas que la fibra ha permanecido cociéndose a fuego constante se la retira del fuego y con la ayuda de unos guantes la trasparamos a otro recipiente (evitando tocar el licor resultante de la cocción por seguridad).

Se obtiene una fibra más suave y manejable, esta se la escurre con la ayuda de un canasto o un colador asegurándonos que todo el licor (sustancia líquida obtenida al final del proceso) de la cocción se elimine.

### **f.- Proceso de blanqueado de la fibra.**

La pulpa ya cocida y colada se la lava con sustancias blanqueantes que ayuden a mejorar su aspecto.

El lavado de la pulpa se lo realizo con dos tipos de químicos.

### **Dióxido de Cloro.**

Se coloca una relación del 25% (1,25lt) de Dióxido de Cloro con un vaso de precipitación, revolvemos durante unos minutos y la dejamos reposar por 3 horas la fibra asegurándonos que la misma quede más homogénea y la tonalidad inicial de su color cambie.

### **Agua Oxigenada.**

Se coloca una relación del 25% (1,25lt) de Agua Oxigenada con un vaso de precipitación, revolvemos durante unos minutos y la dejamos reposar por 3 horas la fibra asegurándonos que la misma quede más homogénea y la tonalidad inicial de su color cambie.

Este proceso ayuda a que se elimine rastros de lignina residual en la fibra y en la etapa siguiente esta sea más delicada.

### **g.- Licuado de la fibra ya ablandada.**

Colocamos la fibra en una licuadora marca Oster con una cantidad mínima de agua para que ayude a no enredarse en las aspas de la licuadora y procedemos a triturarla durante 3 minutos a máxima velocidad.

### **h.- Formación de la hoja.**

La fibra ya triturada se la coloca en una tina (capacidad 20lt) y con un bastidor de acero inoxidable de 40 mesh lo sumergimos en la mezcla, colamos las partículas en suspensión y realizamos pequeños y suaves movimientos ondulantes (sirve para que las partículas se separen) asegurándonos que éstas se distribuyan equitativamente por toda la malla.



### **i.- Prensado de la hoja.**

Colocamos papel toalla (tiempo de absorción  $10\text{cm}^3$  en cinco minutos) sobre la pulpa tomada (para que absorba la humedad de la pulpa), luego una tapa de acero de carbono sobre el bastidor para que la pasta evite formarse grumos en un solo lugar y eso no permita una buena distribución.

Finalmente se coloca una pesa (eje) redonda de 10kg sobre la tapa para que ayude a prensar y paulatinamente escurra el exceso de agua durante 5 minutos hasta que la hoja este formada.

### **j.- Secado de la hoja.**

Una vez ya formada la hoja y con una humedad relativamente baja se la coloca sobre una placa de acero de carbono de 6plg cubierta con toallas de papel de cocina y se la tapa con una placa del mismo espesor, evitando así que la hoja no se deforme al momento de aplicar calor

Las placas ya con la hoja formada se las somete a un calefactor de 750 wats durante 4 horas realizando intervalos en el transcurso de este tiempo para voltear las placas y asegurarnos que las hojas se sequen por los dos lados y no se quemem de esta manera eliminando toda el agua restante de la hoja.

### **k.- Desmolde de la hoja.**

La hoja ya seca y sin arrugas en sus caras externas se la desmolda con cuidado retirando las placas y las toallas de cocina de manera tal que no se arrugue y cambie sus características.

## **Análisis físico y químico de los tratamientos.**

Una vez terminados los diferentes tratamientos se procedió a realizar los análisis físicos.

- Espesor
- Gramaje
- Absorción de Agua.
- Humedad.

### **2.6.1.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA FIBRA.**

#### **1. Recepción de la materia prima.**

Se verifica que las hojas no estén dañadas o podridas.

#### **Imagen N°. 9 Recepción de la materia prima.**



**Fuente:** Autor de la investigación.



**Fuente:** Autor de la investigación.

#### **2. Despunte de las hojas.**

Con un cuchillo y en forma transversal a la hoja se procede a retirar los espinos de estas. Cuidando de no topar directamente las hojas.

### Imagen N°. 10 Despunte de las hojas.



Fuente: Autor de la investigación.



Fuente: Autor de la investigación.

### 3. Ripiado o golpeado de las hojas.

Con un palo de madera o de acero (evitando el rebote), sujetar la hoja de un extremo y golpearla.

### Imagen N°. 11 Ripiado o golpeado de las hojas.



Fuente: Autor de la investigación.



Fuente: Autor de la investigación.

### 4. Humectación de la hoja.

Se deja en una gaveta con suficiente agua para humectar la hoja y esta se ablande.

### **Imagen N°. 12 Humectación de la hoja.**



**Fuente:** Autor de la investigación.



**Fuente:** Autor de la investigación.

### **5. Lavado de las hojas.**

Con un detergente lavar las hojas asegurándonos de eliminar todo el mal olor.

### **Imagen N°. 13 Lavado de las hojas.**



**Fuente:** Autor de la investigación.



**Fuente:** Autor de la investigación.

### **6. Majado o raspado de las hojas.**

Con un cuchillo, cuchara o un objeto con fijo se raspa las hojas, es recomendable que se lo haga desde la parte más gruesa hacia la punta

**Imagen N°. 14 Majado o raspado de las hojas.**



**Fuente:** Autor de la investigación.



**Fuente:** Autor de la investigación.

**7. Secado de la fibra.**

En un cordel se coloca la fibra ya raspada de manera transversal para que esta no se enrede.

**Imagen N°. 15 Secado de la fibra.**



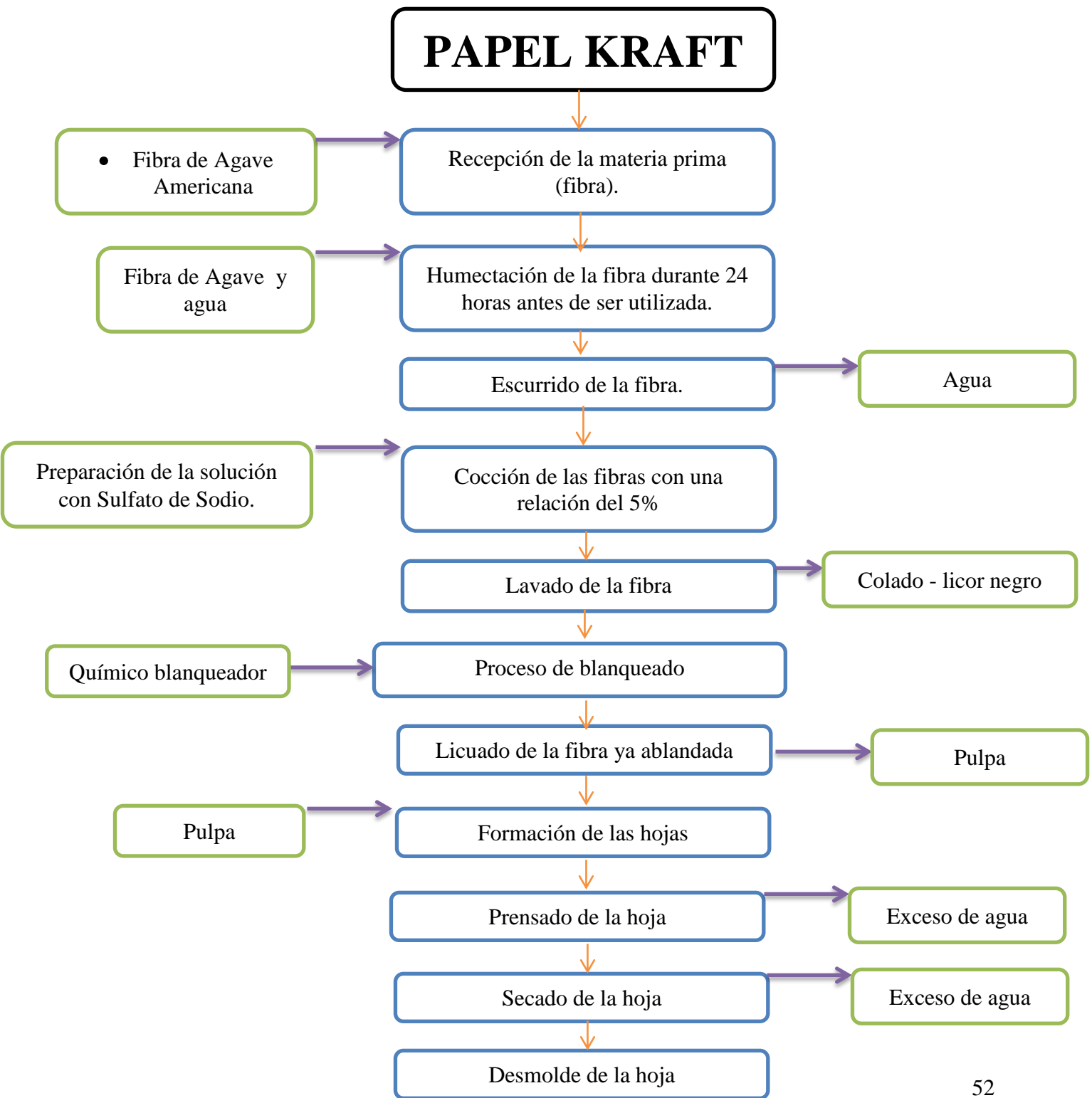
**Fuente:** Autor de la investigación.



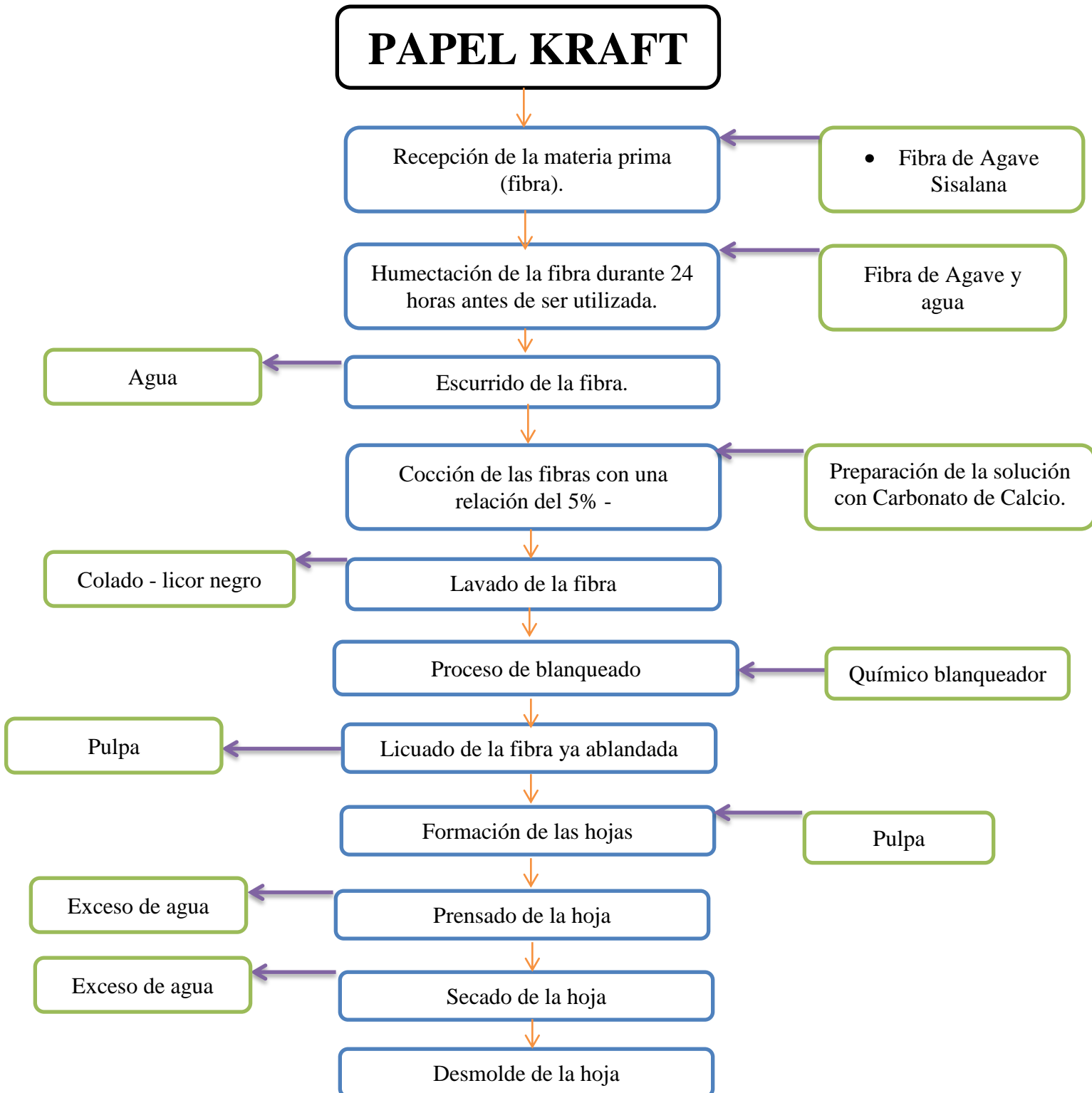
**Fuente:** Autor de la investigación.

2.6.2. FLUJO GRAMA DE LOS PROCESOS.

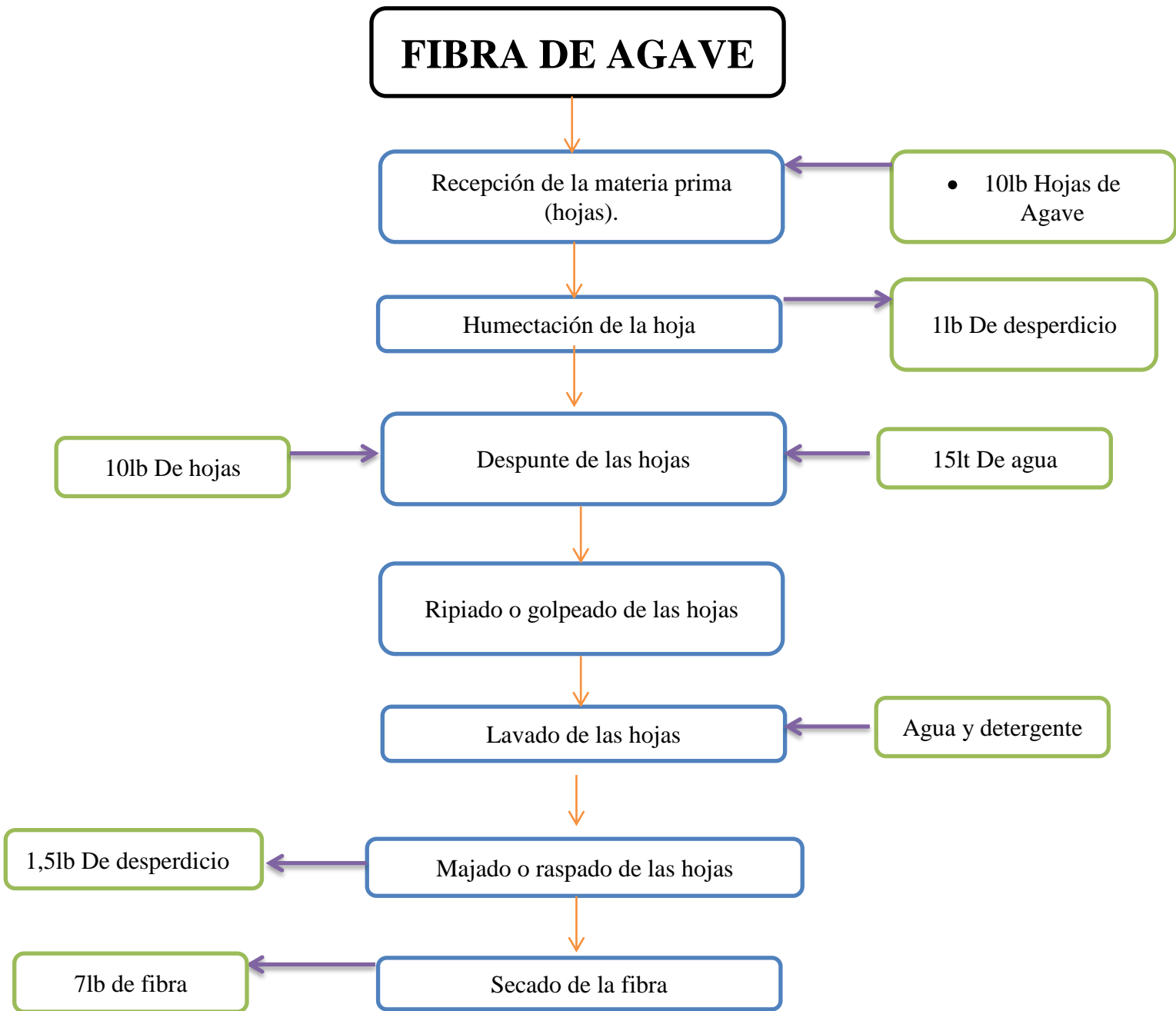
FLUJO GRAMA DEL RPOCESO DE OBTENCIÓN DE PAPEL KRAFT CON FIBRA DE AGAVE AMERICANA L. (CABUYA NEGRA).



