



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ELABORACIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO ARTESANAL A BASE DE LA  
MATERIA ORGÁNICA DE LOS ANIMALES HERBÍVOROS  
(BOVINO Y COBAYO)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero  
Agroindustrial

**AUTOR:**

Castillo Tigselema Víctor Gabriel

**TUTORA:**

Ing. MSc. Arias Palma Gabriela Beatriz

LATAACUNGA - ECUADOR

2019

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo CASTILLO TIGSELEMA VICTOR GABRIEL, con C.I 050324930-2, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Elaboración de papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros (bovino y cobayo)”, siendo la Ing. MSc. Arias Palma Gabriela Beatriz, tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posible reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, es de mi exclusiva responsabilidad.

Atentamente



---

Victor Gabriel Castillo Tigselema

C.I: 050324930-2

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Castillo Tigselema Victor Gabriel, identificado con C.I. 050324930-2, de estado civil Soltero y con domicilio en la Ciudad de Pujilí quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Elaboración de papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros (bovino y cobayo)”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico: Marzo 2013- Agosto 2013; Octubre 2018 - Febrero 2019

Aprobación HCA:

Tutora. – Ing. Msc. Arias Palma Gabriela Beatriz

**Tema:** “Elaboración de papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros (bovino y cobayo)”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA. -** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA. -** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. -** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA. -** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los .... días del mes de agosto del 2019.



.....

Castillo Tigselema Victor Gabriel

C.I: 050324930-2

**EL CEDENTE**

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO.**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título: **“Elaboración de papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros (bovino y cobayo)”** de CASTILLO TIGSELEMA VICTOR GABRIEL , de la carrera de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 15 de febrero del 2019

Tutora:



Ing. MSc. Arias Palma Gabriela Beatriz

**C.I.:** 171459274-6

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto el postulante: **CASTILLO TIGSELEMA VICTOR GABRIEL** con el título de Proyecto de Investigación “**Elaboración de papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros (bovino y cobayo)**” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, 15 de febrero del 2019

Para constancia firman:

**Lector 1 (Presidente)**

**Lector 2**

Quím: Jaime Orlando Rojas Molina Mg    Dra. Patricia Marcela Andrade Aulestia Mg.

CC: 050264543-5

CC: 050223755-2

**Lector 3**

Ing. Gabriela Alejandra Chacón Mayorga MSc.

CC: 171423017-2

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, a mis padres que han estado presentes en cada momento de mi vida, el cual me comprometo a ser un profesional de excelencia que preste sus servicios de manera responsable a la comunidad.

A cada uno de los docentes, que día tras día se han esforzado para que sus alumnos sean hombres y profesionales de bien, durante toda la jornada educativa han sabido impartir de forma eficiente sus conocimientos y sobre todo se han convertido en guías en este largo camino que está por concluir, mi más estima y reconocimiento por todo lo expuesto.

Quiero también agradecer al Alma Mater Utecina por permitirme ser parte de esta noble Institución que forma profesionales al servicio de la provincia, del país y del mundo; además, por darme la oportunidad de realizar mis prácticas pre profesionales, y así poner en práctica los conocimientos adquiridos.

De igual manera quiero agradecer a mi tutora de tesis Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz MSc, quien se ha constituido con sus directrices en el apoyo fundamental de la presente tesis.

Gracias totales.

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo principalmente a mis padres quienes pese a las adversidades han confiado en mí y han sabido a portar con su cariño y esfuerzo económico, en este proyecto de vida, y que gracias a su fortaleza y esfuerzo han hecho de mí una persona íntegra, recta, humanista y sobre todo visionaria.

Dedico a demás esta tesis a todos y cada uno de mis familiares, amigos, compañeros, maestros y a todos quienes han estado junto a mí en los momentos difíciles, alegría y ahora en este sueño cumplido.

Este trabajo es para ustedes.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**“ELABORACIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO ARTESANAL A BASE DE LA  
MATERIA ORGÁNICA DE LOS ANIMALES HERBÍVOROS  
(BOVINO Y COBAYO)”**

**AUTOR:** Castillo Tigselema Víctor Gabriel

**RESUMEN**

El objetivo del presente proyecto investigativo fue determinar el proceso de obtención de papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros con sus dos especies (bovino y cobayo), para la elaboración de papel ecológico artesanal. Se aplicó un diseño experimental DBCA diseño de bloques completamente al azar  $A \times B \times C$  de la cual se obtuvo 8 tratamientos. La metodología para la obtención del papel tuvo un tiempo de duración de 10 días, el cual incluyó los siguientes procesos: inspección de la materia prima, secado, lavado: obtención de la fibra vegetal, choque térmico, cocción: procedimiento de ablandamiento y desprendimiento de la lignina en la celulosa vegetal, molido: obtención de celulosa vegetal, humectación, formación de la hoja, prensado y secado. Los tratamientos fueron comparados con la NTE INEN 1429:1986 - Papel Kraft medio para cajas de papel corrugado. Requisitos, a los cuales se analizó gramaje, espesor, humedad y absorción de agua. Adicionalmente se realizó análisis microbiológicos recuento de coliformes totales y recuento de E. coli, de los dos mejores tratamientos fueron: t3= bobino: con un recuento de coliformes totales de UFC/g  $2.9 \times 10^6$  y un recuento de E.coli totales de UFC/g  $3.6 \times 10^4$ ; t8= cobayo: con un recuento de coliformes totales de UFC/g  $1.1 \times 10^6$  y un recuento de E.coli totales de UFC/g  $1.2 \times 10^2$ . Los mejores tratamientos fueron: t3 (materia orgánica del bovino, temperatura de 90°C de cocción, tiempo de 3 horas) y t8 (materia orgánica del cobayo, temperatura de 90°C de cocción, tiempo de 6 horas). Se realizó el balance de materiales utilizados en el proceso de elaboración del papel de los dos mejores tratamientos, obteniéndose para el papel del bovino (49,64 %) de rendimiento y cobayo (69,38 %) de rendimiento. Durante la elaboración del papel ecológico artesanal se observó que la temperatura y el tiempo ayudan al ablandamiento de la fibra vegetal, provocando la flexibilidad en el proceso de obtención del papel artesanal.

Se determinó que el hidróxido de sodio y carbonato de calcio empleado al 5% en el proceso de cocción, permite el desprendimiento de la lignina en la celulosa de la materia orgánica. El papel ecológico artesanal tiene un costo de 10.87 diez dólares con ochenta y siete ctvs, por una cantidad de 225.4 g de celulosa vegetal, la misma que elaborando tendríamos 20 hojas de papel ecológico artesanal, cada una con un peso de 10.5 g. Se concluye que, durante el proceso de obtención de papel artesanal, la temperatura y el tiempo si afecta en las características físicas y microbiológicas del papel, por ende, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**  
**THEME: “ELABORATION OF HANDMADE ECOLOGICAL PAPER BASED**  
**ON THE ORGANIC MATERIAL OF HERBIVOROUS ANIMALS**  
**(BOVINE AND GUINEA PIG)”**

**AUTHOR:** Castillo Tigselema Victor Gabriel

**ABSTRACT**

The objective of the present research project was to determine the process of obtaining ecological handmade paper based on the organic material of the herbivorous animals with their two species (bovine and guinea pig). For the elaboration of ecological handmade paper, we applied an experimental design DBCA block design completely randomized AxBxC from which eight treatments were obtained. The methodology for obtaining the paper had a duration of ten days, which included the following processes: inspection of the raw material, drying, washing: obtaining the vegetable fiber, thermal shock, cooking: softening and detachment of lignin in vegetable cellulose, ground: obtaining vegetable cellulose, wetting, leaf formation, pressing and drying. The treatments were compared with the NTE INEN 1429: 1986 - Medium Kraft paper for corrugated paper boxes. Requirements, to which we analyzed grammage, thickness, humidity and water absorption. In addition, microbiological analysis of total coliform counts and E. coli count, of the two best treatments were performed: t3 = bovine: with a total coliform count of CFU / g  $2.9 \times 10^6$  and a total E. coli count of CFU /g  $3.6 \times 10^4$ ; t8 = guinea pig: with a total coliform count of CFU / g  $1.1 \times 10^6$  and a total E.coli count of CFU / g  $1.2 \times 10^2$ . The best treatments were: t3 (organic matter of the bovine, 90°C temperature of cooking , 3 hours' time) and t8 (organic matter of the guinea pig, 90°C temperature of cooking, 6 hours' time). The balance of materials used in the paper process elaboration of the two best treatments, obtaining for the role of the bovine (49.64%) of performance and guinea pig (69.38%) of yield. During the elaboration of the ecological handmade paper it was observed that the temperature and the time help to the softening of the vegetal fiber, causing the flexibility in the process of obtaining the handmade paper. It was determined that the sodium hydroxide and calcium carbonate used at 5% in the cooking process, allows the release of lignin in the cellulose of organic matter. The ecological handmade paper has a cost of \$10.87 ten dollars with eighty-seven cents, for a quantity of 225.4 g of vegetable cellulose, the same that we would make 20 sheets of ecological handmade

paper, each with a weight of 10.5 g. It is concluded that, during the process of obtaining handmade paper, the temperature and time does affect the physical and microbiological characteristics of the paper, therefore, the alternative hypothesis is accepted and the null hypothesis is rejected.

## ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xii
1.INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2.JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3.BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4.EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5.OBJETIVOS .....	4
6.ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	6
7.1 Antecedentes .....	6
7.2 FUNDAMENTO TEÓRICO .....	8
7.2.1Papel.....	8
7.2.2 Celulosa.....	8
7.2.3 Componentes presentes en las fibras vegetales.....	9
7.2.4 Propiedades físicas del papel .....	12
7.2.5 Tipos de papeles y sus características .....	13
7.2.6 Papel ecológico .....	14
7.2.7 Compuestos químico a utilizar en la obtención de celulosa vegetal .....	15
7.2.8 Proceso de elaboración de papel artesanal .....	15
7.2.9 Animales herbívoros.....	18
7.2.10 Estiércol .....	18
A. Los abonos orgánicos .....	19

8. HIPÓTESIS.....	22
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	23
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	39
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	72
12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	73
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
14. BIBLIOGRAFÍA.....	76

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Porcentajes de lignina de diferentes tipos de plantas .....	11
Tabla N°2: Composición química de algunas plantas no maderables .....	11
Tabla N°3: Normativa INEN 1429 para papel kraft medio para cajas de papel corrugado .....	13
Tabla N°4: Composición química del excremento.....	19
Tabla N°5: Balance de materia .....	33
Tabla N°6: Pesos y rendimiento en la elaboración de papel ecológico artesanal del bovino. ....	34
Tabla N°7: Pesos y rendimiento en la elaboración de papel ecológico artesanal del bovino. ....	36
Tabla N°8: ANOVA .....	38
Tabla N°9: Análisis físicos del gramaje del papel ecológico artesana .....	39
Tabla N°10: ADEVA de la variable gramaje.....	41
Tabla N°11: Prueba tukey materia orgánica vs gramaje .....	42
Tabla N°12: Prueba tukey temperatura vs gramaje.....	43
Tabla N°13: Prueba tukey tiempo vs gramaje.....	44
Tabla N°14: Prueba tukey materia orgánica*temperatura vs gramaje.....	45
Tabla N°15: Prueba tukey materia orgánica y tiempo vs gramaje .....	46
Tabla N°16: Prueba tukey materia orgánica*temperatura *tiempo vs gramaje.....	47
Tabla N°17: ADEVA de la variable espesor.....	49
Tabla N°18: Prueba tukey materia orgánica vs espesor .....	49
Tabla N°19: Prueba tukey temperatura vs espesor.....	51
Tabla N°20: Prueba tukey materia orgánica*temperatura vs espesor .....	52
Tabla N°21: Prueba tukey materia orgánica*tiempo vs espesor .....	53
Tabla N°22: Prueba tukey temperatura*tiempo vs espesor.....	54
Tabla N°23: ADEVA de la variable absorción de agua .....	55
Tabla N°24: Prueba tukey materia orgánica vs absorción de agua .....	56
Tabla N°25: Prueba tukey temperatura vs absorción de agua .....	57