**FLUJO GRAMA DEL RPOCESO DE OBTENCIÓN DE PAPEL KRAFT CON FIBRA DE AGAVE SISALANA PERRINE (CABUYA BLANCA).**



**FLUJO GRAMA DEL RPOCESO DE OBTENCIÓN DE LA FIBRA DE AGAVE.**





### 2.6.3. *BALANCE DE MATERIALES.*

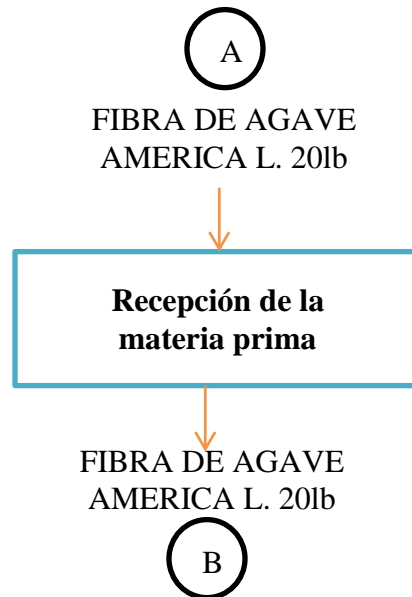
#### *BALANCE DE MATERIALES DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS t1 y t7.*

Se realizó el balance de materiales utilizados en la investigación como el: t1 y t7 para conocer lo que se utilizó y cuales han sido las entradas y las salidas en cada tratamiento conociendo las cantidades y llegando al resultado final.

#### *BALANCE DE MATERIALES DEL TRATAMIENTO 1 ((Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Dióxido de cloro.)*

##### **Balance de recepción de materia prima.**

##### **Agave Americana L.**



##### **Balance General.**

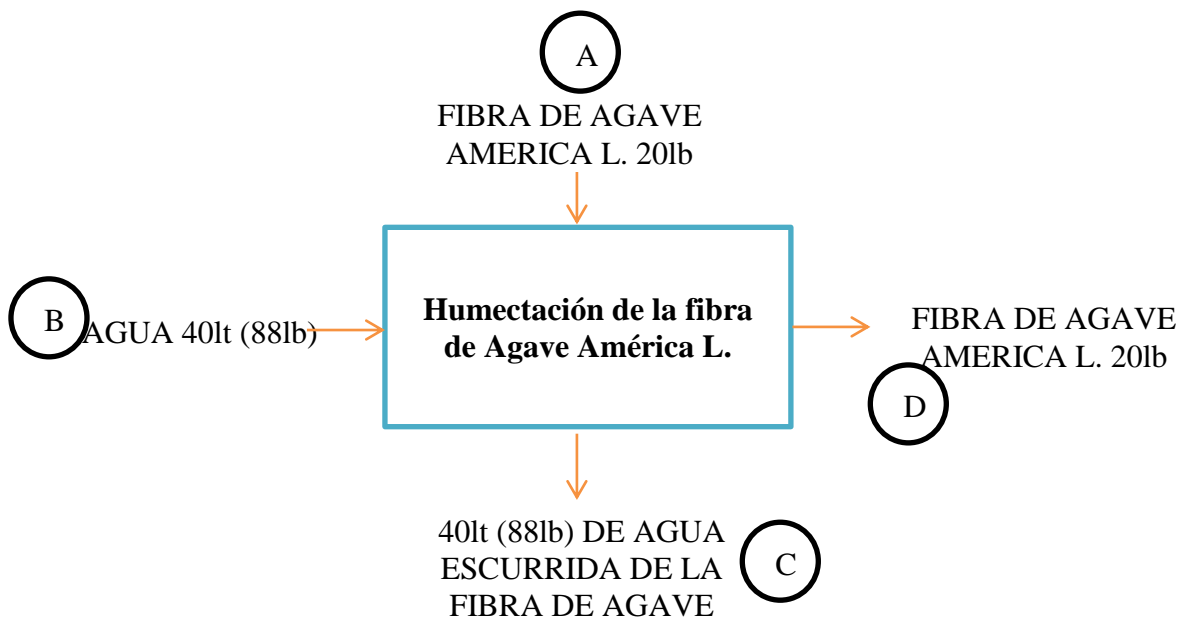
$$A = B$$

**Balance de recepción de materia prima.**

$$A = B$$

20lb (A) = (B) 20lb de fibra de Agave Americana

**Balance de humectación de la fibra.**



**Balance General.**

$$A + B = C + D$$

**Balance de humectación de la fibra.**

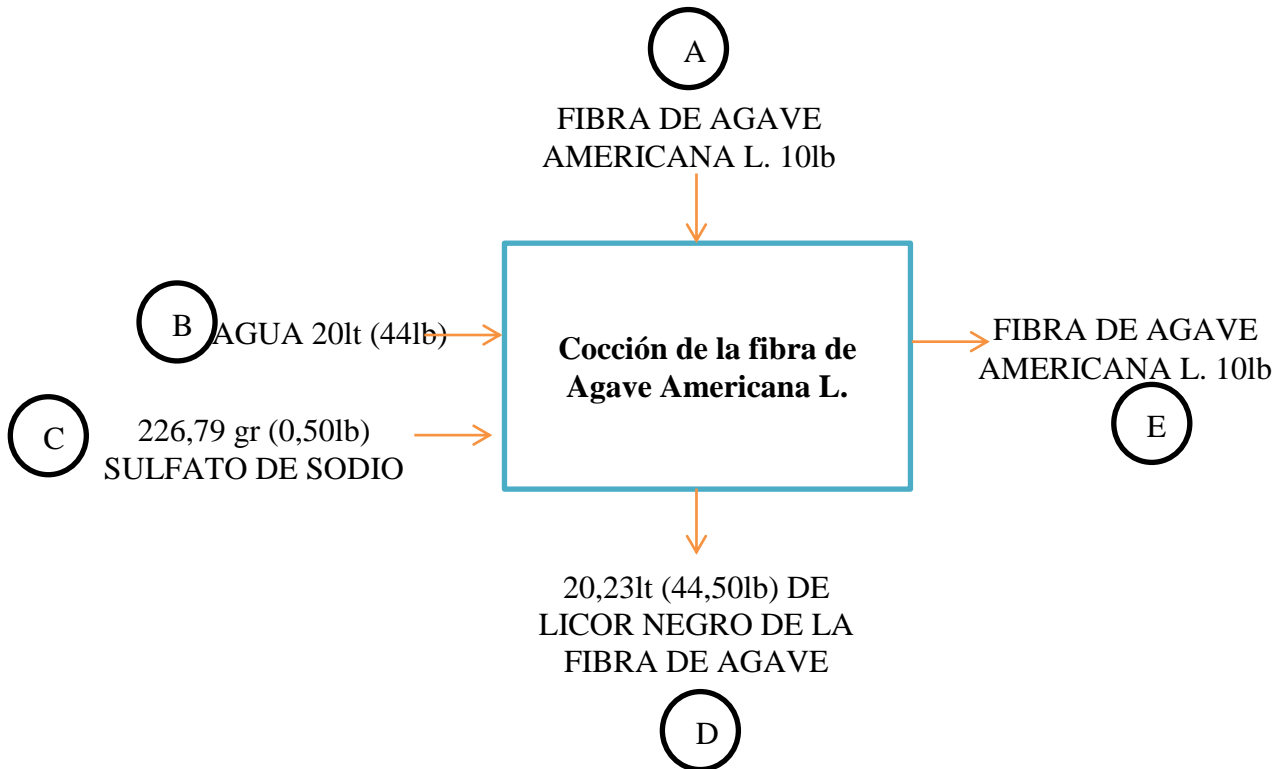
$$A + B = C + D$$

$$20lb (A) + 88lb (B) = 88lb (C) + (D)$$

$$20 + 88 - 88 = D$$

D = 20// lb de fibra de Agave humectada.

### Balance de cocción de la fibra con Sulfato de sodio.



### Balance General.

$$A + B + C = D + E$$

### Balance de cocción de la fibra.

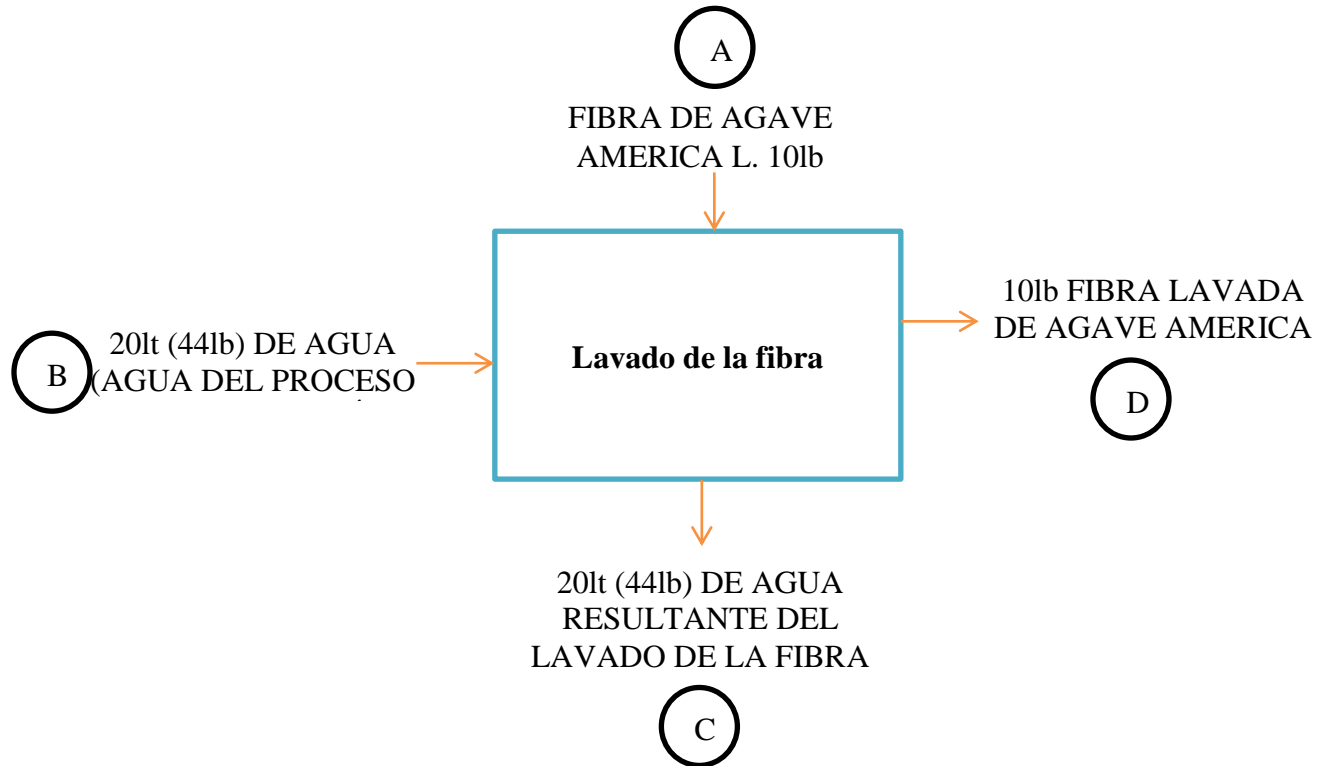
$$A + B + C = D + E$$

$$20\text{lb (A)} + 44\text{lb (B)} + 0,50\text{lb (C)} = 44,55\text{lb (D)} + (E)$$

$$10\text{lb} + 44\text{lb} + 0,50\text{lb} - 44,50\text{lb} = E$$

E = 10lb// de fibra cocida de Agave.

**Balance de lavado de la fibra cocida con Sulfato de sodio.**



**Balance General.**

$$A + B = C + D$$

**Balance de lavado de la fibra.**

$$A + B = C + D$$

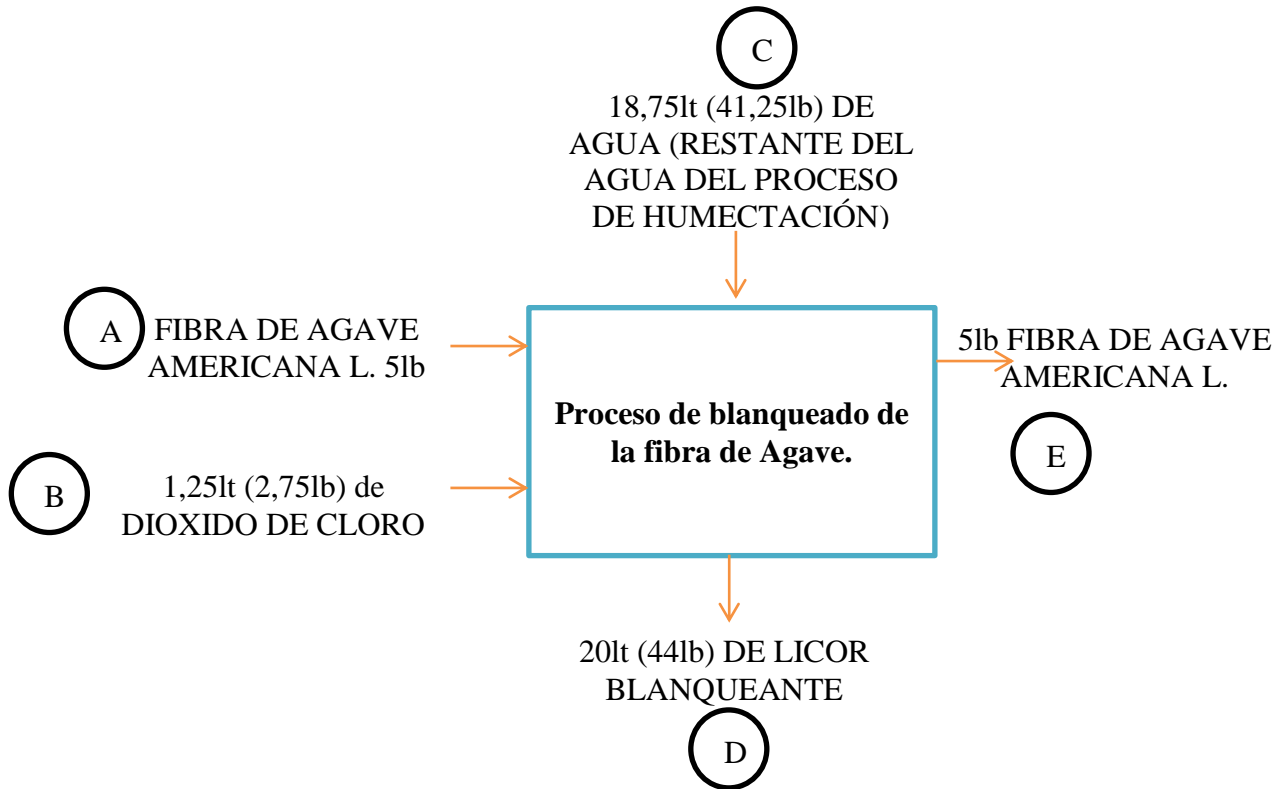
$$10\text{lb (A)} + 44\text{lb (B)} = 44\text{lb (C)} + (D)$$

$$10\text{lb} + 44\text{lb} - 44\text{lb} = D$$

$$10 + 44 - 44 = D$$

D = 10lb// de fibra lavada.

### Balance de proceso de blanqueado de la fibra.



### Balance General.

$$A + B + C = D + E$$

### Balance de proceso de blanqueado de la fibra.

$$A + B + C = D + E$$

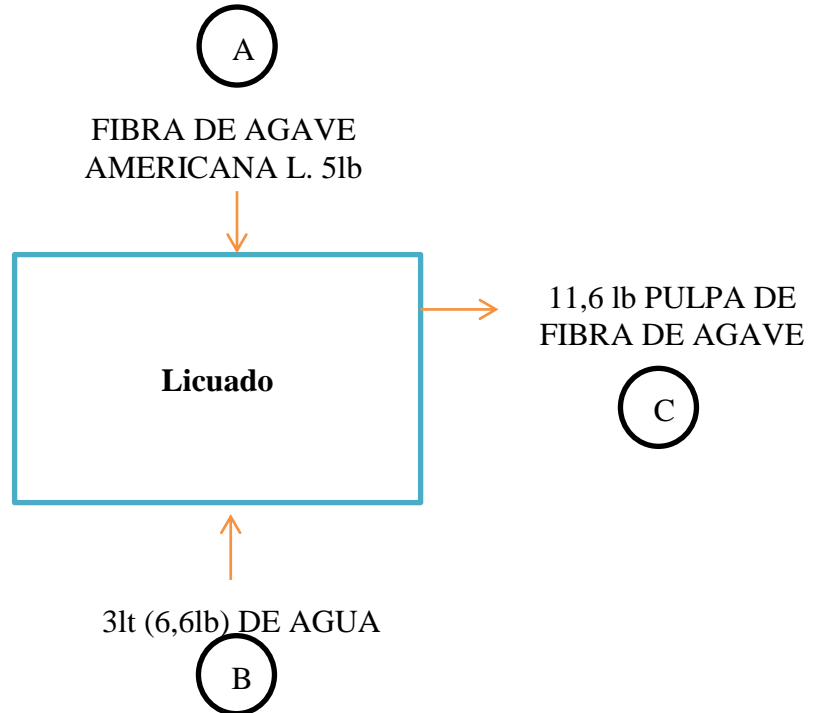
$$5\text{lb (A)} + 2,75\text{lb (B)} + 41,25\text{lb (C)} = 44\text{lb (D)} + (E)$$

$$5\text{lb} + 2,75\text{lb} + 41,25\text{lb} = 44\text{lb} + (E)$$

$$5 + 2,75 + 41,25 - 44 = (E)$$

E = 5lb// de fibra de agave blanqueada.

### Balance del licuado de la fibra. Dióxido de cloro.



### Balance General.

$$A + B = C$$

### Balance de licuado de la fibra.

$$A + B = C + D$$

$$5\text{lb (A)} + 6,6\text{lb (B)} = (C)$$

$$5\text{lb} + 6,6\text{lb} = C$$

$$5 + 6,6 = C$$

C = 11,6lb// de pulpa de fibra.

### Balance de prensado de la hoja.



### Balance general.

$$A = B + C$$

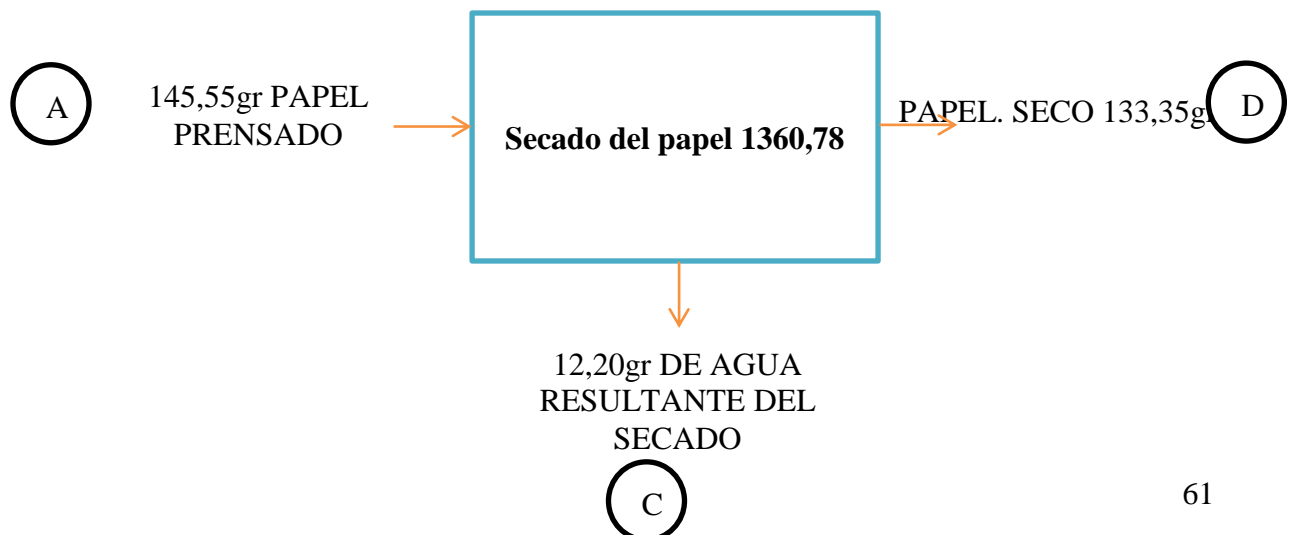
### Balance del prensado de la fibra.

$$A = B + C$$

$$11,6 (A) - 5,5 (B) = C$$

C = 6,1lb// de pulpa prensada.

### Balance de Secado.



**Balance General.**

$$A = B + C$$

**Balance de secado del papel.**

$$A = B + C$$

$$145,55\text{gr (A)} = 12,20\text{gr (B)} + C$$

$$145,55\text{gr} = 12,20 + C$$

$$145,55\text{gr} - 12,20\text{gr} = C$$

$$133,35\text{gr} = C$$

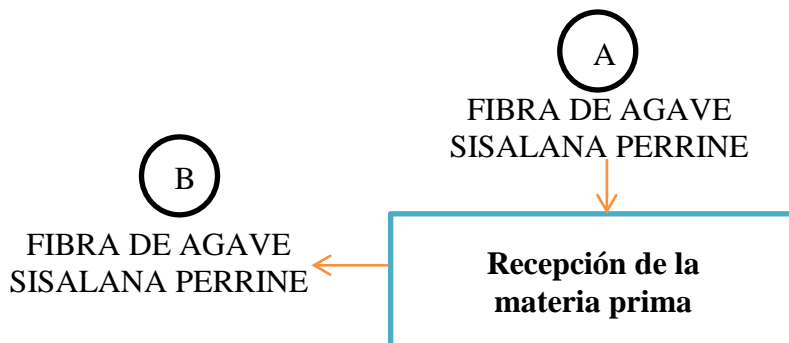
$$C = 133,35\text{gr// Peso del papel.}$$

***Rendimiento del tratamiento t1***

- Se obtuvieron 5lb de pulpa es decir 2267,96gr.
- La cantidad de papel obtenida fue un total de 4 papeles.
- El peso del papel es de = 541,40gr

***BALANCE DE MATERIALES DEL TRATAMIENTO 7 (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro.)***

**Balance de recepción de materia prima.**





**Balance General.**

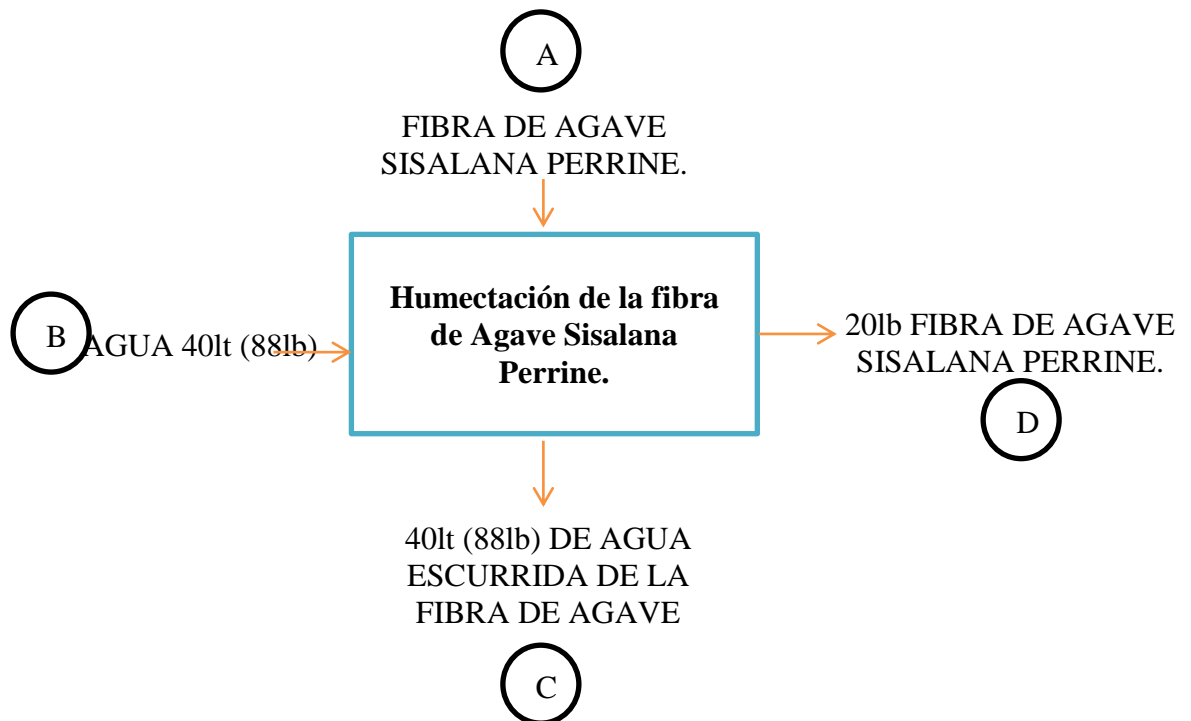
$$A = B$$

**Balance de recepción de materia prima.**

$$A = B$$

20lb (A) = (B) 20lb de fibra de Agave Sisalana.

**Balance de humectación de la fibra.**



**Balance General.**

$$A + B = C + D$$

**Balance de humectación de la fibra.**

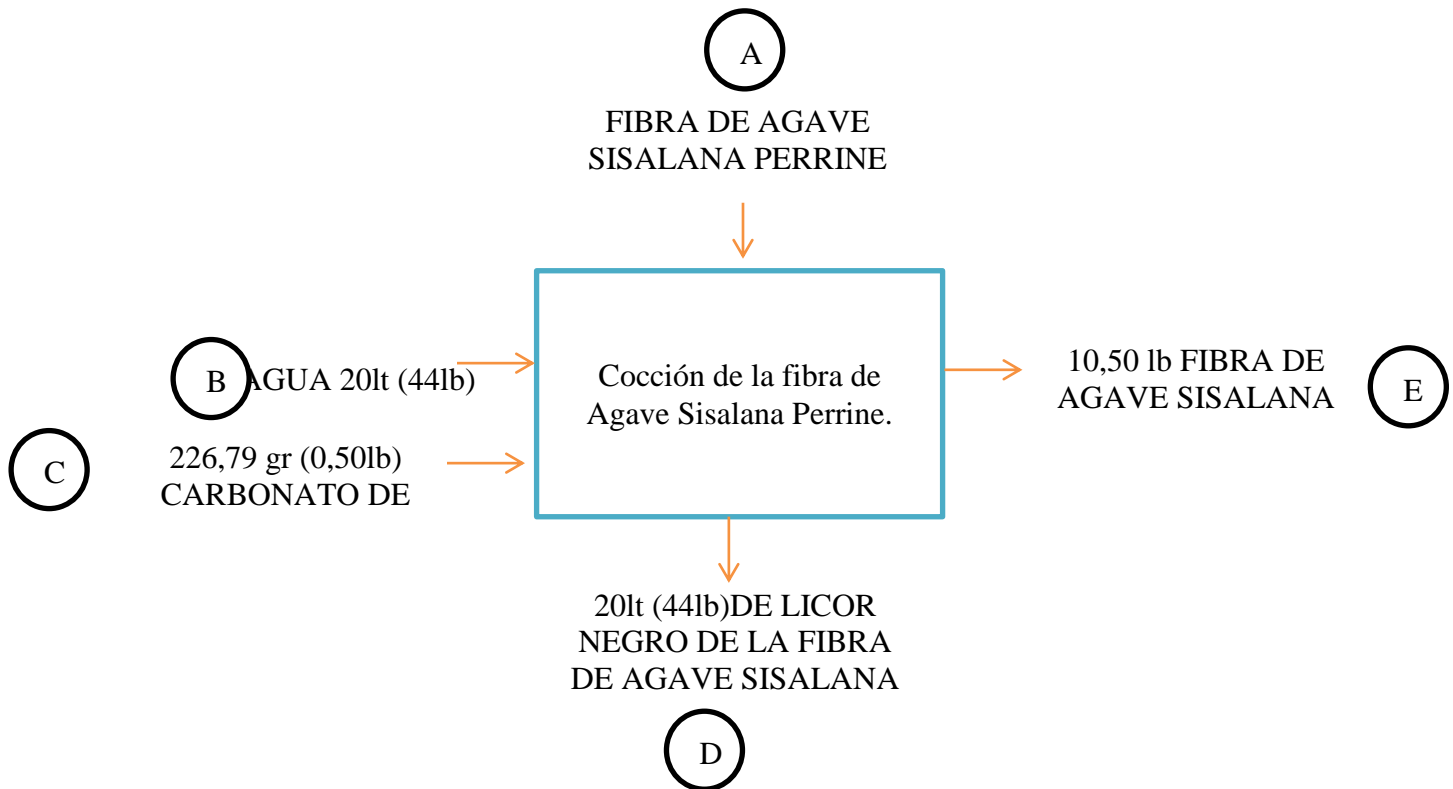
$$A + B = C + D$$

$$20\text{lb (A)} + 88\text{lb (B)} = 88\text{lb (C)} + (D)$$

$$20 + 88 - 88 = D$$

D = 20lb// de fibra de agave humectada.