Tabla N°26: Prueba tukey tiempo vs absorción de agua .....	58
Tabla N°27: Prueba tukey materia orgánica*temperatura vs absorción de agua .....	59
Tabla N°28: Prueba tukey materia orgánica*temperatura vs absorción de agua .....	60
Tabla N°29: Prueba tukey temperatura*tiempo vs absorción de agua .....	61
Tabla N°30: Prueba tukey materia orgánica*temperatura *tiempo vs absorción de agua .....	63
Tabla N°31: Comparación del gramaje en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft - bovino .....	64
Tabla N°32: Comparación del gramaje en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – cobayo .....	64
Tabla N°33: Comparación del espesor en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – bovino .....	65
Tabla N°34: Comparación del espesor en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – cobayo .....	65
Tabla N°35: Comparación de absorción de agua en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – bovino .....	66
Tabla N°36: Comparación de absorción de agua en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – cobayo .....	66
Tabla N°37: Comparación de la humedad en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – bovino .....	67
Tabla N°38: Comparación de la humedad en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – bovino .....	67
Tabla N°39: Análisis físico del tratamiento 3 .....	68
Tabla N°40: Análisis físico del tratamiento 8 .....	68
Tabla N°41: Comparación de los tratamientos .....	68
Tabla N°42: Análisis microbiológico del papel ecológico artesanal del bovino. ....	69
Tabla N°43: Análisis microbiológico del papel ecológico artesanal del cobayo .....	70
Tabla N°44: Costo de producción.....	70
Tabla N°45: Depreciación de maquinaria .....	71
Tabla N°46: Costos fijos.....	72
Tabla N°47: Presupuesto .....	73

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro N° 1: Actividades y sistemas de tareas en la relación a los objetivos .....	5
Cuadro N°2: Variables .....	33
Cuadro N°3: Tratamientos usados en la investigación.....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Diagrama de flujo de proceso de elaboración del papel artesanal .....	17
Figura N°2: Flujo grama del proceso de obtención de la celulosa vegetal con materia orgánica. .....	31
Figura N°3: Flujo grama del proceso de obtención del papel ecológico artesanal .....	32
Figura N°4: Balance de lavado de la materia orgánica del bovino.....	33
Figura N°5: Balance del papel seco del bovino .....	34
Figura N°6: Balance de lavado de la materia orgánica del cobayo .....	35
Figura N°7: Balance del papel seco del cobayo .....	35

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Diferencia de los resultados entre gramaje, espesor y absorción de agua .....	40
Gráfico N°2: Comparación de gramaje ( $\text{g/m}^2$ ) entre materia orgánica, en el papel de bovino y papel de cobayo.....	42
Gráfico N°3: Comparación de gramaje ( $\text{g/m}^2$ ) entre la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo. ....	43
Gráfico N°4: Comparación de gramaje ( $\text{g/m}^2$ ) entre el tiempo, de papel de bovino y papel de cobayo.....	44
Gráfico N°5: Comparación de gramaje ( $\text{g/m}^2$ ) entre la materia orgánica y la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo.....	45
Gráfico N°6: Comparación de gramaje ( $\text{g/m}^2$ ) entre la materia orgánica y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo. ....	46
Gráfico N°7: Comparación de gramaje ( $\text{g/m}^2$ ) entre la materia orgánica, temperatura y tiempo, en el papel de bovino y cobayo. ....	48
Gráfico N°8: Comparación de espesor (mm) entre materia orgánica, en el papel de bovino y papel de cobayo. ....	50
Gráfico N°9: Comparación de espesor (mm) entre la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo. ....	51
Gráfico N°10: Comparación de espesor (mm) entre la materia orgánica y la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo.....	52
Gráfico N°11: Comparación de espesor (mm) entre la materia orgánica y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo. ....	53
Gráfico N°12: Comparación de espesor (mm) entre la temperatura y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo.....	54

Gráfico N°13: Comparación de absorción de agua (s) entre la materia orgánica, en el papel de bovino y papel de cobayo.....	56
Gráfico N°14: Comparación de absorción de agua (s) entre la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo.....	57
Gráfico N°15: Comparación de absorción de agua (s) entre el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo.....	58
Gráfico N°16: Comparación de absorción de agua (s) entre la materia orgánica y la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo. ....	60
Gráfico N°17: Comparación de absorción de agua (s) entre la materia orgánica y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo.....	61
Gráfico N°18: Te Comparación de absorción de agua (s) entre la temperatura y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo.....	62
Gráficos N°19: Comparación de absorción de agua (s) entre materia orgánica, temperatura y tiempo papel de bovino y cobayo. ....	63

### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografías N°1: Inspección de la materia orgánica del bovino.....	83
Fotografías N°2: Inspección de la materia orgánica del cobayo .....	83
Fotografías N°3: Lavado de la materia orgánica del bovino .....	84
Fotografías N°4: Lavado de la materia orgánica del cobayo.....	84
Fotografías N°5: Stock térmico de la materia orgánica del bovino.....	84
Fotografías N°6: Stock térmico de la materia orgánica del cobayo .....	85
Fotografías N°7: Cocción de la materia orgánica del bovino.....	85
Fotografías N°8: Cocción de la materia orgánica del cobayo .....	85
Fotografías N°9: Lavado de la fibra vegetal del bovino.....	86
Fotografías N°10: Lavado de la fibra vegetal del cobayo .....	86
Fotografías N°11: Molido de la fibra vegetal .....	86
Fotografías N°12: Secado del papel ecológico artesanal del bovino .....	87
Fotografías N°13: Vista desde un microscopio la celulosa vegetal del bovino .....	87
Fotografías N°14: Vista desde un microscopio la celulosa vegetal del cobayo.....	87
Fotografías N°15: Combustión de papel ecológico artesanal.....	88

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

Elaboración de papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros (bovino y cobayo).

**Fecha de inicio:**

Abril del 2018

**Fecha de finalización:**

Febrero 2019

**Lugar de ejecución**

**Barrio:** Salache bajo

**Parroquia:** Eloy Alfaro

**Cantón:** Latacunga

**Provincia:** Cotopaxi

**Zona:** 3

**País:** Ecuador

**Institución:**

Universidad Técnica de Cotopaxi, Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agroindustrial.

**Proyecto de investigación vinculado:**

Investigación e innovación de biotecnología.

**Equipo de Trabajo:****Investigadores:**

Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz. MSC. (anexo N°1)

Castillo Tigselema Víctor Gabriel (anexo N°2)

**Área de Conocimiento:**

Ingeniería, Industria y Construcción.

**Línea de investigación:**

Investigación, producción, desarrollo de tecnologías y estudios de inversión de proyectos agroindustriales.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Investigación-innovación y emprendimientos agroindustriales.

**2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Esta investigación es de mucho interés, ya que no se aprovecha la materia orgánica de los animales herbívoros en otras formas de usos alternativos, como es la elaboración del papel artesanal, que será utilizado para diferentes actividades laborales. Este papel se asemeja al papel Kraft, cuya diferencia está en la elaboración con otro tipo de proceso, pero con el mismo componente como es la celulosa vegetal.

Debido que el papel es un elemento utilizado de forma masiva en todas las áreas de conocimiento y laborales, este proyecto beneficiará a toda la población, adicionalmente servirá como estrategia de desarrollo económico, social y cultural, con la factibilidad de su elaboración asequible, para los sectores económicamente vulnerables.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **Beneficiarios directos**

Mediante la realización de este proyecto los beneficiarios directos fueron los ganaderos y agricultores de la provincia de Cotopaxi, pretendiendo que mejoren sus ingresos a través de una nueva alternativa de industrialización de un producto obtenido de la materia prima con la que cuentan y no la aprovechan.

Los mismos que proporcionarán la materia prima para darle un valor agregado en la elaboración del producto y mejorar el desarrollo económico, así también la Universidad Técnica de Cotopaxi como ente investigativo en la elaboración de un producto innovador.

#### **Beneficiarios indirectos**

Serán todas las personas que aprovechan el uso de nuevas alternativas, como es el papel artesanal, para los diferentes ámbitos laborales, el cual va a dar a sus trabajos un toque especial y sobre todo enmarcado en el respeto a la naturaleza mediante el reciclaje.

Siendo los principales consumidores todas las personas del cantón Latacunga siendo la población, dando un total de 170.489 personas que adquirida un nuevo producto en la ciudad.

### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La naturaleza alberga una riqueza biológica, que a través del tiempo y de los aportes investigativos han brindado múltiples beneficios, que son utilizados en los diferentes ámbitos socioeconómicos a nivel mundial.

Los bosques a nivel mundial siguen disminuyendo, a medida que la población aumenta y las áreas forestales se reconvierten a la agricultura y otros usos, pero en los últimos 25 años la tasa de deforestación neta mundial ha disminuido en más del 50 por ciento, según explica la FAO. Desde 1990 se han perdido unos 129 millones de hectáreas de bosques una superficie casi equivalente a la de Sudáfrica, de acuerdo con el estudio sobre los bosques más completos de la FAO.

A nivel de Ecuador tiene una de las tasas de deforestación más altas de Latinoamérica, del orden del 2.3% anual, en un rango que va del 0,5 al 2,4% anual, o su equivalente a

60.000 y 340000 ha, respectivamente" (OIMT). En contraste, la tasa de reforestación representa solamente el 3% ó 4% de las pérdidas corrientes de los bosques naturales

Cotopaxi ha cambiado drásticamente; la superficie original de los bosques, que era más de la mitad de la provincia, representa hoy apenas el 22,6%; asimismo, los páramos se han reducido a menos de la mitad (ocupando ahora el 17,5%) Y los matorrales, que cubrían buena parte de los valles y las quebradas, representan hoy sólo el 1.3% de la provincia, es decir, una sexta parte de su superficie original (Reyes 2004 en Maldonado y Vázquez 2005).

Por otra parte, no existe usos alternativos con la materia orgánica de los animales herbívoros y la poca orientación que se ha dado al agricultor en relación al uso correcto de los mismos, hacen más visibles los problemas serios de contaminación, malos olores, aparición de plagas e insectos sobre todo al hacer la materia orgánica como un abono para fertilización de sus tierras.

## **5. OBJETIVOS**

### **General**

- Elaborar papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros (bovino y cobayo), en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **Específicos**

- Determinar la metodología de elaboración del papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros (bovino y cobayo).
- Identificar el mejor tratamiento en la elaboración del papel ecológico artesanal realizando análisis físicos y microbiológicos.
- Realizar un análisis de costos del producto terminado.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Cuadro N°1:** Actividades y sistemas de tareas en la relación a los objetivos

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
<p><b>Objetivo 1</b></p> <p>Determinar la metodología de elaboración del papel ecológico artesanal a base de la materia orgánica de los animales herbívoros (bovino y cobayo).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección</li> <li>• Clasificación</li> <li>• Lavado</li> <li>• Cocción</li> <li>• Sumergido</li> <li>• Molido</li> <li>• Prensado</li> <li>• Secado</li> </ul>	Obtención del papel ecológico artesanal.	Producto (papel ecológico artesanal)
<p><b>Objetivo 2</b></p> <p>Identificar el mejor tratamiento en la elaboración del papel ecológico artesanal realizando análisis físicos y microbiológicos.</p>	<p>Análisis físicos: como gramaje, espesor, absorción de agua y humedad.</p> <p>Análisis microbiológico: como recuento de coliformes totales y Escherichia coli.</p>	Obtención de los dos mejores tratamientos.	Comparación con la NTE INEN 1429 para papel kraft, para la toma de los dos mejores tratamientos (bovino y cobayo).
<p><b>Objetivo 3</b></p> <p>Realizar un análisis de costos del producto terminado.</p>	Recopilación de todos los costos para la obtención del papel ecológico artesanal.	Obtener el costo de la elaboración del papel ecológico artesanal.	Precio de venta del papel ecológico artesanal.

**Elaborado por:** Autor de la investigación

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 7.1 Antecedentes

Con relación al tema de Investigación. “Elaboración de papel a base de la materia orgánica de las dos especies de animales herbívoros (bovino y cobayo) con variables para la cocción (temperaturas y tiempos) en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi” se ha encontrado como antecedentes las siguientes investigaciones.

Según los autores: Luis Antonio Parra Negrete, Pedro del Villar Quiñones, Antonio Prieto Rodríguez, (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.