**Balance de cocción de la fibra con Carbonato de calcio.**



**Balance General.**

$$A + B + C = D + E$$

**Balance de cocción de la fibra.**

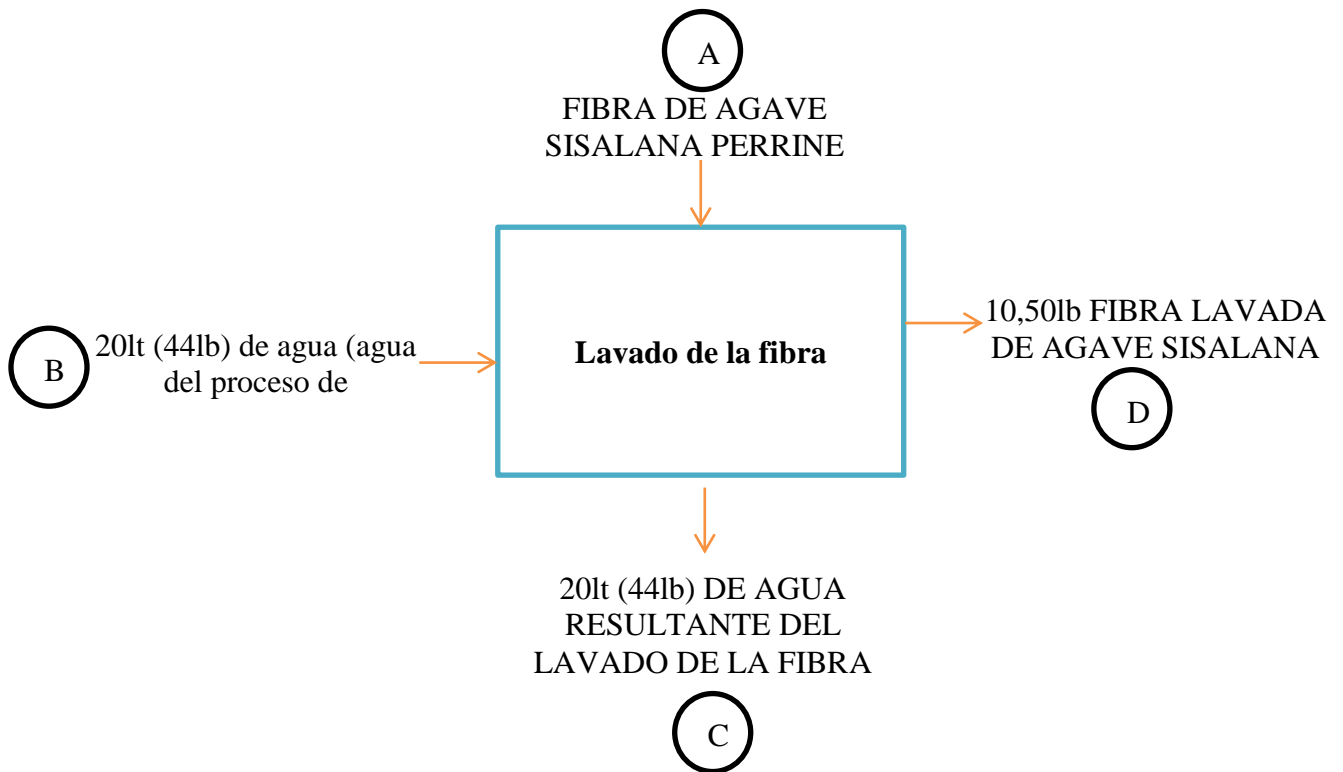
$$A + B + C = D + E$$

$$20\text{lb (A)} + 44\text{lb (B)} + 0,50\text{ lb (C)} = 44\text{lb (D)} + (E)$$

$$10\text{lb} + 44\text{lb} + 0,50\text{lb} - 44\text{lb} = E$$

$$E = 10,50\text{lb// de fibra de agave cocida}$$

**Balance de lavado de la fibra cocida con Carbonato de calcio.**



**Balance General.**

$$A + B = C + D$$

**Balance de lavado de la fibra.**

$$A + B = C + D$$

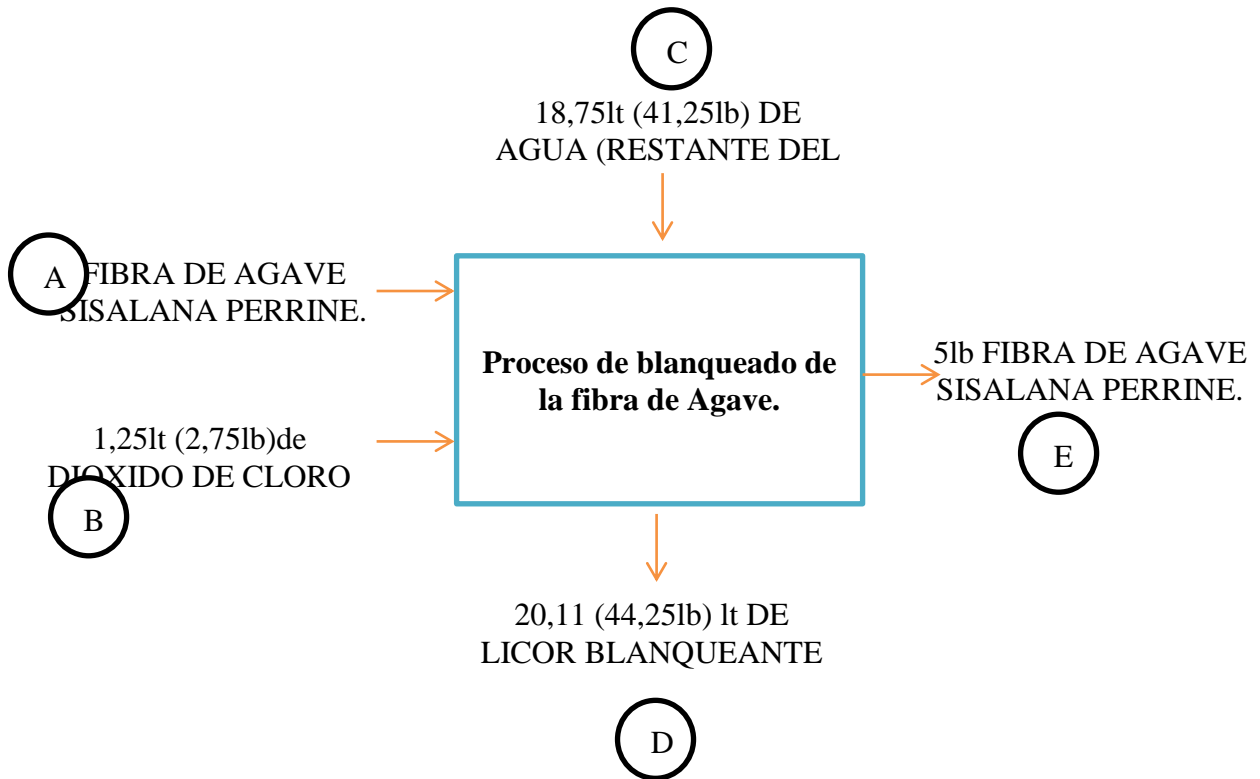
$$10,50\text{lb (A)} + 44\text{lb (B)} = 44\text{lb (C)} + (D)$$

$$10,50\text{lb} + 44\text{lb} - 44\text{lb} = (D)$$

$$10,50 + 44 - 44 = D$$

D = 10,50lb// de fibra lavada.

**Balance de proceso de blanqueado de la fibra.**



**Balance General.**

$$A + B + C = D + E$$

**Balance de blanqueado de la fibra.**

$$A + B + C = D + E$$

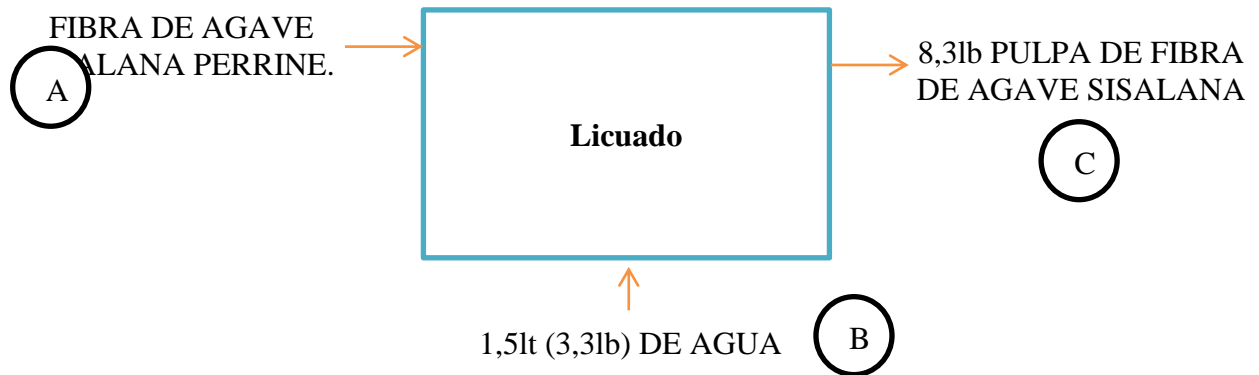
$$5,25\text{lb (A)} + 2,75\text{lb (B)} + 41,25\text{lb (C)} = 44,25\text{lb (D)} + (E)$$

$$5,25\text{lb} + 2,75\text{lb} + 41,25\text{lb} = 44,25\text{lb} + (E)$$

$$5,25 + 2,75 + 41,25 - 44,25 = (E)$$

E = 5lb// de fibra blanqueada.

**Balance del licuado de la fibra. Dióxido de cloro.**



**Balance General.**

$$A + B = C$$

**Balance de licuado de la fibra.**

$$A + B = C + D$$

$$5\text{lb (A)} + 3,3\text{lb (B)} = (C)$$

$$5 + 3,3 = 8,3 C$$

C = 8,3lb// de pulpa.

### Balance de prensado de la hoja.



### Balance general

$$A = B + C$$

### Balance general del prensado.

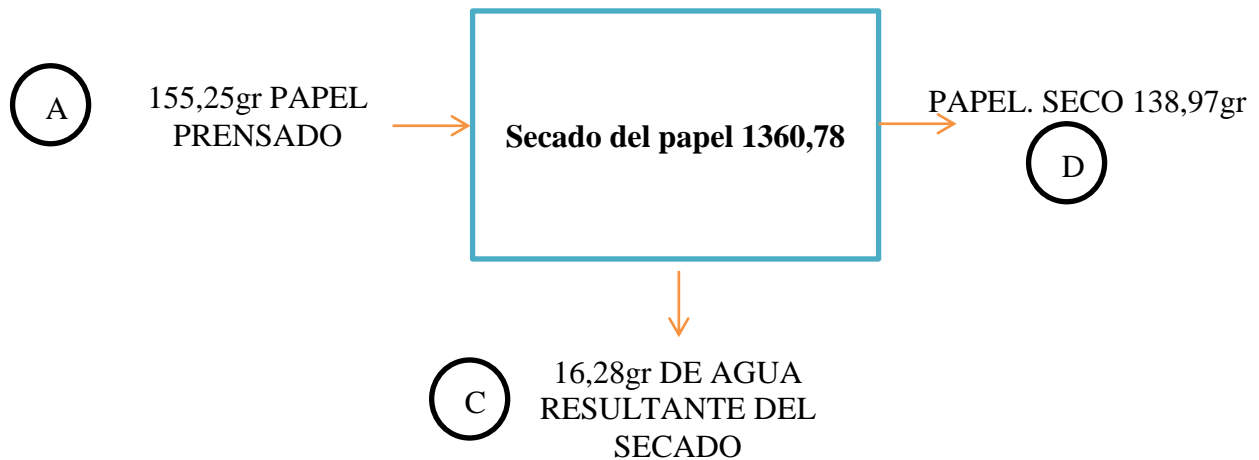
$$A = B + C$$

$$8,3\text{lb (A)} = 3,3\text{lb (B)} + (C)$$

$$8,3 - 3,3 = (C)$$

$$C = 5\text{lb// de pulpa prensada.}$$

### Balance de Secado.



### Balance General.

$$A = B + C$$

### Balance de secado del papel.

$$A = B + C$$

$$155,25\text{gr (A)} = 16,28\text{gr (B)} + C$$

$$155,25\text{gr} = 16,28 + C$$

$$155,25\text{gr} - 16,28\text{gr} = C$$

$$138,97\text{gr} = C$$

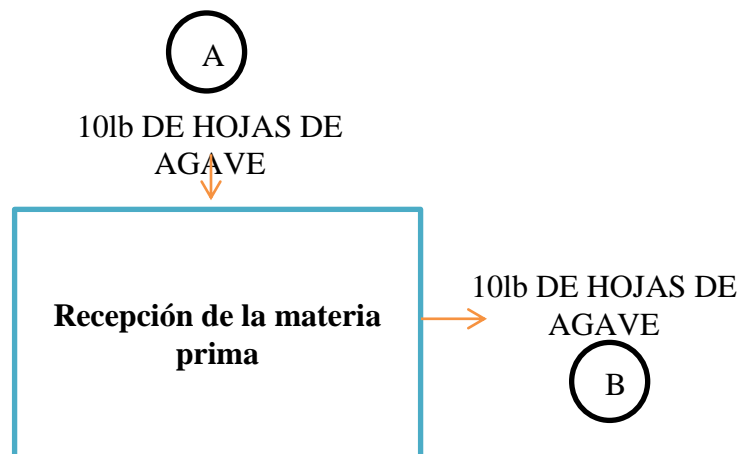
$$C = 138,97\text{gr// peso del papel.}$$

### *Rendimiento del tratamiento t7*

- Se obtuvieron 5lb de pulpa es decir 2267,96gr.
- La cantidad de papel obtenida fue un total de 4 papeles.
- El peso del papel es de = 555,88gr

### *Balance de la obtención de la fibra.*

#### Recepción de la materia prima.



**Balance General.**

$$A = B$$

**Balance de secado del papel.**

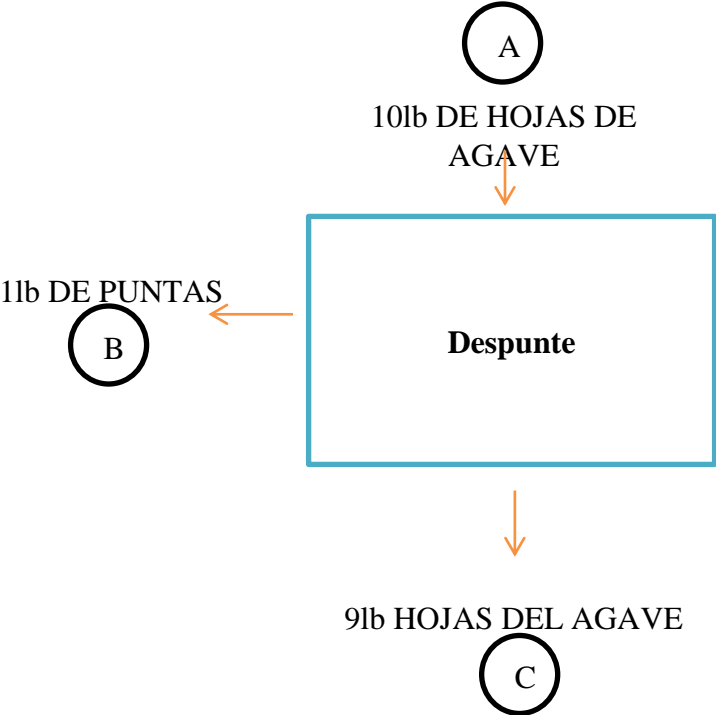
$$A = B$$

$$10\text{lb (A)} = (B)$$

$$10 = (B)$$

$$B = 10\text{lb// de hojas.}$$

**Despunte de las hojas.**





**Balance General.**

$$A = B$$

**Balance de despunte de la hoja.**

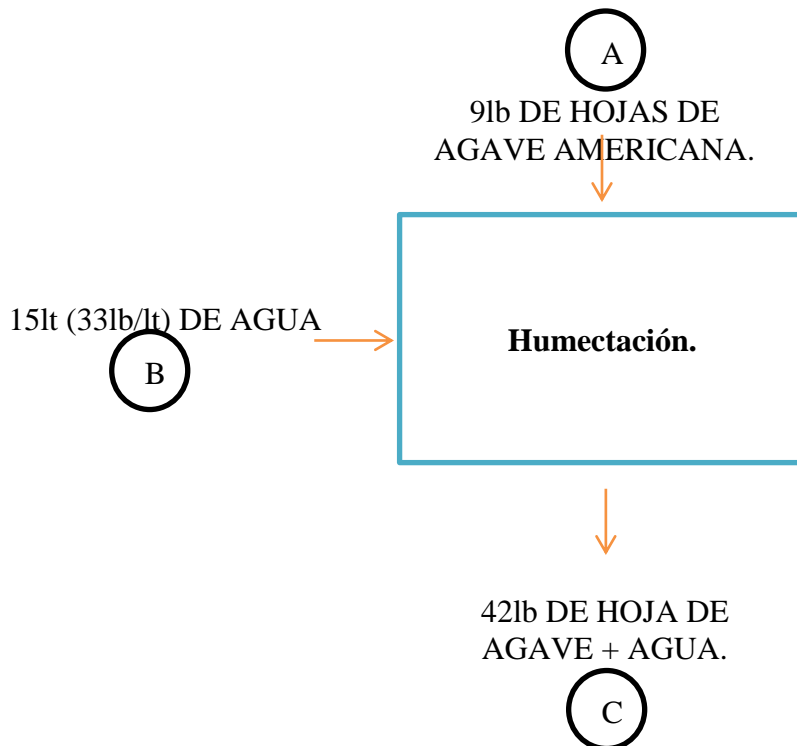
$$A = B + C$$

$$10\text{lb (A)} = 1\text{lb (B)} + (C)$$

$$10 - 1 = (C)$$

C = 9lb de hojas de agave.