Los autores de esta investigación determinaron como 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 como es: Inmersión en agua a cielo abierto, fermentación con y sin agua miel y la cocción de las pencas (en donde los investigadores utilizan sosa caustica para este proceso).

Según los autores: Félix E. Jaramillo-Valle; Andrea Y. Corral-Ruiz; María Milagros de Jesús Fois Lugo; Brick L. Reyes Pincay, (2017), autores del artículo científico “ELABORACIÓN DE PAPEL VEGETAL QUE CUMPLA LAS NORMAS TAPPI PARA EL DISEÑO E IMPRESIÓN A PARTIR DE LA FIBRA DE LA CASCARA DEL PLÁTANO VERDE” realizado en la Universidad de Guayaquil de la facultad de arquitectura y urbanismo.

Con la obtención de las propiedades del papel de cáscara de plátano, concluimos que es un papel tipo estucado de mayor gramaje que los papeles que se utilizan para la impresión offset rotativa como son los papeles periódicos, bond y couche de bajo gramaje, por lo que este papel no puede ser utilizado en la impresión offset convencional, sin embargo, presenta propiedades para la impresión offset comercial o prensa plana.

Se concluye también que el papel es bastante poroso, esto es debido a la forma en que se fabrica el papel, al ser artesanal no se cuenta con la maquinaria necesaria para compactar la fibra, esto produce que en la impresión offset comercial se consuma más tinta y producir una impresión no homogénea en la superficie. El consumo de tinta es mayor y

el tiempo de secado se incrementa ya que la tinta en mayor cantidad se queda entre las fibras, esto sería su mayor desventaja.

Según Pérez, Escobar, Josué (2015). Autor de la 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 CON (DIÓXIDO DE CLORO Y AGUA OXIGENADA)” en el laboratorio de Agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

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.

Según fuentes Medina, M. E., León Nieto, C. M., & Paredes, R. (2012). Autores de la tesis “DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA FABRICACIÓN DE PAPEL RECICLADO ECOLÓGICO A ESCALA LABORATORIO USANDO PERÓXIDO DE HIDRÓGENO” Cartagena 2012, realizada en la Universidad de Cartagena Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Química.

Diseñar un proceso a escala laboratorio para la producción de papel reciclado ecológico, utilizando peróxido de hidrógeno como agente blanqueado.

Dentro de las variables que intervienen en el diseño del proceso de producción de papel reciclado propuesto en este proyecto, las más destacadas son relación entre FQD y FMD, cantidad de agente oxidante y reductor, tiempo de des tintado y presión en el prensado; alguna variación en cada una de ellas afecta en gran medida el resultado final del papel.

Existe un mayor incremento de la blancura cuando se utilizan 0,2 g de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Sin embargo, el valor de blancura obtenido con esta cantidad de blanqueador no es aceptable para las diferentes aplicaciones que se le pueden dar al papel reciclado, mientras que los valores de esta propiedad alcanzados con el uso de 0,4 y 0,6 g de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> son aceptables, ya que permiten brindarle numerosas aplicaciones. En vista de que, no se presenta una diferencia notable entre la blancura alcanzada entre 0.4 y 0.6 g de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, la cantidad más favorable es 0,4 g de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ya que resultaría más económico teniendo en cuenta la cantidad de peróxido utilizado para la secuencia de blanqueo.

## **7.2 FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **7.2.1 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 (Zanuttini., Et al., 2008).

### **7.2.2 Celulosa**

La celulosa es el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza y constituye un recurso natural renovable que no ha sido aprovechado adecuadamente. Estudios realizados en todo el mundo sobre los aspectos básicos de la biodegradación de celulosa han dado origen al desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de residuos agrícolas e industriales constituidos principalmente por celulosas, hemicelulosas y lignina; por lo cual, actualmente estos materiales son considerados como recursos renovables y existen múltiples posibilidades para su transformación en alimentos o en energéticos (Torre., 2005).

Las fibras de plantas están compuestas por celulosa (alfa-celulosa y beta-celulosa) y hemicelulosas, y las de madera tienen además otras impurezas como la lignina, pectinas, trazas de resina, taninos, compuestos carbohidráticos y ceras. A causa de estos compuestos, las fibras de papel se degradan más rápidamente y disminuyen el grado de

polimerización de la celulosa. Por este motivo, es recomendable emplear los papeles compuestos por fibras vegetales (Gayoso Carrira., 2009).

La celulosa está fabricada por las plantas, siendo el principal polímero estructural del mundo vegetal. Se encuentra en las paredes celulares de las plantas junto a la lignina y a otras sustancias como las resinas. Tiene una función parecida a las proteínas en los animales que constituyen huesos, músculos, etc (Lorusso, S., 2006).

La celulosa (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) es un polisacárido lineal de origen vegetal formado por moléculas o subunidades, monoméricas repetidas de β-D-glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) o (anhidro-D(+)) Glucosa), unidas por enlaces β(1-4)glucosídicos (puentes de oxígeno), (Brandt A-C., 1992).

La celulosa es una molécula polar y puede crear uniones y atracciones intermoleculares. Para la formación de las fibras de celulosa, las cadenas de celulosa se posicionan en el sitio exacto para formar uniones o puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals. De esta manera forman unas estructuras en forma de bastoncillos llamadas micelas, estas a su vez son la estructura de las microfibrillas de la celulosa que conforman las fibras vegetales (Segebarth, I., 2000).

### **7.2.3 Componentes presentes en las fibras vegetales**

En los papeles, las fibras de madera no están compuestas exclusivamente de celulosa y es necesario saber que estas fibras poseen también hemicelulosa y lignina (Segebarth, I., 2000).

#### **a. La hemicelulosa**

La hemicelulosa es un heteropolisacárido, posee una estructura análoga a la de la celulosa y además cuenta con otras unidades glucosídicas (otros azúcares como la xilosa, arabinosa, glucosa, galactosa, fructosa, sus cadenas son más cortas y suelen estar ramificadas (Segebarth, I., 2000).

La hemicelulosa se une a la superficie de las microfibrillas celulósicas mediante uniones de hidrógeno, siendo estas uniones de gran importancia en la fabricación del papel. También se sabe que en los materiales fibrosos se acopla a la lignina. La hemicelulosa engloba los filamentos micelarios que se unen a las fibrillas y es químicamente menos estable que la celulosa, muy hidrófila, adhesiva y, puede ser disuelta por numerosos

reactivos hidrolizado en medio ácido, en agua alcalina y en los tratamientos de las pastas químicas (Segebarth, I., 2000).

#### **b. Lignina**

La lignina es un polímero muy complejo y de elevado peso molecular. Se forma por deshidrogenación enzimática de alcoholes derivados del fenilpropano, seguida por una polimerización no controlada, lo que hace que la lignina no tenga una estructura definida, ni siquiera en una misma especie vegetal (Barceló., 1987).

La lignina es uno de los biopolímeros más abundantes en las plantas y junto con la celulosa y la hemicelulosa conforma la pared celular de las mismas en una disposición regulada a nivel nano-estructural, dando como resultado redes de lignina-hidratos de carbono. La composición o distribución de los tres componentes en esas redes varía dependiendo del tipo de planta. En el caso de la composición de la madera, los rangos más comúnmente encontrados son: Celulosa: 38-50%; Hemicelulosa: 23-32% y Lignina: 15-25% (Sustainable Forestry for Bioenergy & Bio-based Products., 2007).

La lignina está presente en todas las plantas vasculares, y al igual que muchos otros componentes de la biomasa, se forma mediante la reacción de fotosíntesis. La lignina está considerada como un recurso renovable asequible y de potencial uso industrial, cuya producción anual se ha estimado en el intervalo de 5-36 x 10<sup>8</sup> toneladas. En la Tabla 1 se presentan los porcentajes con respecto al contenido de lignina de varios tipos de plantas importantes desde el punto de vista comercial (Gellerstedt & Henrinksson., 2008).

**Tabla N°1:** Porcentajes de lignina de diferentes tipos de plantas

Planta		Contenido de lignina (%)
Nombre científico	Nombre común	
Picea abies	Abeto noruego	28-39
Oryza species	Paja de arroz	6,1
Saccharum	Bagazo de caña	14
Gossypium hirsutum	Algodón	16
Olea europaea	Olivo	19
Prunus amigdalus	Almendro	26

**Fuente:** Gellerstedt & Henrinksson, (2008).

**Tabla N°2:** Composición química de algunas plantas no maderables

Tipo de fibra	Alfa-celulosa (%)	Lignina (%)	Hemicelulosa (%)	Cenizas (%)
<b>Fibras de paja</b>				
Arroz	28-36	12-16	23-28	15-20
Trigo	29-35	16-21	26-32	4-9
Avena	31-37	16-19	27-38	6-8
<b>Fibras de tallos</b>				
Caña de azúcar	32-44	19-24	27-32	1.5-5
Bambú	26-43	21-31	15-26	1.7-5
Yute	----	21-26	18-21	0.5-2
<b>Fibras de hoja</b>				
Abacá	61	9	17	1.1
Sisal	43-56	8-9	21-24	0.6-1
<b>Fibras de semilla</b>				
Algodón	80-85	3-3.5	-----	1-1.5

**Fuente:** Hunter, 2006

La lignina confiere a las paredes celulares de un vegetal su resistencia y rigidez; se comporta como un cemento entre las fibras celulósicas. Además, actúa también como protector de la celulosa contra enzimas celulósicas, celulasas, que pueden degradarle y disminuye la permeabilidad de las paredes celulares de las plantas (Aiten, Y., et al., 1988).

En la fabricación del papel se intenta eliminar lo máximo posible la lignina por diferentes motivos:

- Para liberar la celulosa de la madera.
- Porque la molécula de lignina no crea fácilmente puentes de hidrógeno. Indispensables para la resistencia mecánica de un papel.
- Porque es un compuesto muy inestable, le afectan mucho los agentes exteriores como la luz y la oxidación (el papel se acidifica, amarillea, fragiliza).
- Absorbe más luz que la celulosa por lo que es menos transparente (Brandt, A-C., 1992).

#### **7.2.4 Propiedades físicas del papel**

##### **Espesor**

Es la distancia que separa las dos caras de una hoja de un papel o cartón medidas en condiciones de ensayo normalizadas y se mide en milímetro.

##### **El gramaje**

El gramaje es la masa por unidad de superficie del papel expresada en gramos por metro cuadrado. El peso o gramaje del papel puede aumentar agregando mayor cantidad de fibras en la pasta, es decir incrementado la densidad de ésta.

##### **Absorción De Agua**

Consiste el medir de tiempo desde que una gota de agua entra en contacto con un espécimen de papel hasta que el agua sea completamente absorbida y se mide en segundos.

### Humedad.

Cantidad de agua que contiene una materia. Es la relación entre la pérdida de masa y de una muestra luego de ser secada y su masa en el momento del muestreo determinada bajo condiciones normalizadas y se mide en porcentaje.

Tabla N°3: Normativa INEN 1429 para papel kraft medio para cajas de papel corrugado

REQUISITOS	UNIDAD	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
Gramaje	g/m <sup>2</sup>	127	161	127	161	127	161
Humedad	%	7,5	8,5	7,5	8,5	7,5	8,5
Espesor	Mm	0,20	0,25	0,23	0,28	0,28	0,30
Absorción de agua	S	50	100	50	100	50	100

Fuente: Norma INEN 1429

### 7.2.5 Tipos de papeles y sus características

Los tipos de papel que se fabrican están determinados por el uso al que se destine (Cerutti., 2016)

#### Papel kraft

El papel de empaquetar compuesto únicamente de celulosa al sulfato cruda de coníferas. Se toleran, sin embargo, en su composición pequeños porcentajes de celulosa al sulfato de frondosas y aun de paja, porque está demostrado que no influyen negativamente en las propiedades del papel. Requisito esencial de este papel es su tenacidad, que se obtiene desarrollando al máximo con la refinación las propiedades de resistencia, resistencia a la tracción, al alargamiento, al levantamiento, a la rotura, al plegado (León., 2012).

#### Papel kraft blanco

Papel de empaquetar compuesto esencialmente de celulosa al sulfato blanqueada o semi-blanqueada de coníferas. Sus propiedades son similares a las del papel kraft, pero como por su color claro se usa para casos en que el aspecto del papel y su impermeabilidad tienen notable importancia. Se fabrica, especialmente en las versiones satinada y satinada por una cara, en una gama muy amplia de gramajes, desde los 20 a 120 g/m<sup>2</sup> (León., 2012).