**Humectación de las hojas.**



**Balance General.**

$$A = B$$

**Balance de secado del papel.**

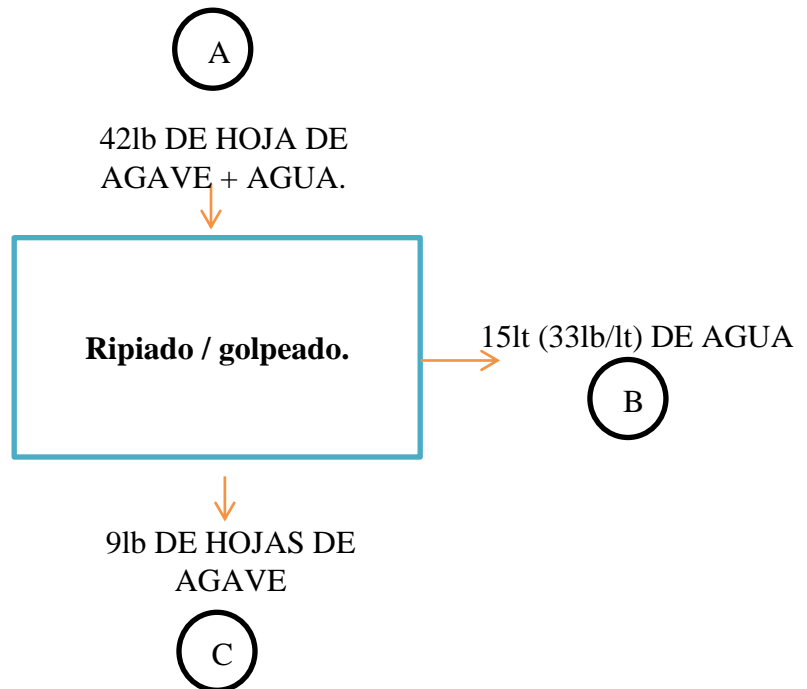
$$A + B = C$$

$$9\text{lb (A)} + 33\text{lb (B)} = (C)$$

$$9 + 33 = (C)$$

$$C = 42\text{lb// de hojas humectadas.}$$

**Ripiado de las hojas.**



**Balance General.**

$$A + B = C$$

**Balance de secado del papel.**

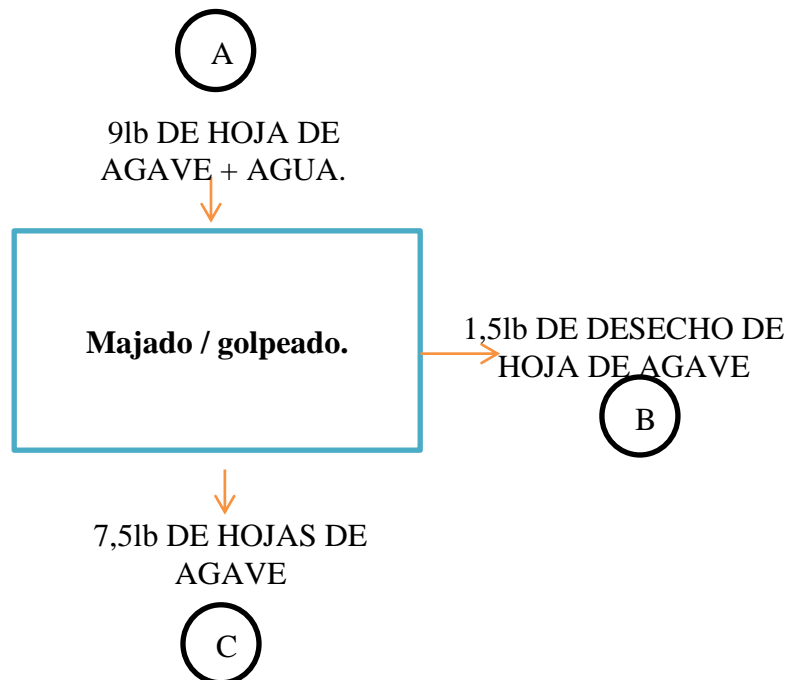
$$A = B + C$$

$$42\text{lb (A)} = 33\text{lb (B)} + (C)$$

$$42 - 33 = (C)$$

C = 9lb// de hojas de agave.

**Majado o raspado de las hojas.**



**Balance General.**

$$A + B = C$$

**Balance de secado del papel.**

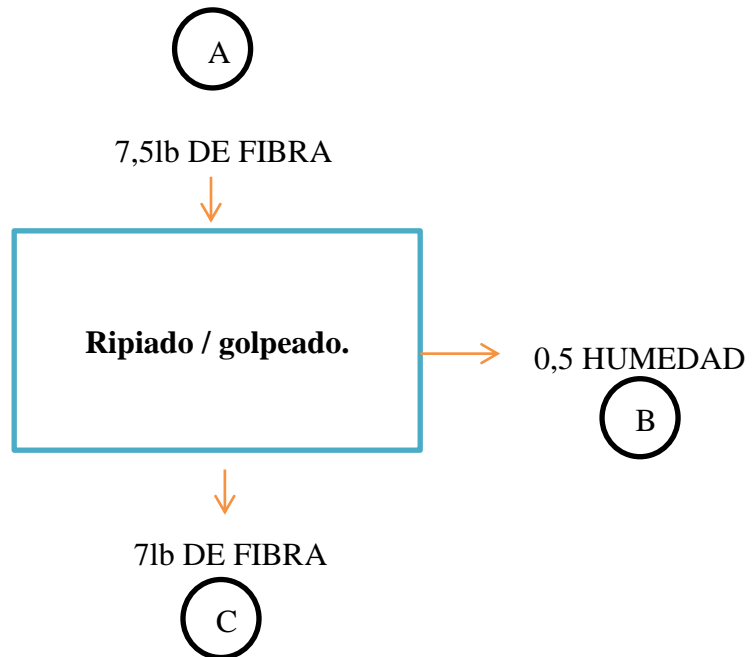
$$A = B + C$$

$$9\text{lb (A)} = 1,5\text{lt (B)} + (C)$$

$$9 - 1,5 = (C)$$

$C = 7,5\text{lb//}$  de hojas de agave.

**Secado de la fibra.**



**Balance General.**

$$A + B = C$$

**Balance de secado del papel.**

$$A = B + C$$

$$7,5\text{lb (A)} = 0,5\text{lb (B)} + (C)$$

$$7,5 - 0,5 = (C)$$

$$7 = (C)$$

$$C = 7\text{lb// de fibra.}$$

***Rendimiento de la hoja de Agave.***

Se recolecto 10lb de hojas de Agave de cada especie, dándonos al final un rendimiento de 7lb de fibra seca de Agave Americana.

**Cuadro N° 8 Rendimiento de la hoja de agave.**

<b>Agave</b>	<b>Cantidad de hojas.</b>	<b>Cantidad de fibra obtenida</b>
<b>Agave Americana.</b>	10lb	7lb
<b>Agave Sisalana.</b>	10lb	5,5lb

**Fuente:** Autor de la investigación.

## **CAPITULO III**

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

En este capítulo observaremos los resultados de los diferentes tratamientos del proceso de obtención del papel, los análisis físicos de cada uno de ellos regidos por la normativa INEN 1 429 vigente, comprobando cuál de todos los tratamientos fue el mejor, y llevando a cabo una comparación final que nos indique entre que tratamientos se logró obtener un papel con las mejores características, se responderá las preguntas directrices mediante los resultados y análisis finalizando con las conclusiones y recomendaciones de la Investigación y anexos en donde se puede encontrar fotografías acerca de los diferentes procesos.

#### **3.1. ANALISIS DE LOS TRATAMIENTOS.**

A la culminación de la investigación se obtuvo 8 diferentes tratamientos en este caso 8 distintos tipos de papel cada uno de ellos con características que los diferencia entre sí, por lo que en las tablas siguientes se mostrara los análisis realizados y los valores

que se sujeten a la normativa INEN 1 429 vigente clasificándolo en 3 tipos de papel establecidos por rangos de mínimo y máximo.

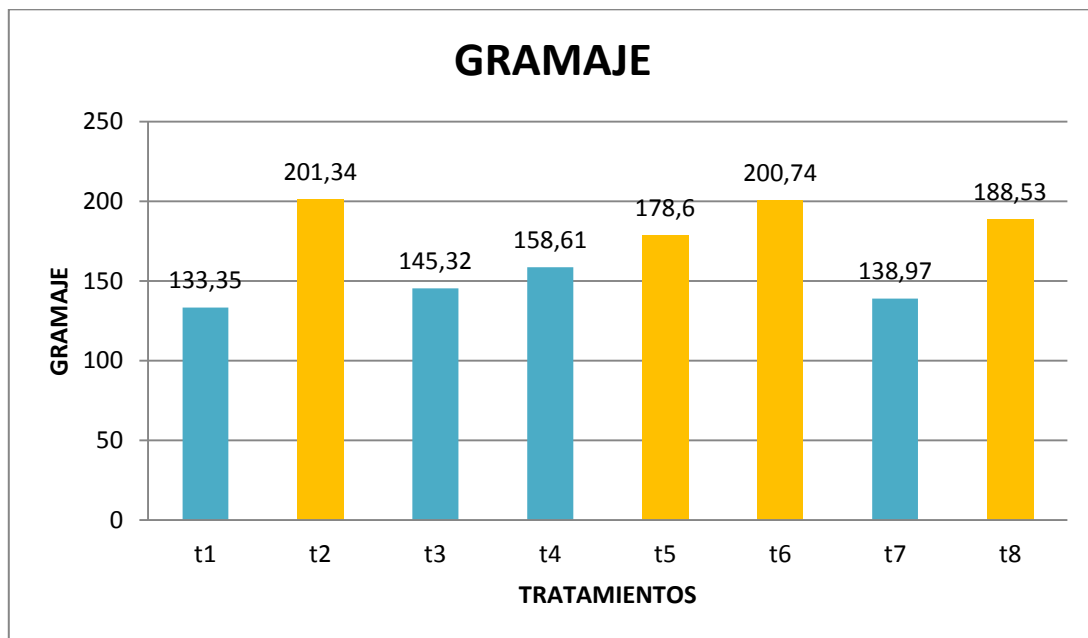
**TABLA N°. 4 ANÁLISIS DE GRAMAJE NTE INEN 1 429.**

<b>Tratamiento.</b>	<b>Gramaje gr/m<sup>2</sup></b>	<b>Min - Max 127 - 146 - 161</b>
<b>t1</b> (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Dióxido de cloro).	133,35 gr/m <sup>2</sup>	Cumple
<b>t2</b> (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada).	201,34 gr/m <sup>2</sup>	No cumple
<b>t3</b> (Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro),	145,32 gr/m <sup>2</sup>	Cumple
<b>t4</b> (Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada).	158,61 gr/m <sup>2</sup>	Cumple
<b>t5</b> (Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de Sodio, Dióxido de cloro).	178,60 gr/m <sup>2</sup>	No cumple
<b>t6</b> (Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada).	200,74 gr/m <sup>2</sup>	No cumple
<b>t7</b> (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro).	138,97 gr/m <sup>2</sup>	Cumple
<b>t8</b> (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada).	188, 53 gr/m <sup>2</sup>	No cumple

**Fuente:** Autor de la investigación.

El papel que se obtuvo se acató a la normativa INEN 1 429 que nos marca rangos de mínimo y máximo (127 – 146 – 161), dividiendo a los estándares en tres tipos de papel kraft. Dándonos el resultado que los tratamientos t1 = a un gramaje de 133,35 gr/m<sup>2</sup>, t3 = a un gramaje de 145,32 gr/m<sup>2</sup>, t7 = a un gramaje de 138,97 gr/m<sup>2</sup>, pertenecen al primer tipo de papel de 127 gr/m<sup>2</sup> hasta 145 gr/m<sup>2</sup>. También se obtuvo un papel de gramaje: t4 = a un gramaje de 158,61 gr/m<sup>2</sup>, de manera que según la normativa vigente este papel pertenece al segundo tipo de papel de 146 gr/m<sup>2</sup> hasta 160 gr/m<sup>2</sup>. A su vez se obtuvo papel de un gramaje alto (pesado) como son los tratamientos t2, t5, t6 y t8 los cuales no se adaptan a los estándares dictados por la normativa vigente.

**GRAFICO N°. 1 ANÁLISIS DE GRAMEJE NTE INEN 1 429.**



**Fuente:** Autor de la investigación.

Los tratamientos t1, t3, t4 y t7 dan valores que están dentro del rango establecido por la normativa INEN lo cual los hace aceptables en su gramaje, al contrario de los tratamientos t2, t5, t6 y t8 que exceden los rangos de la normativa haciendo a este tipo de papel más pesado.



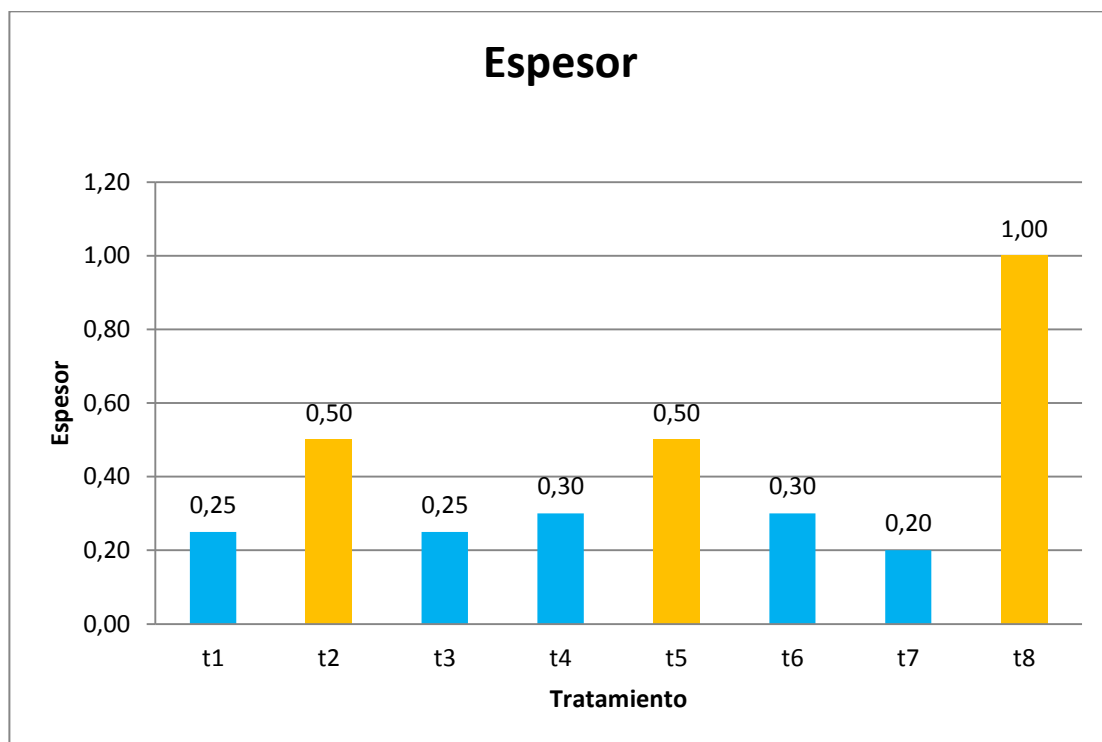
**TABLA N°. 5 ANÁLISIS DE ESPESOR NTE INEN 1 429.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Espesor</b>	<b>Min - Max 0,20 - 0,25</b>	<b>Min - Max 0,23 - 0,28</b>	<b>Min - Max 0,28 - 0,30</b>
<b>t1</b> (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Dióxido de cloro).	0,25 mm	Cumple		
<b>t2</b> (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada).	0,5 mm	No cumple	No cumple	No cumple
<b>t3</b> (Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro),	0,25 mm	Cumple		
<b>t4</b> (Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada).	0,30 mm			Cumple
<b>t5</b> (Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de Sodio, Dióxido de cloro).	0,50 mm	No cumple	No cumple	No cumple
<b>t6</b> (Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada).	0,30 mm			Cumple
<b>t7</b> (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro).	0,20 mm	Cumple		
<b>t8</b> (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada).	1,00 mm	No cumple	No cumple	No cumple

**Fuente:** Autor de la investigación.

El papel que se obtuvo se acató a la normativa INEN 1 429 que nos marca rangos de mínimo y máximo (0,20 – 0,25 / 0,23 – 0,28 / 0,28 – 0,30), dividiendo a los estándares en tres tipos de papel kraft. Dándonos como resultado que los tratamientos t1 = a un espesor de 0,25mm; t3 = a un espesor de 0,25mm y t7 = a un espesor de 0,20mm pertenecen al primer tipo de papel de 0,20mm – 0,25mm. También se obtuvo un papel de gramaje: t4 = a un espesor de 0,30mm; t6 = a un espesor de 0,30mm, de manera que según la normativa vigente este papel pertenece al segundo tipo de papel de 0,23mm – 0,28mm. Por último se obtuvo a los tratamientos: t2, t5 y t8 no cumplen con el rango de espesor dictado por la normativa haciéndolos a estos papeles más gruesos que los antes mencionados.