## **Papeles de impresión y escritura**

La denominación se reserva para los papeles de impresión empleados en los tres procedimientos principales: tipografía, litografía-offset y huecograbado. Bajo esta denominación se agrupan clases de papel muy diferentes: por su composición fibrosa, que va desde el papel de trapo hasta aquel cuyo principal componente es la pasta mecánica de madera; por el gramaje, que cubre toda la gama de papeles; por el tratamiento superficial, porque hay papeles sin estucar y estucados, papeles encolados o no encolados en la superficie; papeles rugosos y lisos, papeles brillantes y mates (Cerutti., 2016).

### **Papel ecológico**

Se dice del papel que cumple requisitos de materias primas y de fabricación que causen bajo impacto ambiental y no sean contaminantes. En cuanto al origen de las materias primas existen dos posibilidades: 1) que no sea de origen forestal. 2) la materia prima proveniente de árboles, esta sea de plantaciones programadas, lo que implica una reforestación cierta. En cuanto a la fabricación el no empleo de materiales contaminantes. (León., 2012).

### **Papel reciclado**

Es aquel que se obtiene a partir de la recuperación total o parcial de rezagos de papel. La pasta mecánica se constituye con diferentes retazos de impresos. La obtención de papel mediante este procedimiento da como resultados materiales de gran calidad (Cerutti., 2016).

#### **7.2.6 Papel ecológico**

Papel cuyo proceso de fabricación y elaboración se han llevado a cabo una serie de medidas para evitar el impacto ambiental teniendo en cuenta el ciclo de vida del producto.

Se dice del papel que cumple requisitos de materias primas y de fabricación que causen bajo impacto ambiental y no sean contaminantes. En cuanto al origen de las materias primas existen dos posibilidades:

- Que no sea de origen forestal.
- La materia prima proveniente de árboles, esta sea de plantaciones programadas, lo que implica una reforestación cierta. En cuanto a la fabricación el no empleo de materiales contaminantes (Pimienta-Barrios, E., 1992).

### 7.2.7 Compuestos químico a utilizar en la obtención de celulosa vegetal

#### A. Hidróxido de sodio

Un sistema alcalino donde se elimina completamente la lignina consiguiendo unas fibras más elásticas y fibrosas, es en la utilización del hidróxido sódico y sulfito sódico (Watt y Burgues., 1851). A este sistema se le añadía sulfato sódico para restituir el reactivo consumido, esta técnica es la más empleada en la industria papelera (Brandt, A-C., 1992).

Actualmente se usa la sosa cáustica y sulfuro de sodio, Al igual que el método de bisulfito, para la separación de la lignina de la celulosa y hemicelulosa (Brandt, A-C., 1992).

#### B. Carbonato de calcio

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 (López Sardi, Estela Mónica., 2007).

### 7.2.8 Proceso de elaboración de papel artesanal

En la elaboración de papel artesanal la metodología de obtención es la siguiente (Mincetur-Aeci., 2006).

#### Selección

Se debe seleccionar las plantas que se va a utilizar, estas pueden ser frescas o secas.

#### Desmenuzado

Se troza la planta con tijeras o cuchillos en pedazos de aproximadamente de 10cm observando que no vayan por partes duras como son tallos, se debe desmenuzar en su totalidad.

#### Pesado y remojado

se pesa la fibra desmenuzada, se debe remojar la fibra en un balde con agua por lo menos 12 horas, para que la fibra vegetal absorba en agua.

#### Cocción

Se hierva la fibra en una olla con agua que la cubra completamente a la fibra vegetal se lo deja por un tiempo máximo de 6 horas para su ablandamiento esto depende según el tipo de dureza de la fibra vegetal que se está utilizando.

**Adición de compuesto químico**

Añade soda caustica disuelta en agua a la olla donde está en cocción la fibra vegetal. Cantidad necesaria es el 10% del peso de la fibra vegetal.

Soda caustica = Peso de la fibra vegetal / 10 %

**Lavado de la fibra vegetal**

Escurre y lava la fibra en un colador para eliminar toda la soda caustica, que puede estar en las fibras y este tenga a alterar el producto final.

**Licuada**

Se licua la fibra en su totalidad para obtener la celulosa, se añade poco de agua en la misma celulosa para que absorba el agua.

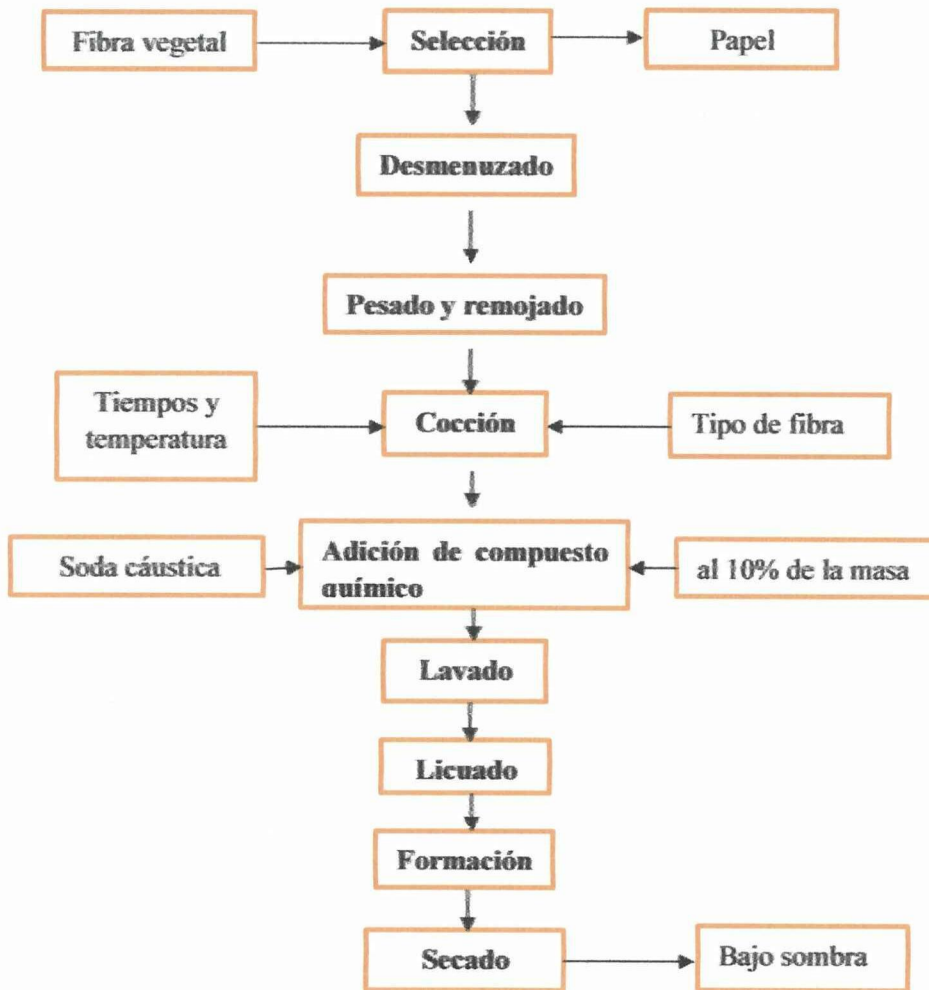
**Formación de la hoja**

Licuada la fibra se añade en un recipiente con agua y se agita para que esta tenga a dispersarse, con la ayuda de un marco con llama, se sumerge y se da forma de papel.

**Secado**

Se deje secar bajo sombra para que este escurra por completo el agua, y tome la forma de un papel convencional.

Figura N°1: Diagrama de flujo de proceso de elaboración del papel artesanal



Fuente: MINCETUR-AECI (2006)

### **7.2.9 Animales herbívoros**

#### **a. Herbívoros de estómago simple**

##### **Cobayo**

La alimentación tradicional de cuyes en las zonas andinas, de donde son originarios, se basa en forrajes de corte y residuos agrícolas.

El cuy tiene una eficiencia digestiva muy similar a la de los rumiantes, lo que unido a su facilidad de crianza (con instalaciones simples de bajo costo) ha posibilitado que se esté extendiendo a las zonas tropicales (Chauca., 1997).

#### **b. Herbívoros rumiantes**

##### **Bovino**

Se le llama 'rumiante' aquel animal que tiene la capacidad de digerir los alimentos en dos etapas: en primer lugar, los traga enteros y luego, tras la regurgitación, el re mastica y desmenuza empleando saliva.

En cuanto a su aparato digestivo, merece la pena indicar que gracias a su lengua áspera y a sus dientes incisivos inferiores pueden cortar la hierba eficazmente. Luego la mastican levemente y la tragan para que llegue al primer estómago, donde los jugos gástricos comienzan el proceso de digestión.

Posteriormente, regurgitan y se encargan de triturarla por completo gracias a la rumia. Esto puede llevarlos aún más tiempo, y por eso vemos a las vacas masticar continuamente (Chauca., 1997).

### **7.2.10 Estiércol**

Desechos orgánicos que generalmente consideramos inútiles y desagradables. Entre ellos se encuentran los restos de frutas, verduras y sobras de las cosechas y podas del jardín, etc., que muchas veces se abandonan o se queman, contaminando el ambiente y desaprovechando el valor potencial que aún tienen. Otro de estos desechos es el estiércol producido por el ganado que, sin embargo, aún contiene mucho material de provecho.

Todos los organismos animales además de consumir alimento para mantenernos vivos, debemos desechar materiales que ya no son útiles para el organismo, ya sea en forma de líquidos o sólidos. A los desechos sólidos se les conoce como excretas, excremento, estiércol, o heces.

Este material contiene diversos elementos muy útiles, como son el agua, los carbohidratos, proteínas, grasas y algunas sustancias inorgánicas o minerales, además de fragmentos celulares y microorganismos. Estos elementos se encuentran en una proporción muy variable que depende principalmente de la especie, la edad y el tipo de alimentación. Aunque también existen factores externos que pueden alterar esta composición, ya sea por el tipo de manejo y almacenaje que se le dé al excremento, o bien por la velocidad con la que se realiza el proceso de descomposición.

Se conoce como estiércol al excremento proveniente del ganado vacuno y caballar, pero el resto de los animales, también producimos excremento. La diferencia en cada caso es debido a la proporción de los elementos que lo constituyen. En particular el ganado vacuno que es el más popular, se alimenta principalmente de pasturas o forrajes, típico de los animales llamados herbívoros (García., 2007).

#### A. Los abonos orgánicos

La preocupación de todo agricultor es como mejorar su producción, en cantidad y calidad, sin aumentar los costos de producción.

Para ello existe la alternativa de preparar sus propios abonos. El estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo.

De todos los forrajes que consumen los animales (ovinos, vacunos, camélidos y cuyes), sólo una quinta parte es utilizada en su mantenimiento o incremento de peso y producción, el resto es eliminado en el estiércol y la orina (Jairo Restrepo., 2001).

**Tabla N°4:** Composición química del excremento

Especie animal	Materia seca %	N %	P <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	SO <sub>4</sub> %
Vacunos (f)	6	0.29	0.17	0.10	0.35	0.13	0.04
Vacunos (s)	16	0.58	0.01	0.49	0.01	0.04	0.13
Cuyes (f)	14	0.60	0.03	0.18	0.55	0.18	0.10

Fuente: SEPAR. 2004. Boletín estiércoles (f) fresco, (s) seco, (s. i.) sin información

#### B. Estiércol de cuy

El estiércol de cuy es uno de los estiércoles de mejor calidad, junto con el de caballo, por sus propiedades físicas y químicas, por lo que usualmente es usado por los agricultores como abono directo (Revista Lasallista., 2010).

El estiércol de cuy se identifica la facilidad de recolección en comparación del estiércol de otros animales, puesto que normalmente se los encuentra en galpones, la cantidad de estiércol producido por un cuy es de 2 a 3 kg por cada 100 kg de peso vivo (García., 2007).

La importancia de los estiércoles es su uso en el suelo, ayuda a dar resistencia contra plagas y patógenos debido a que se producen nutrientes que mantiene el suelo sano y mejorando su fertilidad y textura (Guamán., 2010).