**GRAFICO N°. 2 ANÁLISIS DE ESPESOR NTE INEN 1 429.**



**Fuente:** Autor de la investigación.

Los tratamientos t1, t3, t4, t6 y t7 dan valores que están dentro del rango establecido por la normativa INEN de espesor por lo cual los hace aceptables en su espesor, al

contrario de los tratamientos t2, t5 y t8 que exceden los rangos de la normativa haciendo a este tipo de papel más grueso.

**TABLA N°. 6 ANÁLISIS DE ABSORCIÓN DE AGUA NTE INEN 1 429.**

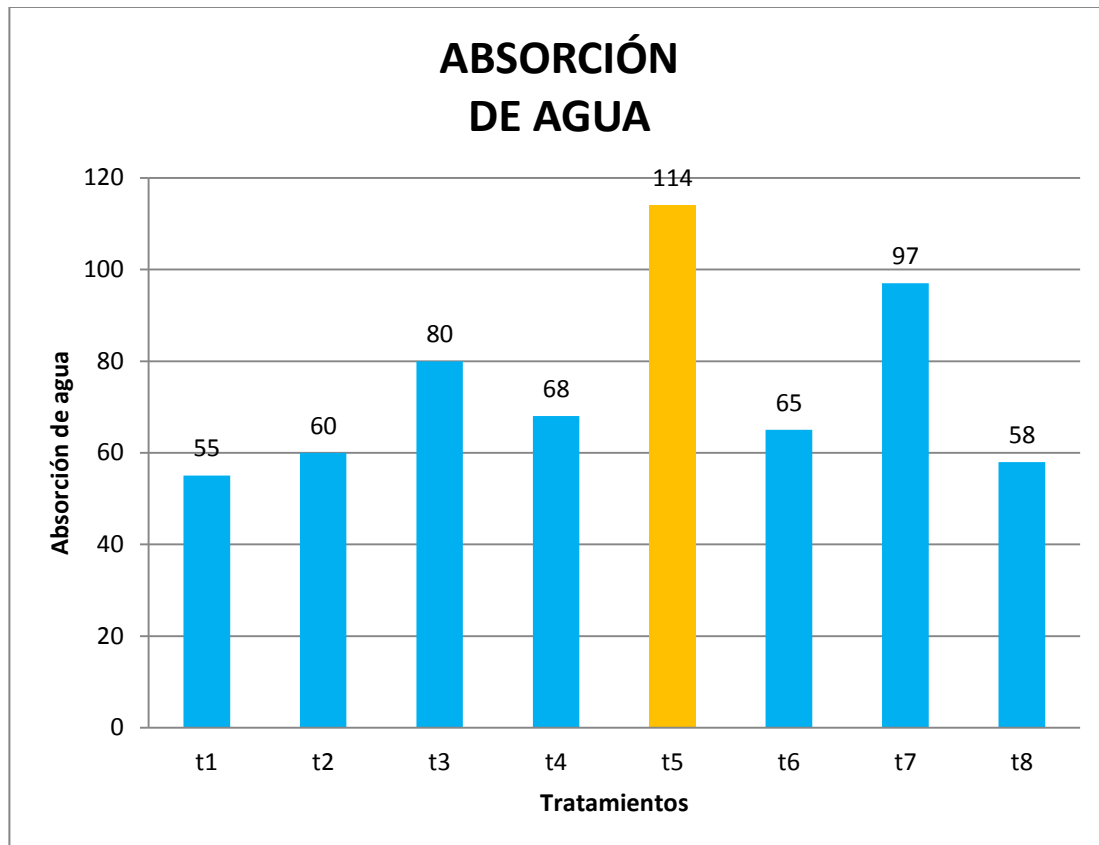
<b>Tratamiento</b>	<b>ABSORCIÓN DE AGUA</b>	<b>Min - Max 50 - 100</b>
<b>t1</b> (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Dióxido de cloro).	55 seg	Cumple
<b>t2</b> (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada).	60 seg	Cumple
<b>t3</b> (Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro),	80 seg	Cumple
<b>t4</b> (Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada).	68 seg	Cumple
<b>t5</b> (Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de Sodio, Dióxido de cloro).	114 seg	No cumple
<b>t6</b> (Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada).	65 seg	Cumple
<b>t7</b> (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro).	97 seg	Cumple
<b>t8</b> (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada).	58 seg	Cumple

**Fuente:** Autor de la investigación.

El papel que se obtuvo se acató a la normativa INEN 1 429 de absorción de agua que nos marca rangos de mínimo y máximo (50 seg – 100 seg), midiendo a este tipo de análisis bajo unidades de tiempo como segundos me dio los siguientes tratamientos que se ajustaron a esta norma: t1 = a una capacidad de absorción de agua de 55seg, t2 = a una capacidad de absorción de agua de 60seg, t3 = a una capacidad de absorción

de agua de 80seg, t4 = a una capacidad de absorción de agua de 68 seg,. A su vez también se obtuvo un tratamiento t5 = a una capacidad de absorción de agua de 114 seg haciendo que no esté dentro de los rangos.

**GRAFICO N°. 3 ANÁLISIS DE ABSORCIÓN DE AGUA NTE INEN 1 429.**



**Fuente:** Autor de la investigación.

Los tratamientos t1, t2, t3, t4, t6, t7 y t8 dan valores que están dentro del rango establecido por la normativa INEN de su capacidad de absorción de agua por lo cual los hace aceptables, al contrario del tratamiento t5 que excede los rangos (tiempo medido en segundos) haciendo que no se adapte a la norma.

**TABLA N°. 7 ANÁLISIS DE HUMEDAD NTE INEN 1 429.**

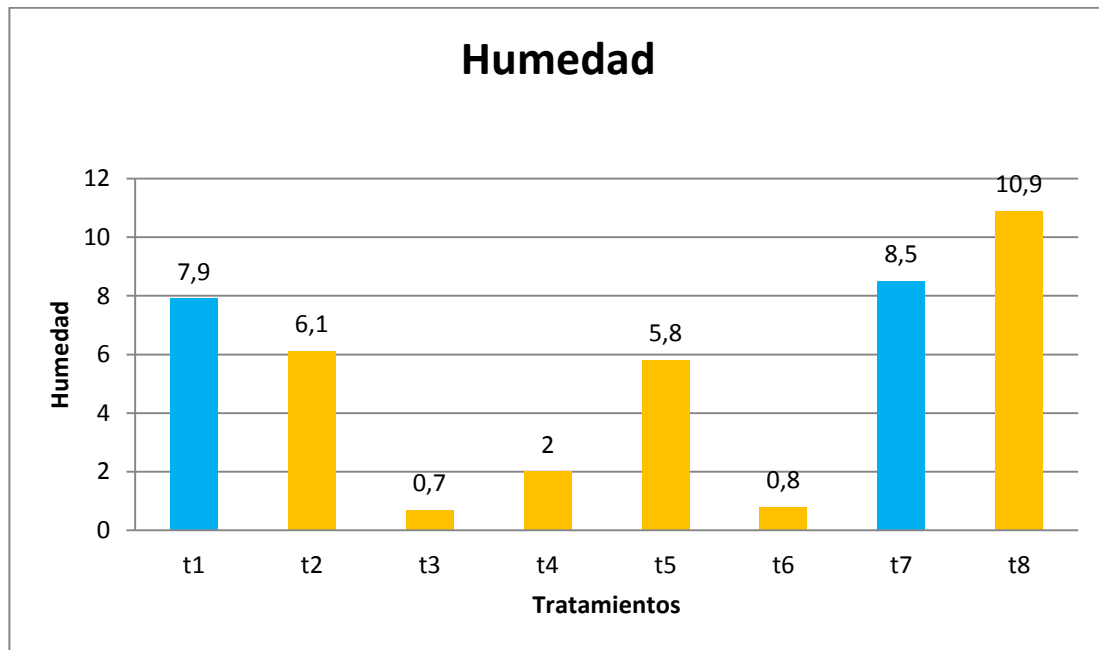
<b>Tratamiento</b>	<b>Humedad</b>	<b>Min.</b>	<b>Max</b>
		<b>7.0</b>	<b>8.5</b>
<b>t1</b> (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Dióxido de cloro).	7,9%		Cumple
<b>t2</b> (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada).	6,1%		No cumple
<b>t3</b> (Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro),	0,7%		No cumple
<b>t4</b> (Fibra de Agave Americana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada).	2%		No cumple
<b>t5</b> (Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de Sodio, Dióxido de cloro).	5,8%		No cumple
<b>t6</b> (Fibra de Agave Sisalana, Sulfato de sodio, Agua oxigenada).	0,8%		No cumple
<b>t7</b> (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro).	8,5%		Cumple
<b>t8</b> (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Agua oxigenada).	10,9%		No cumple

**Fuente:** Autor de la investigación.

El papel que se obtuvo se acató a la normativa INEN 1 429 que nos marca rangos de mínimo y máximo de humedad (7,0 % - 8,5 %), dándonos al final de los análisis a los tratamientos t1 = a una humedad en el papel de 7,9% y t7 = a una humedad de 8,5% haciéndolos validos según los estándares dictados por la normativa. Al contrario con los papeles pertenecientes a los tratamientos t2 = a una humedad de 6,1%, t3 = a una humedad de 0,7%, t4 = a una humedad de 2%, t5 = a una humedad de 5,8%, t6 = a una humedad de 0,8% y t8 = a una humedad de 10,9% haciendo que estos

tratamientos den un papel más quebradizo y más flexible de los normal por lo que no pertenecen a los rangos ya establecidos.

**GRAFICO N°. 4 ANÁLISIS DE HUMEDAD NTE INEN 1 429.**



**Fuente:** Autor de la investigación.

Los tratamientos t1 y t7 dan valores que están dentro del rango de porcentaje de humedad establecido por la normativa INEN por lo cual los hace aceptables, al contrario de los tratamientos t2, t3, t4, t5, t6 y t8 que excede los rangos marcados y por lo que el papel sea muy quebradizo o muy flexible por sus valores.

### ***3.1.1. Análisis físico de los mejores tratamientos.***

#### **Tratamiento 1.**

Papel elaborado con: 20 lb de Fibra de Agave Americana, 5% de Sulfato de sodio 226,79gr (0,50lb), y 25% de Dióxido de cloro 1,25lt.

- Tiempo de cocción: 5 horas
- Tiempo de licuado: 3 minutos
- Tiempo de blanqueado: 3 horas
- Tiempo de prensado: 5 minutos
- Tiempo de secado: 4 horas

**TABLA N°. 8 ANALISIS FISICO DEL TRATAMIENTO 1.**

<b>Tratamiento 1</b>			
<b>Gramaje</b>	<b>Espesor</b>	<b>Absorción de agua</b>	<b>Humedad</b>
133,35 gr/m <sup>2</sup>	0,25 mm	55 seg	7,9%

**Fuente:** Autor de la investigación.

Por los valores de gramaje, espesor, absorción de agua y humedad el tratamiento 1 es uno de los mejores papeles que se obtuvo al final de la investigación, dando este papel valores que están dentro del rango dictado por la normativa INEN 1 429 vigente.

### **Tratamiento 7.**

Papel elaborado con: 20 lb de Fibra de Agave Sisalana, 5% Carbonato de calcio 226,79gr, y 25% Dióxido de cloro 1,25lt

- Tiempo de cocción: 5 horas
- Tiempo de licuado: 3 minutos
- Tiempo de blanqueado: 3 horas
- Tiempo de prensado: 5 minutos
- Tiempo de secado: 4 horas

**TABLA N°. 9 ANALISIS FISICO DEL TRATAMIENTO 7.**

<b>Tratamiento 7</b>			
<b>Gramaje</b>	<b>Espesor</b>	<b>Absorción de agua</b>	<b>Humedad</b>
138,97 gr/m <sup>2</sup>	0,20 mm	97 seg	8,5%

**Fuente:** Autor de la investigación.

Por los valores de gramaje, espesor, absorción de agua y humedad el tratamiento 1 es uno de los mejores papeles que se obtuvo al final de la investigación, dando este papel valores que están dentro del rango dictado por la normativa INEN 1 429.

**TABLA N°. 10 COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS 1 y 7.**

<b>Parámetro</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 7</b>
		Papel elaborado con: 20 lb de Fibra de Agave Americana, 5% de Sulfato de sodio 226,79gr (0,50lb), y 25% de Dióxido de cloro 1,25lt.
Gramaje	133,35 gr/m <sup>2</sup>	138,97 gr/m <sup>2</sup>
Espesor	0,25 mm	0,20 mm
Absorción de agua	55 seg	97 seg
Humedad	7,9%	8,5%

**Fuente:** Autor de la investigación.



### **3.2. PREGUNTAS DIRECTRICES.**

¿Se podrá obtener papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (Americana y Sisalana), con dos sustancias químicas para la cocción y dos métodos de blanqueo en el laboratorio de agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

Se obtuvieron 8 tipos de papel con diferentes características, de las cuales se destacan 2 tratamientos t1 (Fibra de Agave Americana, Sulfato de sodio, Dióxido de cloro.) y t7 (Fibra de Agave Sisalana, Carbonato de calcio, Dióxido de cloro.), con características iguales o mejores que el papel kraft tradicional acatándose a los rangos de Min y Max en la normativa INEN.

¿Evaluar las características de espesor del papel que se sujeten a rangos establecidos por la normativa vigente actual sometidos a sustancias químicas en el proceso que ayudará a eliminar la lignina de las fibras?

Se estudió el espesor del papel obtenido con la ayuda de un micrómetro, midiendo los rangos de máximo y mínimo dados por la normativa vigente y se pudo observar que los tratamientos t1 y t7 están dentro de los rangos antes mencionados haciendo que este tipo de papel sea eficiente para su utilización.

¿Elaborar un papel con gramaje que se asemeje a los rangos establecidos por la normativa INEN mediante procesos de prensado?

La normativa INEN establece rangos de mínimo y máximo (min127 – 146 – 161max), para determinar el gramaje total de un papel kraft, al final de la investigación se obtuvo dos papeles que se sujetan a estos rangos como son los tratamientos: t1= 133,35 y t7= 138,97, por lo que se puede destacar que estos papeles

tuvieron un proceso de prensado adecuado en el cual la pasta se distribuyó de manera eficiente por el bastidor.

¿Se Aportó características de humedad en el papel mediante procesos de secado de la pulpa?

En el laboratorio de Agave de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, se realizó los diferentes análisis para determinar la calidad del papel dentro de estos la humedad de cada tratamiento en donde se pudo notar que los tratamientos t1 y t7 alcanzaron la humedad correcta, utilizando el peso inicial de las muestras en cuestión y la final después de sacarla de la estufa.

¿Se midió el tiempo de absorción de agua del papel en segundos según los rangos físicos establecidos por la normativa INEN?

Los tratamientos:  $t1 = 55\text{seg}$  y  $t7 = 97\text{seg}$ , contienen valores medidos en segundo por un cronometro y un valor conocido de agua de 10ml lo cual demuestra que están dentro de los rangos establecidos por la normativa INEN vigente haciendo que estos tengan una capacidad de absorber agua similar al papel kraft de uso convencional.

### 3.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PAPEL.

Se considera al tratamiento t1 = (5lb de Fibra de Agave Americana, 226,79gr (0,50lb) de Sulfato de sodio, 1,25lt de Dióxido de cloro.) para realizar el presente análisis económico de la investigación, tomando en cuenta bases como: los gastos fijos, la mano de obra y la maquinaria utilizada datos que nos ayudara a ver el costo de producción del papel.

**TABLA N°. 11 Costos de producción.**

#### COSTOS VARIABLES

Producto	Descripción	Cantidad	Cantidad total
Fibra de Agave	Fibra de origen vegetal.	5 lb	6
Sulfato de sodio	Componente químico	226,79 gr	8,74
Dióxido de cloro	Líquido utilizado para procesos de blanqueo.	1,25 lt	1,25
<b>TOTAL</b>			15,99

#### COSTOS FIJOS.

##### Mano de obra.

Sueldo básico: 366\$

8 horas \* 30 días = 240 horas trabajadas en un mes.

12,2

12,2 / 24 = 0,50 ctv. costo de hora de trabajo.

Horas empleadas en la elaboración del papel = 24

Mano de obra: Días empleados para la elaboración \* Costo por día de trabajo.