El estiércol de cuy es uno de los mejores junto con el de caballo, y tiene ventajas como que no huele, no atrae moscas y viene en polvo (Molina., 2012).

### **C. Estiércol bovino**

El excremento del ganado es el más importante de los abonos orgánicos. La composición del estiércol no siempre es la misma, depende de la especie de animales, de su edad, de su alimentación y destino, y varía según la disposición del estercolero (Rigau., 1982).

El aspecto que aporta a la idea de sustentabilidad es que los estiércoles no sólo proveen nutrientes, sino que particularmente cuando su uso es prolongado suelen ejercer acciones positivas sobre un variado conjunto de propiedades edáficas. Fundamentalmente, porque pueden introducir mejoras considerables en el contenido y en la calidad de la materia orgánica (Sosa., 2005).

Los contenidos orgánicos de estos materiales son variados y fundamentalmente están en relación con la especie animal, con la alimentación del ganado y con el medio en donde los mismos se acumulan y recogen. Puede decirse, no obstante, ello, que siempre resultan altos (entre 30 y 80%). En el caso específico de los rumiantes, el forraje rico en fibra que compone su dieta fundamental también contiene una cierta proporción de ligninas. Estas ligninas no son prácticamente degradadas ni por las enzimas de digestión ni por los microorganismos, y se excretan en el estiércol, junto a las sustancias constituidas por proteínas indigeribles. Representan los componentes más importantes para la generación de las sustancias húmicas estables. Así, aplicaciones reiteradas de estiércoles de ganado durante períodos prolongados suelen elevar los contenidos de humus del suelo.

El estiércol se ha considerado durante mucho tiempo como el único abono, así pues, el estiércol está formado por deyecciones sólidas y líquidas de los animales de la explotación agraria y por los lechos o camas por ellos utilizados. Desde el punto de vista agrícola

interesa aprovechar las partes sólidas de las deyecciones ricas en calcio, magnesio y fósforo; también los orines o partes líquidas de las mismas ricas en nitrógeno y potasio (Vellapart., 1996).

El estiércol de ganado vacuno varía en su composición según las especies de las que procedan, la forma en que se conserven y la a comparación del contenido de materia orgánica y algunos micronutrientes contenidos en el estiércol fresco de diferentes animales según porcentaje de la materia seca (Infoagro., 2008).

### 7.3 MARCO CONCEPTUAL

**Abonado:** Mejora de la tierra o de las plantas con abono.

**Celulosa:** Sustancia sólida, blanca, amorfa, inodora y sin sabor, e insoluble en agua, alcohol y éter, que constituye la membrana celular de muchos hongos y vegetales; se emplea en la fabricación de papel, tejidos, explosivos, barnices, etc.

**Carbonato de calcio:** Producto obtenido por molienda fina de calizas extremadamente puras, por lo general con más del 98.5% de contenido en  $\text{CaCO}_3$

**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.

**Excremento:** Materia compuesta de residuos de alimento que el organismo elimina por el ano tras haber hecho la digestión.

**Fibra:** Filamento de origen natural, artificial o sintético, apto para ser hilado y tejido, que generalmente presenta gran finura y buena flexibilidad.

**Lignina:** Es la sustancia 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.

**Materia Orgánica:** Componente principal de los cuerpos, susceptible de toda clase de formas y de sufrir cambios, que se caracteriza por un conjunto de propiedades físicas o químicas, perceptibles a través de los sentidos.

**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.

**Papel vegetal:** Es un papel tratado químicamente, también llamado papel de horno, es un producto de uso de cocina muy práctico, tanto para conservar alimentos como para hornear.

**Papel:** Material que se presenta como una lámina fina hecha con pasta de fibras vegetales u otros materiales molidos y mezclados con agua, secados y endurecidos después, que se utiliza para escribir, dibujar, envolver cosas, etc.

**Papel virgen:** Papel que en los procesos anteriores a su producción no ha sido sometido a diversos procesos que cambien su aspecto físico.

**Pulpa de papel:** Papilla resultante de desfibrar la madera, usada esp. para la fabricación de papel.

**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.

## 8. HIPÓTESIS

### 8.1. Hipótesis nula

La materia orgánica, la temperatura y el tiempo no afectan en las características físicas y microbiológicas del producto final.

### 8.2. Hipótesis alternativa

La materia orgánica, la temperatura y el tiempo afectan en las características físicas y microbiológicas del producto final.

## **9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **9.1 Tipos de investigación**

En el siguiente proyecto se utilizó cuatro métodos de investigación, que se detallara a continuación, cualitativa, cuantitativa, aplicada, analítica y experimental., que existe escasa información acerca de los tratamientos agroindustriales de la materia orgánica para obtener el papel ecológico artesanal.

#### **Enfoque en la presente investigación cuantitativa y cualitativa.**

Este tipo de Investigación es útil para determinar la calidad y la cantidad entre los diferentes tratamientos de obtención de papel ecológico artesanal.

Con la información se obtiene datos cualitativos, para conocer los mejores tratamientos de obtención del papel ecológico artesanal, por medio de rangos medibles (gramaje, espesor, humedad y absorción de agua que aportarán resultados físicos en la investigación.

#### **Investigación aplicada**

La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basó fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

La investigación aplicada se basó en 3 niveles con 3 factores, (AxBxC), teniendo en cuenta los parámetros (materia orgánica, temperatura y tiempos), con diferentes de tiempos y temperaturas para la cocción (bovino-cobayo, 60°C-90°C y 3-6 horas).

#### **Investigación analítica**

Es un procedimiento más complejo que la investigación descriptiva, y consiste fundamentalmente en establecer la comparación de variables entre grupos de estudio y de control, durante el proceso de elaboración de papel ecológico.

#### **Investigación experimental**

Se utilizó este tipo de investigación porque mediante la elaboración de papel ecológico artesanal, se realizó los tratamientos establecidos en el diseño experimental, de los cuales se determinaron mediante los análisis físicos con repeticiones y así se eligió el mejor

tratamiento y cumpla con las variables identificadas, como son: gramaje, espesor, humedad y absorción de agua.

### **La investigación documental**

La investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos, libros, revistas, periódicos etc (Santa Paella y Feliberto Martins., 2010).

### **Investigación Exploratoria**

La investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos, (Fidias G. Arias., 2012).

## **9.2 Materiales y métodos**

### **Materiales**

Los materiales a utilizarse son: materia prima (materia orgánica), reactivos y equipos que van de acuerdo a la investigación realizada.

#### **Materia prima**

- Materia orgánica (excremento) del animal herbívoro bovino
- Materia orgánica (excremento) del animal herbívoro cobayo

#### **Aditivos químicos**

- Hidróxido de sodio (5%)
- Carbonato de calcio (5%)

#### **Materiales convencionales**

- 4 ollas
- 2 cucharas
- 4 tela lienzo
- 4 telas absorbentes
- 4 recipientes
- 2 Coladores

- 2 vasos de precipitación
- 1 tina
- 1 tanque de gas

#### **Equipos de medición**

- Balanza analítica 10 kg
- Termómetro

#### **Equipo hidráulico**

- Prensadora

#### **Equipo manual**

- Molino
- Marco con malla
- Contra marco
- Cocina

### **9.3 Metodología de elaboración del proceso de obtención de la fibra vegetal**

#### **A.-Inspección de la materia prima (materia orgánica)**

la materia orgánica (excremento) de la vaca y cuy deben ser inspeccionados desde los corrales y jaulas, antes de su recolección para poder evidenciar que se encuentre semi seca lo cual nos ayudara a un mejor manejo sistema de recolección y se podrá visualizar un estado óptimo de esta materia sin degradaciones.

#### **B.- Recolección y clasificación**

La materia orgánica tiene que estar semi seca para una fácil manipulación y evidenciar que no exista agentes físicos, que puedan afectar en el proceso de obtención de la fibra vegetal.

Se elimina partes de la materia orgánica que presente alteraciones físicas y microbiológicas, que puedan alterar la consistencia de la materia por ende no permitir la elaboración de un producto óptimo.

### **C.- Secado manual de la materia orgánica**

El secado de la materia orgánica (excremento) debe realizarse en un ambiente controlado libre de humedad, para que no exista alteración alguna en la misma., se debe controlar a una temperatura ambiente, hasta que esta tenga la consistencia de materia orgánica seca.

### **D.- Lavado**

Se debe lavar completamente la materia orgánica (excremento), de forma que esta llegue a ser maleable en su totalidad, esto se realiza para separar la fibra vegetal del resto de elementos del excremento.

La materia orgánica de la vaca debe de ser desmenuzada por completo en agua, con la ayuda de un colador se va a eliminar impurezas, obteniendo de esta forma las macro fibras características de este tipo de excremento.

La materia orgánica del cuy debe ser desmenuzada por completo en el agua, con la ayuda de la tela lienzo se va a filtrar, evidenciando que este tipo de animal tiende a dar microfibras vegetales que es difícil de visualizar.

### **E.- Choque térmico**

Se aplica tres choques térmicos a la fibra vegetal, esto se realiza para reducir la flora microbiana, para evitar presencia de flora microbiana en el producto terminado.

Esto se aplica en el grado de calentamiento/enfriamiento adecuado para eliminar microorganismos que pueden estar presentes en la fibra vegetal.

Las temperaturas para el choque térmico son de 85°C y 5°C en intervalos de tiempos de 10, 20 y 30 segundos.

### **F.- Cocción de la fibra vegetal**

Una vez realizado el choque térmico a las fibras vegetales, se comienza con la cocción de la fibra vegetal, para ablandar esta y poder obtener una fibra vegetal más fácil de manipular.

En la cocción colocamos 5lt de agua en cada tratamiento, en la cual se incluye productos químicos como hidróxido de sodio al 5% (22.7gr) y carbonato de calcio al 5% (22.7gr), que ayudaran en la separación de la lignina de la celulosa.

### **G.- Segundo lavado fibra vegetal ablandada**

Terminado la cocción de los tratamientos, estos tienden a ser lavado en agua a temperatura ambiente para eliminar todo el residuo de lignina que se desprendió de la fibra vegetal, se debe lavar hasta que está ya no elimine residuos de lignina y por ende el agua sea totalmente incolora.

La fibra vegetal del bovino es cernida ya que contiene fibras de celulosa grandes las cuales estas no pasan el cernidor, se procede a sacar toda el agua posible que tenga la fibra vegetal y se pesa para saber el peso final.

La fibra vegetal del cobayo esta tiende a tener microfibras, se lava en una tela lienzo para que estas no se eliminen junto con el agua, se escurre totalmente el líquido y se obtiene fibra vegetal, la misma que se debe pesar para conocer el peso final.

### **Proceso de obtención del papel ecológico artesanal**

#### **H.- Molido de la fibra vegetal (celulosa vegetal)**

Se procede a moler la fibra vegetal, la cual en este proceso es para destruir la fibra vegetal y obtener celulosa vegetal.

#### **I.- Hidratación de la celulosa vegetal**

En una tina se coloca 5lt de agua por cada 100 gramos de celulosa vegetal, en un tiempo de 5 horas, esto es importante ya que el tamaño de la fibra condiciona el tiempo de desgote y aspecto final del papel ecológico artesanal.

#### **J.- Formación del papel ecológico artesanal**

Colocada la celulosa vegetal en la tina con agua, se debe agitarla para que se distribuya la celulosa vegetal por toda la tina. El siguiente paso es sumergir el marco con malla y contra marco, la misma que con suaves movimientos de izquierda a derecha, la cual se va a observar una delgada pasta que se depositara en la malla, para que las fibras se entrelacen y el papel pueda ser más resistente.

Se retira de la tina el marco con malla y contra marco, se deje en reposo para que se vaya filtrando el agua y el papel tenga suficiente cohesión para poder retirar del marco con malla.

Se tiene una formación de hoja, con ayuda de telas absorbentes se procede a pasar la hoja a telas humedad. Con cuidado se coloca finas tablas a los dos lados de las telas, la cual esta ayuda a eliminar el contenido de agua en la hoja en el prensado.

#### **K.- Prensado del papel ecológico artesanal**

Teniendo moldeado el papel en telas y tablas, se procede a prensar la hoja, esto se realiza para eliminar el exceso de agua que contiene la hoja.

El prensado tiene un tiempo duración de 12 horas., luego la sacamos con suavidad de las telas, teniendo una hoja húmeda.

#### **L.- Secado del papel ecológico artesanal**

La hoja húmeda se cuelga mediante pinzas en cuerdas, sin doblarlas (como se realizaba antiguamente) se coloca en un lugar que exista sombra para que esta tienda a secarse, en esta parte ya obtenemos el papel ecológico artesanal. La misma que se puede utilizar como material para hojas volantes, publicidad, materia para manualidades escritura artística o pintura.

#### **M.- Análisis físicos del papel ecológico artesanal**

Obtenido el papel ecológico artesanal se realizó los análisis de gramaje, espesor, absorción de agua y humedad, para determinar si este tipo de papel cumple con la norma INEN 1429 para papel kraft medio para cajas de papel corrugado.

#### **N.- Determinación de gramaje del papel ecológico artesanal.**

El gramaje es la masa por unidad de área determina por un método de ensayo normalizado. Se expresa en gramos por metro cuadrado ( $\text{g/m}^2$ ) (NTE INEN 1429).

- Se corta un cuadrado de medidas 30,6cm x 27,3cm, (evitando que este sea muy pequeño para evitar errores).
- Calculamos la superficie multiplicando lado x lado (30,6cm x 27,3cm), dándonos un resultado de  $835,38\text{cm}^2$
- Colocamos nuestra muestra sobre la balanza y registramos su peso.
- El gramaje se determina utilizando la ecuación siguiente:

$$g = \frac{m}{A} \times 10000$$

siendo:

g = Gramaje de cada pieza de ensayo, en gramos por metro cuadrado.

m = Masa de la pieza de ensayo, en gramo.

A = Área de la pieza de ensayo, en centímetros cuadrados.

#### **O.- Determinación del espesor del papel ecológico artesanal.**

El espesor es la distancia que separa las dos caras de una hoja de un papel o cartón medidas en condiciones normalizadas. (NTE INEN 1429)

- Con la ayuda de un micrómetro palmer que es un instrumento tipo peso muerto, provisto de una base plana de cara circular movable (que se llama pie de presión).
- Colocar un extremo del papel entre las pinzas del micrómetro.
- Lentamente evitando arrugas dejar que este micrómetro apriete el papel.

#### **P.- Determinación de absorción de agua del papel ecológico artesanal.**

La 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 (NTE INEN 1429).

- Colocar una muestra de papel, en un lugar plano, debe mantenerse en posición horizontal.
- Colocar la bureta, sostenida del porta-bureta, de modo que su extremo inferior esté se parada.
- Llenar la bureta con agua destilada.
- Dejar caer una gota de agua sobre el papel.
- Medir el tiempo desde el instante en que entra en contacto la gota de agua con el papel hasta que esta sea completamente absorbida, comprobando que el agua ya no refleja la luz al observar desde cierto ángulo.

#### **Q.- Determinación de humedad del papel ecológico artesanal.**

Es el contenido por la pérdida de agua de una pieza de ensayo, cuando a esta se le ha secado hasta obtener una masa constante bajo condiciones de ensayo normalizadas, este se expresa en porcentajes de la masa inicial del papel (NTE INEN 1429).

- Tomar un crisol y colocarlo en la estufa durante una hora a 105°C.
- Con la ayuda de unas pinzas tomar el crisol.

- Colocar el crisol en una balanza y tomar su peso.
- Tarar el valor.
- Cortar el papel y pesar 10gr.
- Colocar nuevamente el crisol en la estufa durante cuatro horas a 105°C.
- Con la ayuda de unas pinzas tomar el crisol.
- Colocar en un desecador durante treinta minutos.
- Pesarse nuevamente el crisol con el papel seco.
- Restar el peso del crisol menos el peso final del crisol con el papel
- La humedad se determina utilizando la ecuación siguiente:

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

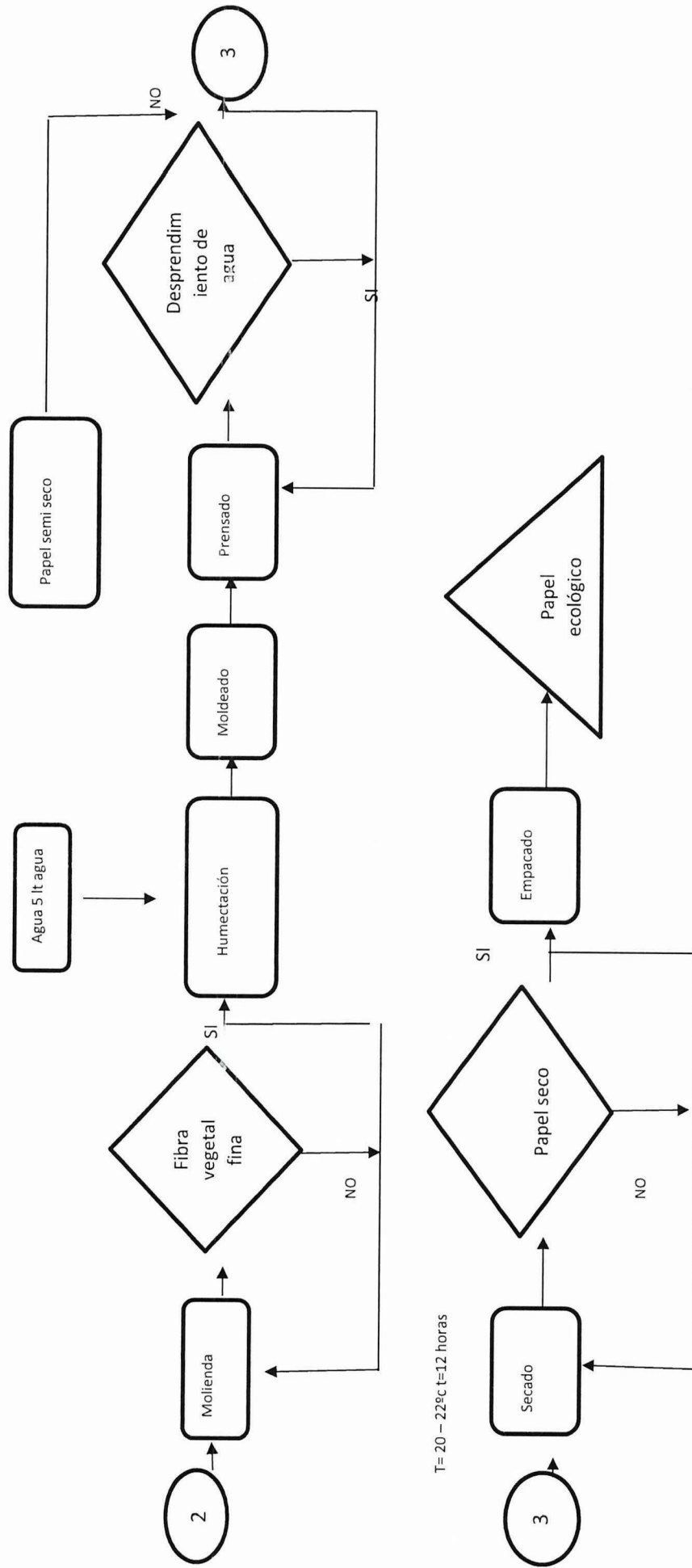
Donde:

P<sub>i</sub>: Peso inicial

P<sub>f</sub>: Peso final



Figura N°3: Flujo grama del proceso de obtención del papel ecológico artesanal



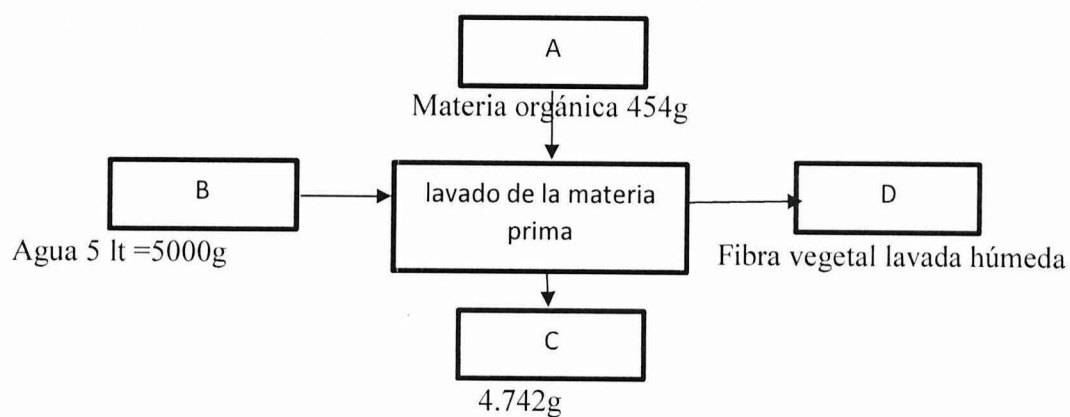
## 9.5 Balance de masa

Tabla N°5: Balance de materia

Ingredientes	Peso total (g)	Entra	Sale
Materia orgánica	454	A	
agua	5000	B	
Hidróxido de sodio	22.7	C	
Carbonato de calcio	22.7	D	
Total	5.499,4	E	
PROCESOS			
Lavado			F
Cocción			G
Molido			H
Humectación			I
Prensado			J
Secado			K

Elabora por: Autor de la investigación

Figura N°4: Balance de lavado de la materia orgánica del bovino



Balance general

$A$  (entra M.O) +  $B$  (entra agua) =  $C$  (sale desperdicio) +  $D$  (obtención fibra vegetal)

Balance de lavado de la materia prima (fibra vegetal)

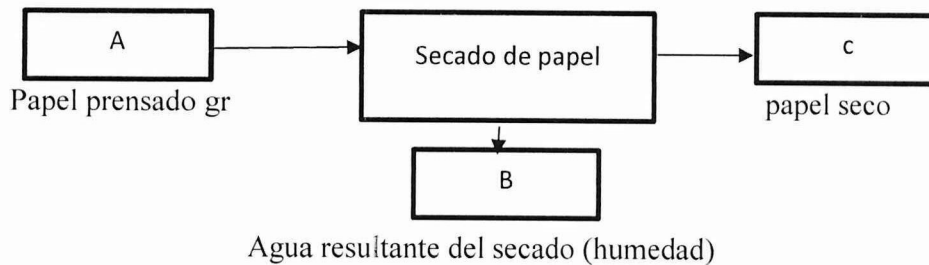
$$A+B=C+D$$

$$A+B-C=D$$

$$454g+5000- 4.742g=D$$

D= 712 g

**Figura N°5:** Balance del papel seco del bovino



Balance general

A (entra papel húmedo) = B (evaporización) + C (obtención papel)

Balance de secado del papel

$A=B+C$

$A-B=C$

C=

$281.4\text{gr} - 56\text{gr} = C$

$C=225,4$

RENDIMIENTO

**Tabla N°6:** Pesos y rendimiento en la elaboración de papel ecológico artesanal del bovino.

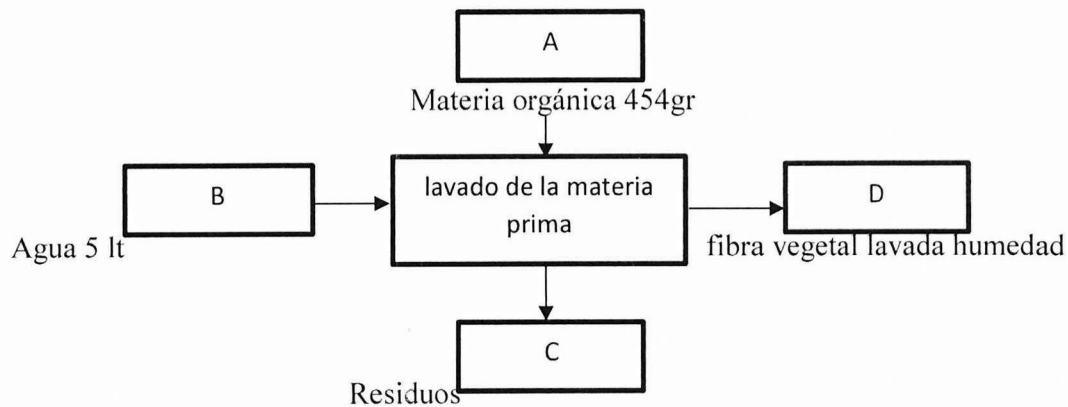
Peso inicial materia orgánica	Peso final papel
454 g	225,4 g

Papel ecológico artesanal del bovino $\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$ $\% \text{ Rendimiento} = \frac{225,4}{454} \times 100$ $\% \text{ Rendimiento} = 49,64\%$
--

Discusión

En el balance de materia de obtención del papel ecológico artesanal del bovino, entra con un peso de 454 g de materia orgánica y sale con un peso de 225,4 g de celulosa vegetal, mediante los diferentes procesos de obtención, en el cual se pudo observar que existe un 50,36 % de pérdida del peso total.