Mano de obra = 1 \* 12,2 = 12,2\$

**Agua.**

Costo del agua = 0,58 ctv. los 1000 lt (m<sup>3</sup>)

Litros utilizados en el proceso.= 40lt

$$\begin{array}{rcl} 0,58 \text{ ctv.} & & 1000 \text{ lt} \\ x & & 60 \text{ lt} \end{array}$$

x = 0,03ct

**TABLA N°. 12 DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA.**

<b>Licuada</b>	<b>1 año</b>	<b>1 mese</b>	<b>1 día</b>	<b>% de depreciación.</b>
<b>Balanza</b>	54	4,50	0,15	0,08%
<b>Cocina</b>	30	2,50	0,08	0,02%
<b>Prensadora</b>	300	25	0,83	2,49%
<b>Licuada</b>	106	8,83	0,29	0,30%

**Fuente:** Autor de la investigación.

**Total =** \$1,35

**TABLA N°. 13 COSTOS FIJOS**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>Mano de obra</b>	12,2
<b>Agua</b>	0,03
<b>Depreciación de maquinaria</b>	1,35
<b>Total</b>	13,58

**Fuente:** Autor de la investigación.

Costos totales = Costos fijos + Costos variables.

$$\text{Costos totales} = 13,58 + 15,99$$

$$\text{Costos totales} = \$29,57//$$

El costo total \$29,57 representa la inversión tanto de materiales y materia prima utilizada en el proceso de obtención de papel.

### 3.4. CONCLUSIONES

- Se obtuvo el papel kraft con características físicas similares al papel kraft convencional, con ayuda de químicos para su cocción y blanqueo en el laboratorio de Agave de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- El proceso de prensado con una plancha de acero y una pesa central (eje) repartió de manera equitativa la pasta haciendo que esta no se aglomere en un solo lugar lo que beneficio al espesor del papel.
- El tiempo de licuado de la fibra influyo al momento de obtener el papel para que esta se rompa y triture (entre mayor tiempo de licuado pasta más fina), lo que apporto un peso medido en gramos de: 133,35 y 138,97 haciendo que este papel sea un buen sustituto del papel convencional.
- Se secó al papel por medio de un calefactor, con la ayuda de papel toalla que absorbió la humedad excesiva obteniendo un papel maleable y no quebradizo.
- La fibra de agave al ser una fibra vegetal seca apporto características de absorción de agua medible y estandarizada por la normativa INEN, destacándose la fibra del Agave Americana.

### 3.5. RECOMENDACIONES

- Verificar que la fibra antes de ser utilizada contenga características ideales para garantizar un buen papel, el color la característica más sobresaliente debe ser bien diferenciada entre las dos variedades es decir el *Agave America L* es más oscura a razón del *Agave Sisalana Perrine* que es más claro y brillante, dentro de estas especificaciones la textura de estas fibras deben ser específicas ya que el *Agave Americana L* es más rustica a diferencia del *Agave Sisalana Perrine* que es más suave con sensación de humedad al tacto.
- Al utilizar sustancias químicas con alto punto de fusión como es este caso el Sulfato de sodio no se debe colocar el agua al químico, todo lo contrario se debe colocar el químico al agua ya que esto hará que no reaccione de manera violenta haciendo que no se desborde y pueda ocasionar daños a la piel.
- Tener en cuenta que en procesos en los cuales se utiliza químicos que puedan ser perjudiciales para nuestra salud lo ideal es vestir indumentaria de seguridad que resguarde nuestra integridad y se debe tomar muy en cuenta que tanto las mangas de los brazos como las magas de las piernas deberán ir sobre las botas y los guantes de forma que si existiera un derrame de alguno de estos químicos este no penetre por el interior.
- Mientras tiempo permanezca sumergida la fibra vegetal en la etapa de humectación es mejor ya que ayuda a que esta fibra este suave y se la pueda manejar de mejor manera y reaccione de forma favorable al proceso siguiente que es la cocción.
- Entre más largo sea el tiempo de licuado este papel tendrá mejores características ya que su pulpa será más fina y hará que el papel no sea tan tosco al tacto y favorezca a los análisis de calidad.

- El bastidor en donde se procesa a prensar la fibra debe ser de un mesh inferior a manera que la pulpa elimine la mayor cantidad de agua y mejore sus características físicas porque entre más pequeño el mesh no dejara marcas indeseables en el papel ya que en esta etapa el papel tiende a tomar la forma del recipiente que lo contenga.
- En la etapa de secado del papel tomar en cuenta que en intervalos de media hora se deberá rotar el papel para que el papel toalla no se quemé y de esta manera se sequen las dos caras del papel por igual evitando que este se arrugue por el ambiente al momento de desmoldarlo.



### **3.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

#### **Libros.**

- a) ASTIVERA, Aemando; Metodologia de la investigación. 5 ed. Buenos Aires. Kapeluz, (1973).
- b) LOPÉZ BELLIDO, Luis; Cultivos Industriales. Madrid, Barcelona, México. Mundi Prensa, (2003).
- c) MAITI MAITI, Ratikanta; Fibras Vegetales en el Mundo, Mexico. Trillas, (1995).
- d) SANCHÉZ POTES, Alberto; Cultivos de Fibras. 3 ed. Mexico. Trillas, (2009).
- e) DURÁN RAMÍREZ, Felipe La Biblia de las recetas Industriales. Grupo Latino.

#### **Normas.**

- a) Normativa INEN 1 429, Papel kraft medio para cajas de cartón corrugado. Requisitos. (1986 - 05) Norma técnica Ecuatoriana obligatoria.

#### **Tesis.**

- a) MOLINA CARRERA, Galo, PADILLA JACOME, José. “Elaboraci’no de vino de dulce de cabuya (Agave Americana)”.

### **Tesis en Internet.**

- a) JURADO LOPEZ, Sofia y SARZOSA PAZMIÑO Javier. “Estudio de la cadena agroindustrial de la cabuya en la producción de miel y licor de cabuya”. Tesis [en línea], (Ingeniería Agroindustrial). Quito – Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. (2009). [Fecha de consulta 14/04/2015]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1693/1/CD-2305.pdf>
  
- b) RAYNOSO SANTOS, Roberto et al (2012) “Identificación taxonómica de las especies de Agave utilizadas para la elaboración de licor comiteco en Chiapas”. [Fecha de consulta 24/04/2015]. Disponible en: [http://www.cirpas-inifap.gob.mx/publi\\_cirps/agavechis.pdf](http://www.cirpas-inifap.gob.mx/publi_cirps/agavechis.pdf)

### **Libros en Internet.**

- a) MACÍA, Manuel. Plantas de fibra. E. 28014 Madrid. [en línea]. España (2006). Argentina. (1999). [Fecha de consulta 24/05/2015]. Disponible en: <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2023.pdf>
  
- b) KEEFE, Anya, et al. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Capitulo Industria del papel y de la pasta de papel. Chantal Dufresne, BA. (en línea). Madrid. (2001). Isbn: 84-7434-987-7.[Fecha de consulta 10/05/2015]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/72.pdf>

## Internet:

- a) IBARRA, Silvia et al. Tradicional y Alta cocina Mexicana [en línea]. Argentina. (1999). [Fecha de consulta 14/06/2015]. Disponible en: <http://www.elportaldemexico.com/cultura/bebidas/historia.htm>.
- b) INEGI, Censo Agropecuario 2007. [en línea]. (2007). Cultivo del Agave tequilero en Jalisco. [Fecha de consulta 28/04/2015]. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuario/2007/agricola/agave\\_teq/AgaveTeqJal.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuario/2007/agricola/agave_teq/AgaveTeqJal.pdf)
- c) RAYNOSO SANTOS, Roberto et al. [en línea]. (2012) “Identificación taxonómica de las especies de Agave utilizadas para la elaboración de licor comiteco en Chiapas”. Isbn: 978-607-465-764.9. [Fecha de consulta 14/05/2015]. Disponible en: [http://www.cirpas-inifap.gob.mx/publi\\_cirps/agavechis.pdf](http://www.cirpas-inifap.gob.mx/publi_cirps/agavechis.pdf)
- d) GUILLOT ORTIZ, Daniel y VAN DER MEER, Piet. Et al. Revista. [en línea]. Valencia. (2008). [Fecha de consulta 17/05/2015]. Disponible en: [http://www.researchgate.net/profile/Emilio\\_Laguna/publication/236159077\\_E\\_L\\_GNERO\\_AGAVE\\_L\\_EN\\_LA\\_FLORA\\_ALCTONA\\_VALENCIANA/links/00463516853ed0c08d000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Emilio_Laguna/publication/236159077_E_L_GNERO_AGAVE_L_EN_LA_FLORA_ALCTONA_VALENCIANA/links/00463516853ed0c08d000000.pdf)
- e) Cultura Orgánica. Revista. (en línea). Editorial Agrosíntesis. México. (2013). [Fecha de consulta 21/05/2015]. Disponible en: <http://www.culturaorganica.com/html/viewer.php?ID=38&IDPAG=2>
- f) ABRÉU DÍAZ, Carlos et al. Historia del aprovechamiento, transformación y comercialización de la fibra de pita (*aechmea magdalenae*) en productos artesanales. Revista de Estudios Generales de la isla de la Palma. Revista (en

línea). (2009). 4 num. Isbn 1698-014x. [Fecha de consulta 24/05/2015].

Disponible en:

<http://www.palmensis.com/estudios-generales/pdf/cuatro/etnografia/abreu-diaz-carlos-asterio-la-pita.pdf>

- g) Fabricación de papel. Soporte técnico para los papeles para SCA publication papers. (en línea). (2010). [Fecha de consulta 07/06/2015]. Disponible en: [http://www.sca.com/global/publicationpapers/pdf/brochures/papermaking\\_es.pdf](http://www.sca.com/global/publicationpapers/pdf/brochures/papermaking_es.pdf)
- h) PARRA NEGRETE, Luis Antonio. Et al. Acta Universitaria. Vol 20.Especial 3. (en línea). Guanajuato. (2010). [Fecha de consulta 04/05/2015]. Disponible en: <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/63/50>
- i) MÓNZON MUÑOZ, Francisco Jose.et al. Muerte súbita intraoperatoria por embolia gaseosa secundaria al uso de agua oxigenada. (en línea). (2009). [Fecha de consulta 09/06/2015]. Disponible en: <http://www.patologia.es/volumen42/vol42-num1/pdf%20patologia%2042-1/42-01-11.pdf>.
- j) Revista National Geographic reportes científicos. Deforestación. (en línea). [Fecha de consulta 25/04/2015]. Disponible en: <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/deforestation-overview>
- k) (F.A.O).El estado de los bosques en el mundo. (2014). (en línea). [Fecha de consulta 25/04/2015]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3710s.pdf>

- l) Rosa. Blog Los Árboles Invisibles. Archivo de la categoría: papel. (2014). (en línea). [Fecha de consulta 25/04/2015]. Disponible en: <http://losarbolesinvisibles.com/category/papel>.
- m) Ecuador inmediato.com. La Gaceta. (2015) (en línea). [Fecha de consulta 25/04/2015]. Disponible en: [http://www.ecuadorinmediato.com/Noticias/news\\_user\\_view/ecuadorinmediato\\_noticias--25083](http://www.ecuadorinmediato.com/Noticias/news_user_view/ecuadorinmediato_noticias--25083)).
- n) Cotopaxi noticias. Tomado del diario el comercio (2012). (en línea). [Fecha de consulta 16/07/2015]. Disponible en: <http://cotopaxinoticias.com/seccion.aspx?sid=11&nid=8507>
- o) Ambientum. ONU. (en línea). [Fecha de consulta 16/07/2015]. Disponible en: <http://www.ambientum.com.ec/noticia/La-fragilidad-de-las-montanas-segun-la-FAO/57443#>
- p) Depósito de documentos de la FAO. Departamentos de montes. [Fecha de consulta 16/07/2015]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t2354s/t2354s0v.htm>

### **Bibliografía virtual del glosario:**

- a) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en: <http://www.wordreference.com/definicion/abonado>
- b) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en: <http://misdeberes.es/tarea/740903>

- c) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://salud.ccm.net/faq/8528-agua-oxigenada-definicion>
- d) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://jardinplantas.com/el-suelo-arcilloso/#ixzz3diNUP6GK>
- e) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://www.disfrutadeunconsumoresponsable.com/conocer/fermentadas.aspx>
- f) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://www.infojardin.net/glosario/bractea/bulbillo-bulbillos.htm>
- g) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://www.quiminet.com/articulos/que-es-el-carbonato-de-calcio-8240.htm>
- h) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
[https://www.google.com.ec/?gws\\_rd=ssl#q=coccion+-+define+](https://www.google.com.ec/?gws_rd=ssl#q=coccion+-+define+)
- i) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
[http://iconio.com/ABCD/F/sec\\_3.htm](http://iconio.com/ABCD/F/sec_3.htm)
- j) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
[http://www.ehowenespanol.com/cuticula-planta-info\\_431191/](http://www.ehowenespanol.com/cuticula-planta-info_431191/)
- k) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://definicion.de/deforestacion/#ixzz3dia9Sn9D>
- l) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://www.greenfacts.org/es/glosario/def/dioxido-de-cloro.htm>

- m) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
[https://www.google.com.ec/?gws\\_rd=ssl#q=fibra+-+define](https://www.google.com.ec/?gws_rd=ssl#q=fibra+-+define)
- n) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://deconceptos.com/ciencias-naturales/hermafrodita#ixzz3diSKeDJ2>
- o) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://www.infojardin.net/glosario/ion/lanceolado-lanceolada.htm>
- p) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://definicion.de/inmersion/#ixzz3diTNjAvg>
- q) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://www.portalbonsai.com/categoria.asp?idcat=591178>
- r) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://www.fema.gov/es/que-es-mitigacion>
- s) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://www.duiops.net/seresvivos/monocotiledoneas.html>
- t) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://www.bolsa-papel.com/2013/01/que-es-el-papel-kraft.html>
- u) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
[http://www.corazonverde.org/ecologia/formacion/jardinaria\\_ecologica/plantas](http://www.corazonverde.org/ecologia/formacion/jardinaria_ecologica/plantas)
- v) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
[http://articulos.infojardin.com/vivaces/que\\_es\\_vivaz\\_y\\_perenne.htm](http://articulos.infojardin.com/vivaces/que_es_vivaz_y_perenne.htm)

w) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://es.thefreedictionary.com/pulpa>

x) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
<http://dictionary.reference.com/browse/pulque>

y) (fecha de consulta 19 de Junio del 2015; 19: 00h) Disponible en:  
[http://descuadrando.com/Rentabilidad\\_econ%C3%B3mica](http://descuadrando.com/Rentabilidad_econ%C3%B3mica).