Figura N°6: Balance de lavado de la materia orgánica del cobayo



Balance general

$A$  (entra M.O) +  $B$  (entra agua) =  $C$  (sale desperdicio) +  $D$  (obtención fibra vegetal)

Balance de lavado de la materia prima (fibra vegetal)

$$A+B=C+D$$

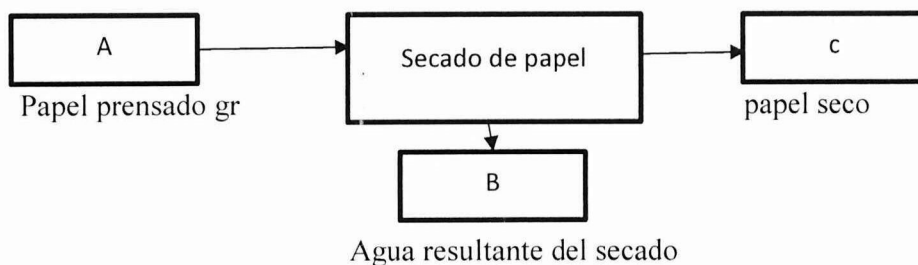
$$A+B-C=D$$

$$D=$$

$$454\text{gr}+5000\text{gr}-4878=D$$

$$D= 576\text{gr}$$

Figura N°7: Balance del papel seco del cobayo



Balance general

A (entra papel húmedo) = B (evaporización) + C (obtención papel)

Balance de secado del papel

A=B+C

A-B=C

C=

337gr – 59gr=C

C=315gr

RENDIMIENTO

**Tabla N°7:** Pesos y rendimiento en la elaboración de papel ecológico artesanal del bovino.

Peso inicial materia orgánica	Peso final papel
454 g	315 g

Papel ecológico artesanal del bovino

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{315}{454} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 69,38\%$$

Discusión

En el balance de materia de obtención del papel ecológico artesanal del bovino, entra con un peso de 454 g de materia orgánica y sale con un peso de 315 g de celulosa vegetal, mediante los diferentes procesos de obtención, en el cual se pudo observar que existe un 30.62 % de pérdida del peso total.

## 9.5 Diseño experimental

En la presente investigación se contó con 3 factores y 3 niveles, el factor A se tomó en cuenta la materia orgánica de los dos tipos de especies (bovino y cobayo), en el factor B se tomó en cuenta la temperatura de cocción (60°C y 90°C) y el factor C se tomó en cuenta el tiempo de cocción (3 y 6 horas) directamente relacionados entre sí para la obtención del producto final, será un diseño de bloques completamente al azar  $A*B*C$ .

### Factores de estudio

En la investigación se aplicó el diseño experimental DBCA diseño de bloques completamente al azar  $A*B*C$ , en el cual se tiene tres factores con dos niveles.

**Factor A:** Materia orgánica de la especie del animal.

**a1:** bovino

**a2:** cobayo

**Factor B:** Temperatura de cocción.

**b1:** 60°C

**b2:** 90°C

**Factor C:** Tiempo de cocción

**c1:** 3 horas

**c2:** 6 horas

**Cuadro N°2:** Tratamientos usados en la investigación

REPETICIÓN	N° DE TRATAMIENTOS	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
I	t1	a1 b1 c1	Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 3 horas
	t2	a1 b1 c2	Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 6 horas
	t3	a1 b2 c1	Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 3 horas
	t4	a1 b2 c2	Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 6 horas
	t5	a2 b1 c1	Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 3 horas
	t6	a2 b1 c2	Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 6 horas
	t7	a2 b2 c1	Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 3 horas
	t8	a2 b2 c2	Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 6 horas

Elaborado por: Autor de la investigación

**Tabla N°8:** ANOVA

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADO DE LIBERTAD (n-1)
TOTAL	23
TRATAMIENTOS	7
FACTOR A	1
FACTOR B	1
FACTOR C	1
A*B	1
A*C	1
B*C	1
A*B*C	1
E.E	7

Elaborado por: Autor de la investigación

**Cuadro N°3:** Variables de estudio

VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	DIMENSIONES
<b>Papel ecológico artesanal.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturas de cocción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características físicas del papel ecológico artesanal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espesor</li> <li>• Gramaje</li> <li>• Absorción de Agua.</li> <li>• Humedad.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos de cocción.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materia prima de bovino y cobayo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis microbiológico del papel ecológico artesanal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuento de coliformes totales</li> <li>• Escherichia coli (recuento)</li> </ul>

Elaborado por: Autor de la investigación

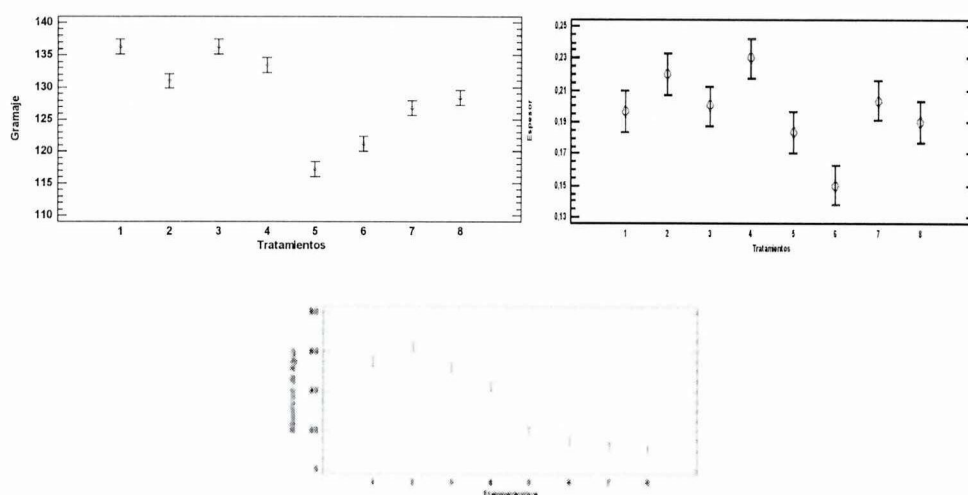
## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

**Tabla N°9:** Análisis físicos del gramaje del papel ecológico artesana

TRATAMIENTOS	GRAMAJE g/m <sup>2</sup>	ESPESOR (mm)	ABSORCIÓN DE AGUA (s)	HUMEDAD (%)
T1	136,3	0,19	55	18
T2	130,9	0,22	62,6	21
T3	136,3	0,2	52	22
T4	133,4	0,23	42,3	35
T5	117,1	0,18	20	24
T6	121,2	0,15	15	48
T7	126,8	0,20	12,3	11
T8	128,4	0,19	10,3	28

Elaborado por: Autor de la investigación

**Gráfico N°1:** Diferencia de los resultados entre gramaje, espesor y absorción de agua



**Elaborado por:** Autor de la investigación

#### Discusión:

La celulosa vegetal se obtiene a partir de un proceso de cocción de las partículas de la materia orgánica a altas y bajas temperaturas, con el objetivo de disolver la lignina contenida en la celulosa vegetal, con una disolución alcalina (hidróxido de sodio y carbonato de calcio), liberando la lignina.

Dependiendo de los aditivos químicos usados. Según al autor Viscaíno L. (2009) durante la cocción, existen celulosas químicas y celulosas al sulfito, siendo la primera más utilizada a nivel mundial.

La influencia de la temperatura: La dependencia es exponencial y puede haber variaciones de hasta un 10% por cada 1°C modificado. En relación con este aspecto, hay dos factores que deben ser considerados (a) la temperatura a la que se somete el polímero, y (b) el período de tiempo que se mantenga esta condición. En general, las soluciones poliméricas pierden viscosidad con el incremento de la temperatura; por otro lado, cuando las soluciones de polímeros pasan períodos de tiempo prolongados, elevadas temperaturas, ocurre degradación de las cadenas poliméricas, lo cual también afecta la viscosidad de la solución.

Según los análisis realizados a una determinada temperatura 60°C y 90°C, con un tiempo de 3 y 6 horas se puede evidenciar que la fibra orgánica se va degradando a mayor temperatura es decir el gramaje ha disminuido.

Los resultados de los distintos tratamientos en el proceso de obtención del papel ecológico artesanal, realizando los análisis físicos de cada uno de los tratamientos que están regidos por las normativas INEN 1429 vigente, evidenciando los dos mejores tratamientos y verificar el grado de similitud en el cual se logró obtener el papel ecológico artesanal con las mejores características realizadas los análisis físicos químicos.

## ANÁLISIS DE LOS TRATAMIENTOS

### Variable gramaje

**Tabla N°10:** ADEVA de la variable gramaje

F.V.	S.C	G.L	C.M	F calculado	P-probabilidad	F crítico
Repetición	0,0307	1	0,0307	0,0719	0,05 < 0,7963	5,5914ns.
M.O	438,5569	1	438,5569	1027,2987	0,05 > 0,0001	5,5914**
°T	92,3185	1	92,3185	216,2516	0,05 > 0,0001	5,5914**
T	6,5446	1	6,5446	15,3305	0,05 > 0,0058	5,5914*
M.O*°T	50,5272	1	50,5272	118,3576	0,05 > 0,0001	5,5914**
M.O*T	57,3768	1	57,3768	134,4025	0,05 > 0,0001	5,5914**
T*°T	0,2418	1	0,2418	0,5664	0,05 < 0,4762	5,5914ns.
M.O*°T*T	6,8030	1	6,8030	15,9356	0,05 > 0,0052	5,5914*
Error	2,9883	7	0,4269			
Total	655,3879	15				
C.V (%)	0,5074					

\*significativo    \*\* altamente significativo    C.V. (%). Coeficiente de variación    P.S: Parámetros de secado  
 ns: No significativo    F.V: fuente de varianza    S.C: suma de cuadrados    G.L: grados de libertad  
 C.M: cuadrado medio    M.O: Materia orgánica    °T: Temperatura    T: Tiempo

### Análisis e interpretación de la tabla N°10

En los datos obtenidos en la tabla N°10, en el análisis de varianza del gramaje se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere al gramaje por tal razón es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. Además, se puede constatar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 0,5074 van a ser diferentes y el 99,4926 de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al gramaje, por lo cual se refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que en la elaboración del papel ecológico tomando en cuenta las variables como materia orgánica (bovino y cobayo), temperatura de cocción (60 °C y

90 °C) y tiempo de cocción (3 h y 6 h); las variables respectivas, si influye sobre la variable de gramaje en la elaboración de papel ecológico, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

**Tabla N°11:** Prueba tukey materia orgánica vs gramaje

Materia orgánica	Medias	Grupos homogéneos
Bovino	134,02	A
Cobayo	123,55	B

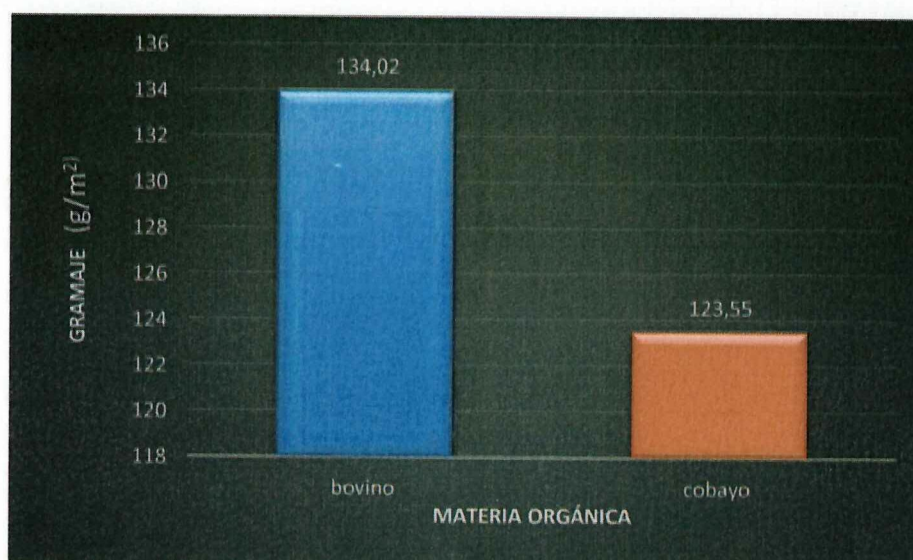
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### **Análisis e interpretación de la tabla N°11:**