# ***ANEXOS***

**ANEXO N° 1 DEL AGAVE**

**AGAVE SISALA (AGAVE SILALANA PERRINE – CABUYA BLANCA)**



**FOTOGRAFIA DEL AGAVE SISALANA**

**ROSETAS**



**FOTOGRAFIA DE LA ROSETA DEL AGAVE SISALANA**

**AGAVE AMERICANA (AGAVE AMERICANA L. – CABUYA NEGRA)**



**FOTOGRAFIA DEL AGAVE AMERICANA**

**ROSETAS**



**FOTOGRAFIA DE LA ROSETA DEL AGAVE AMERICANA**

## **ANEXO N° 2 DE MATERIALES UTILIZADOS.**

- FIBRA DE SISALANA
- GAVETA
- GUANTES
- BALANZA
- VALDE
- FIBRA DE AMERICANA
- PAPEL TOALLA
- BALANZA ANALITICA
- AGUA OXIGENADA
- MASCARILLA
- COCINA
- PEROLES
- CANASTO

### **ANEXO N° 3 OBTENCIÓN DEL PAPEL.**

#### **MATERIA PRIMA**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA FIBRA DE AGAVE AMERICANA**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA FIBRA DE AGAVE SISALANA**

## **PRESENTACIÓN DE LAS FIBRAS.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA FIBRA DE AGAVE AMERICANA**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA FIBRA DE AGAVE SISALANA**

**HUMECTACIÓN DE LA FIBRA.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DE HUMECTACIÓN DE LA FIBRA. DE AGAVE SISALANA**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DE HUMECTACIÓN DE LA FIBRA. DE AGAVE AMERICANA**

## **FOTOGRAFÍA DE DISOLUCIÓN DE COMPUESTOS QUIMICOS**

**Fuente:** Autor de la investigación.



## **FOTOGRAFIA DEL LICUADO DE LA FIBRA.**

**Fuente:** Autor de la investigación.





**FOTOGRAFIA DE FORMACIÓN DE LA HOJA.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DEL PRENSADO DE LA HOJA.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DE LA PRENSA y PLACA FORMADO LA HOJA**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DEL SECADO DE LA HOJA.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**PAPEL DE AGAVE AMERICANA L.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DEL PAPEL RECIEN PRENSADO.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DEL PAPEL SECO.**

**PAPEL DE AGAVE SISALANA PERRINE.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DEL PAPEL RECIEN PRENSADO.**

**Fuente:** Autor de la investigación.

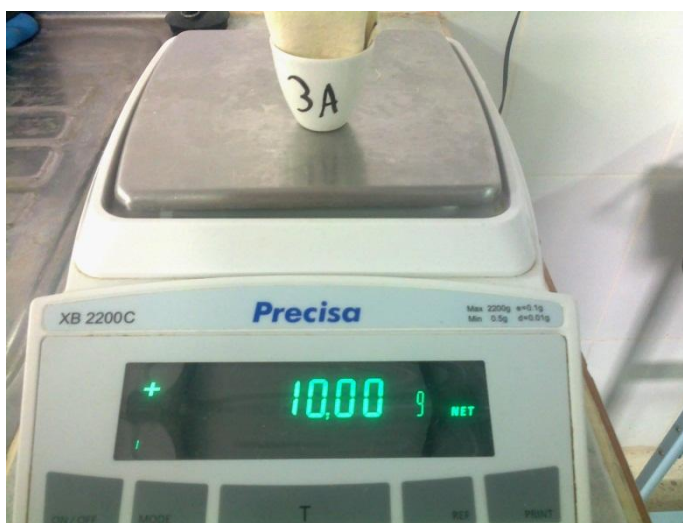


**FOTOGRAFIA DEL PAPEL SECO.**

**ANEXO N° 4 DE ANALISIS DEL PAPEL.**

**ANALISIS DE HUMEDAD.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DE PESO INICIAL**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DE PESO FINAL**

**ANALISIS DE HUMEDAD.**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DE PESO INICIAL**

**Fuente:** Autor de la investigación.



**FOTOGRAFIA DE PESO FINAL.**

**ANALISIS DE ESPESOR.**

**Fuente:** Autor de la investigación.

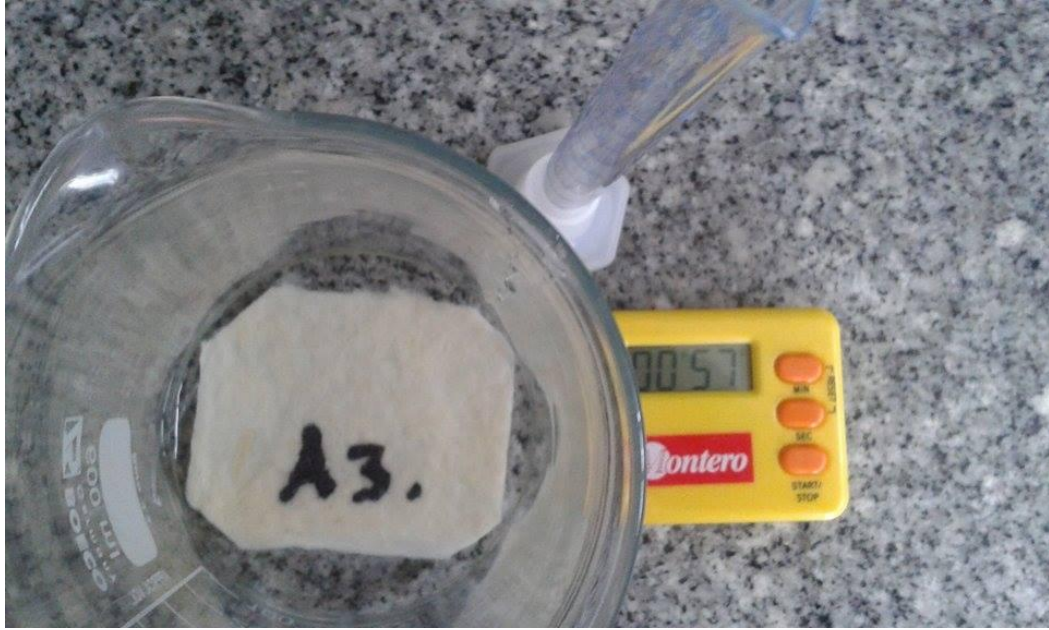


**Fuente:** Autor de la investigación.

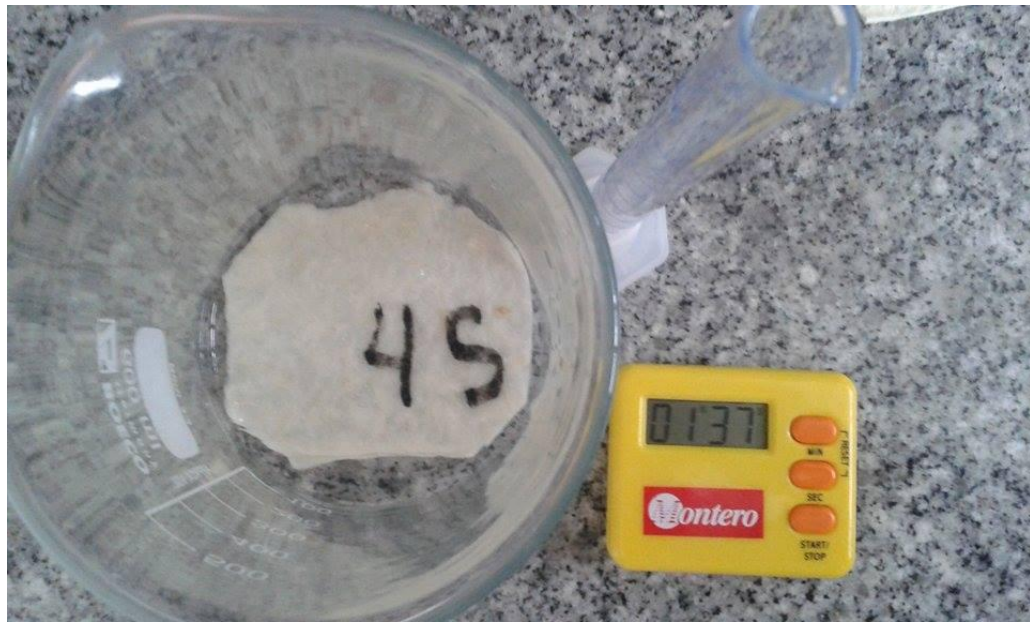


## ANALISIS DE ABSORCIÓN DE AGUA

**Fuente:** Autor de la investigación.



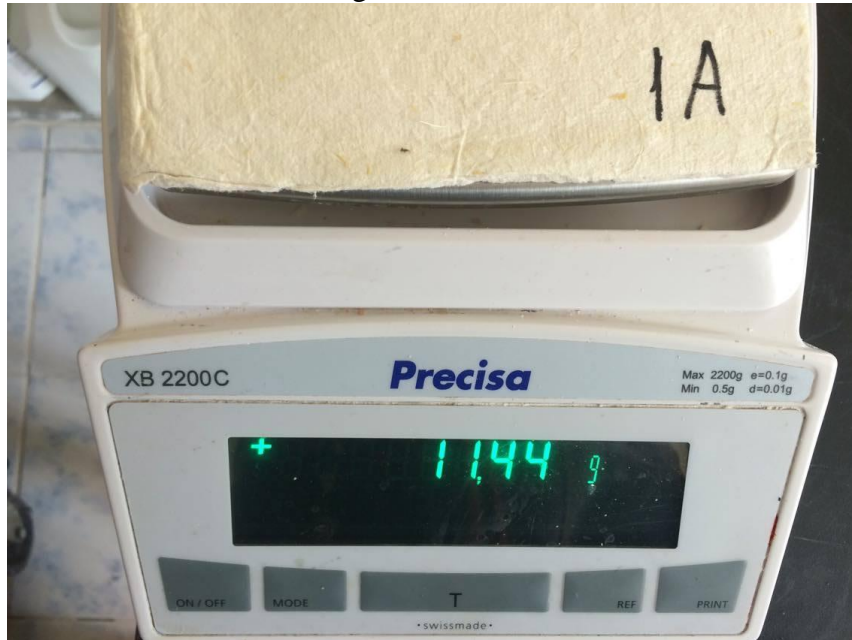
**Fuente:** Autor de la investigación.



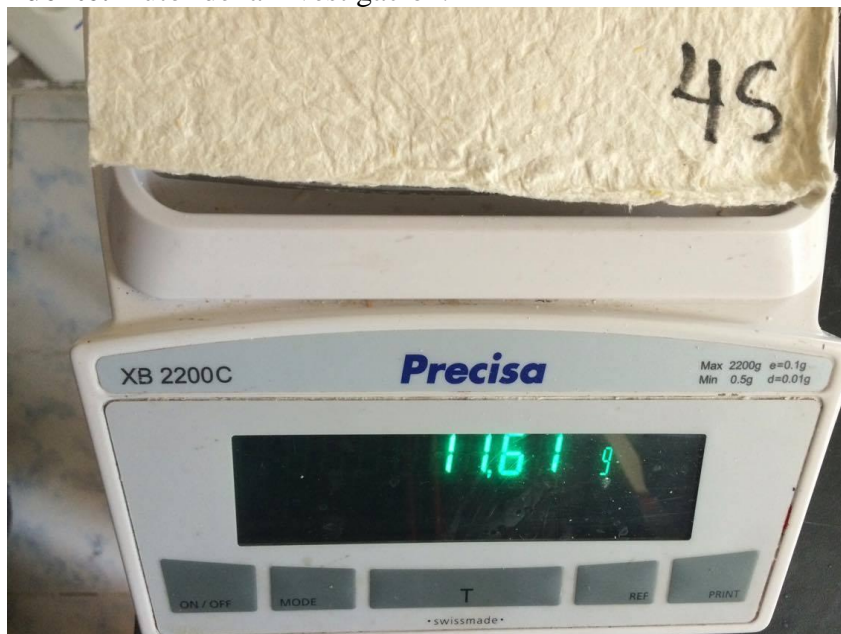


## ANALISIS DE ABSORCIÓN DE AGUA

**Fuente:** Autor de la investigación.



**Fuente:** Autor de la investigación.



## **ANEXO N° 5 PROCESO PARA LOS ANÁLISIS DEL PAPEL.**

### **ANÁLISIS DE HUMEDAD:**

1. Tomar un crisol y colocarlo en la estufa durante una hora a 105°C.
2. Con la ayuda de unas pinzas tomar el crisol.
3. Colocar el crisol en una balanza y tomar su peso.
4. Tarar el valor.
5. Cortar el papel y pesar 10gr.
6. Colocar nuevamente el crisol en la estufa durante cuatro horas a 105°C.
7. Con la ayuda de unas pinzas tomar el crisol.
8. Colocar en un desecador durante treinta minutos.
9. Pesar nuevamente el crisol con el papel seco.
10. Restar el peso del crisol menos el peso final del crisol con el papel después de las cuatro horas.

### **ANÁLISIS DE ESPESOR:**

1. Con la ayuda de un micrómetro palmer.
2. Colocar un extremo del papel entre las pinzas del micrómetro.
3. Lentamente evitando arrugas dejar que este micrómetro apriete el papel.

### **ANÁLISIS DE ABSORCIÓN DE AGUA:**

1. En una pipeta tomar 10 ml de agua.
2. Verter los 10ml de agua en un vaso de precipitación de 500ml.
3. Cortar trozos de papel de 10 x 10cm.
4. Colocar el papel en los 10ml de agua.
5. Activar el cronometro y proceder a medir en segundos el tiempo.

### **ANÁLISIS DE GRAMAJE:**

1. Se corta un cuadrado de medidas 30,6cm x 27,3cm, (evitando que este sea muy pequeño para evitar errores).
2. Calculamos la superficie multiplicando lado x lado (30,6cm x 27,3cm), dándonos un resultado de 835,38cm<sup>2</sup>
3. Colocamos nuestra muestra sobre la balanza y registramos su peso ejemplo: 11,61gr.
4. Realizamos una regla de tres.

$$\begin{array}{l} 835.38 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 11,61\text{gr} \\ 1 \text{ m}^2 \text{ ----- } X \text{ gr} \end{array}$$

Transformando 1m<sup>2</sup> a cm<sup>2</sup> tomando en cuenta que la definición de gramaje es el peso en gramos de un metro.

$$(1\text{m}^2 = 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} = 10000 \text{ cm}^2 )$$

5. Retomamos la fórmula:

$$\begin{array}{l} 835.38 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 11,61\text{gr} \\ 10000 \text{ cm}^2 \text{ ----- } X \text{ gr} = 138,97\text{gr.} \end{array}$$

## NORMATIVA INEN 1 429

### 1. OBJETO

**1.1** Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el papel kraft medio en cartón de simple ondulación y doble ondulación para cajas de cartón corrugado.

### 2. ALCANCE

**2.1** El papel kraft medio descrito en esta norma se utilizará para la fabricación de cajas de cartón corrugado

**2.2** Esta norma no se aplica a otros tipos de papel kraft que puedan igualmente utilizarse para el embalaje.

### 3. TERMINOLOGIA

**3.1 Pulpa.** Es el material fibroso de origen vegetal, elaborado y listo para emplearse en posteriores procesos de fabricación.

**3.2 Pulpa kraft de fibra larga.** Es la pulpa de madera suave de fibra larga de alta resistencia mecánica obtenida mediante un proceso kraft.

**3.3 Pulpa kraft de fibra corta.** Es la pulpa producida de cualquier material vegetal que no sea de madera suave, mediante un proceso kraft.

**3.4 Papel kraft.** Es el papel producido de pulpa kraft natural de fibra larga o la mezcla de pulpa kraft natural de fibra larga y corta.

**3.5 Cartón corrugado.** Es un cartón elaborado que consiste en una o más hojas de papel ondulado, adherido a una o varias hojas de papel plano kraft.

**3.6 Papel kraft medio.** Papel destinado a la fabricación de papel ondulado.

**3.7 Acanaladura.** Es la configuración de las ondulaciones de un papel ondulado.

**3.8 Papel ondulado.** Es el. papel que ha tenido un tratamiento destinado a obtener las ondulaciones regulares y permanentes.

**3.9 Gramaje.** Es la masa por unidad de área determinada por un método de ensayo normalizado. Se expresa en gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>).

**3.10 Contenido de humedad.** Es la cantidad de agua que contiene un material. Es la relación entre la pérdida de masa de una muestra luego de secada, y su masa en el momento del muestreo determinada bajo condiciones normalizadas. Esta relación se expresa generalmente como un porcentaje.

**3.11 Espesor.** Es la distancia que separa las dos caras de una hoja de un papel o cartón medidas en condiciones de ensayo normalizadas.

**3.12 Absorción de agua.** Consiste en medir el tiempo desde que una gota de agua entra en contacto con un espécimen de papel hasta que el agua sea completamente absorbida por él.

**3.13 Resistencia al aplastamiento plano.** Es la resistencia de las flautas (acanaladura) de un cartón corrugado a una fuerza de aplastamiento plano, aplicada perpendicularmente a la superficie del cartón, bajo condiciones específicas.

**3.14 Resistencia en húmedo.** Es la relación entre resistencia a la tracción del papel en húmedo y la resistencia a la tracción en seco, multiplicada por 100.

**3.15 Aplastamiento circular (Ring Crush).** Consiste en medir la resistencia en papeles y cartones a la compresión de filo.

#### 4. CLASIFICACION

**4.1** Para efectos de esta norma, el papel kraft medio se clasifica de acuerdo a su gramaje (g/m<sup>2</sup>) (ver Tabla 1).

#### Especificaciones del papel Kraft medio

REQUISITOS	UNID	MIN	MÁX	MÍN	MÁX.	MÍN	MÁX
Gramaje	g/m <sup>2</sup>	7,0	8,5	7,0	8,5	7,0	8,5
*Humedad							
Espesor	%	0,20	0,25	0,23	0,28	0,28	0,30
absorción de la gota de agua	mm s	50	100	50	100	50	100