Con el resultado obtenido en la tabla N°11, se concluye que el mejor nivel del factor A para el atributo de gramaje, es el nivel  $a_1$  con un valor de 134,02 es decir con un gramaje alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de la especie bovino es óptima para la elaboración de papel ecológico, con un gramaje alto a comparación del cobayo, como también es perceptible observar la diferencia entre los niveles evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°2:** Comparación de gramaje ( $g/m^2$ ) entre materia orgánica, en el papel de bovino y papel de cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°2:

Se observa en el gráfico N°2, se puede observar la mejor materia orgánica es de bovino que corresponde a un valor de 134,02 que se encuentra en un gramaje alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la materia orgánica de bovino tiene mejor concentración de materia orgánica, dando como resultado un gramaje alto para así obtener el mejor nivel del factor A, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°12:** Prueba tukey temperatura vs gramaje

Temperatura	Medias	Grupos homogéneos
90 °C	131,18	A
60 °C	126,38	B

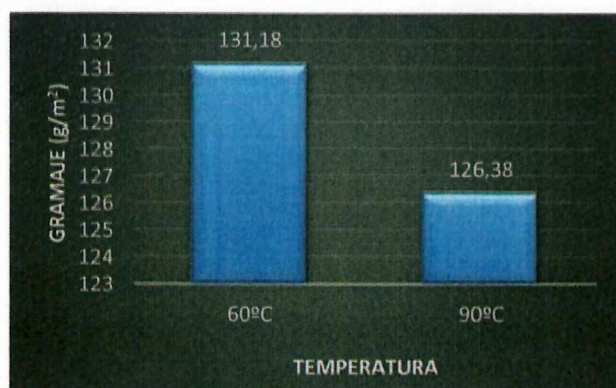
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°12:

Con el resultado obtenido en la tabla N°12, se concluye que el mejor nivel del factor B para el atributo de gramaje, es el nivel  $b_2$  con un valor de 131,18 es decir con un gramaje alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la temperatura de 90 °C es óptima para la elaboración de papel ecológico, con un gramaje alto a comparación de la temperatura de 60 °C, como también es perceptible observar la diferencia entre los niveles evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos

**Gráfico N°3:** Comparación de gramaje ( $g/m^2$ ) entre la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo.



**Elaborado por:** Autor de la investigación.

### Análisis e interpretación del gráfico N°3

Se observa en el gráfico N°3, se puede observar la mejor temperatura de cocción que corresponde a un valor de 131,18 que se encuentra en un gramaje alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la temperatura de cocción idónea es de 90 °C, dando como resultado un gramaje alto para así obtener el mejor nivel del factor B, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°13:** Prueba tukey tiempo vs gramaje

Tiempo	Medias	Grupos homogéneos
3 h	129,42	A
6 h	128,14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°13

Con el resultado obtenido en la tabla N°13, se concluye que el mejor nivel del factor C para el atributo de gramaje, es el nivel  $c_1$  con un valor de 129,42 es decir con un gramaje alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que el tiempo de cocción de 3 h es óptimo para la elaboración de papel ecológico, con un gramaje alto a comparación del tiempo de 6 h, como también es perceptible observar la diferencia entre los niveles evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos

**Gráfico N°4:** Comparación de gramaje ( $g/m^2$ ) entre el tiempo, de papel de bovino y papel de cobayo.



**Elaborado por:** Autor de la investigación

#### Análisis e interpretación del gráfico N°4:

Se observa en el gráfico N°4, se puede observar el mejor tiempo de cocción que corresponde a un valor de 129,42 que se encuentra en un gramaje alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que el tiempo de cocción idónea es de 3 h, dando como resultado un gramaje alto para así obtener el mejor nivel del factor C, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°14:** Prueba tukey materia orgánica\*temperatura vs gramaje

Materia orgánica	Temperatura	Medias	Grupos homogéneos
Bovino	90 °C	134,64	A
Bovino	60 °C	133,39	A
Cobayo	90 °C	127,73	B
Cobayo	60 °C	119,37	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

#### Análisis e interpretación de la tabla N°14

Con el resultado obtenido en la tabla N°14, se concluye que la mejor interacción es el factor A Y B para el atributo de gramaje, es el nivel  $a_1$  y  $b_2$  con un valor de 134,64 es decir con un gramaje alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de bovino y temperatura de cocción a 90 °C es óptima para la elaboración de papel ecológico, con un gramaje alto a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la diferencia entre los factores evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°5:** Comparación de gramaje ( $g/m^2$ ) entre la materia orgánica y la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°5

Se observa en el gráfico N°5, se puede observar que la mejor interacción corresponde a un valor de 134,64 que se encuentra en un gramaje alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es de bovino con una temperatura de 90 °C, dando como resultado un gramaje alto para así obtener el mejor nivel del factor A Y B, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°15:** Prueba tukey materia orgánica y tiempo vs gramaje

Materia orgánica	Tiempo	Medias	Grupos homogéneos
Bovino	3 h	136,55	A
Bovino	6 h	131,48	B
Cobayo	6 h	124,8	C
Cobayo	3 h	122,29	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°15

Con el resultado obtenido en la tabla N°15, se concluye que la mejor interacción es el factor A Y C para el atributo de gramaje, es el nivel  $a_1$  y  $c_1$  con un valor de 136,55 es decir con un gramaje alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de bovino y tiempo de cocción de 3 h es óptima para la elaboración de papel ecológico, con un gramaje alto a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la diferencia entre los factores evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°6:** Comparación de gramaje ( $g/m^2$ ) entre la materia orgánica y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo



**Elaborado por:** Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°6

Se observa en el gráfico N°6, se puede observar que la mejor interacción corresponde a un valor de 136,55 que se encuentra en un gramaje alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es de bovino con un tiempo de 3 h, dando como resultado un gramaje alto para así obtener el mejor nivel del factor A Y C, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°16:** Prueba tukey materia orgánica\*temperatura \*tiempo vs gramaje

Materia orgánica	Temperatura	Tiempo	Medias	Grupos homogéneos		
Bovino	60 °C	3 h	136,70	A		
Bovino	90 °C	3 h	136,40	A		
Bovino	90 °C	6 h	132,88		B	
Bovino	60 °C	6 h	130,08			C
Cobayo	90 °C	6 h	130,08		C	D
Cobayo	90 °C	3 h	127,00			D
Cobayo	60 °C	6 h	121,15			E
Cobayo	60 °C	3 h	117,58			F

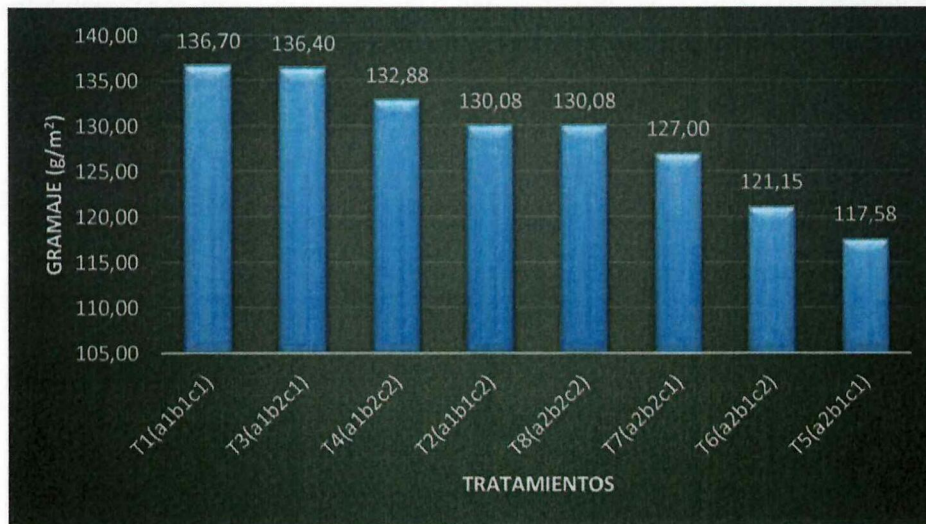
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°16

Con el resultado obtenido en la tabla N°16, se concluye que la mejor interacción es el factor A, B y C para el atributo de gramaje, es el nivel  $a_1$ ,  $b_1$  y  $c_1$  con un valor de 136,70 es decir con un gramaje alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de bovino, la temperatura de 60 °C y tiempo de cocción de 3 h es óptimo para la elaboración de papel ecológico, con un gramaje alto a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°7:** Comparación de gramaje ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) entre la materia orgánica, temperatura y tiempo, en el papel de bovino y cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

#### **Análisis e interpretación del gráfico N°7**

Se observa en el gráfico N°7, se puede observar que la mejor interacción corresponde al tratamiento  $t_1(a_1b_1c_1)$  con un valor de 136,70 que se encuentra en un gramaje alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es de bovino con una temperatura de  $60^\circ\text{C}$  y un tiempo de 3 h, dando como resultado un gramaje alto para así obtener el mejor tratamiento, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

## Variable espesor

**Tabla N°17:** ADEVA de la variable espesor

F.V.	S.C	G.L	C.M	F calculado	P-probabilidad	F crítico
Repetición	0,0002	1	0,0002	3,8653	0,05 < 0,0900	5,5914ns
M.O	0,0057	1	0,0057	124,6721	0,05 > 0,0001	5,5914**
°T	0,0019	1	0,0019	41,1840	0,05 > 0,0004	5,5914*
T	0,00005	1	0,00005	1,0031	0,05 < 0,3499	5,5914ns.
M.O*°t	0,0005	1	0,0005	10,4154	0,05 > 0,0145	5,5914*
M.O*t	0,0030	1	0,0030	65,9971	0,05 > 0,0001	5,5914**
T*°t	0,0003	1	0,0003	6,1771	0,05 > 0,0419	5,5914*
M.O*°t*t	0,0001	1	0,0001	1,4985	0,05 < 0,2605	5,5914ns.
Error	0,0003	7	0,00005			
Total	0,01919	15				
C.V (%)	3,4863					

\*significativo    \*\* altamente significativo    C.V. (%). Coeficiente de variación    P.S: Parámetros de secado  
 ns: No significativo    F.V: fuente de varianza    S.C: suma de cuadrados    G.L: grados de libertad  
 C.M: cuadrado medio    M.O: Materia orgánica    °T: Temperatura    T: Tiempo

### Análisis e interpretación de la tabla N°17

En los datos obtenidos en la tabla N°17, en el análisis de varianza del espesor se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere al espesor por tal razón es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. Además, se puede constatar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 3,4863 van a ser diferentes y el 96,5137 de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al espesor, por lo cual se refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que en la elaboración del papel ecológico tomando en cuenta las variables como materia orgánica (bovino y cobayo), temperatura de cocción (60 °C y 90 °C) y tiempo de cocción (3 h y 6 h); las variables respectivas, si influye sobre la variable de espesor en la elaboración de papel ecológico, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

**Tabla N°18:** Prueba tukey materia orgánica vs espesor

Materia orgánica	Medias	Grupos homogéneos
Bovino	0,21	A
Cobayo	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°18

Con el resultado obtenido en la tabla N°18, se concluye que el mejor nivel del factor A para el atributo de espesor, es el nivel  $a_1$  con un valor de 0,21 es decir con un espesor alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de la especie bovino es óptima para la elaboración de papel ecológico, con un espesor alto a comparación del cobayo, como también es perceptible observar la diferencia entre los niveles evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráficos N°8:** Comparación de espesor (mm) entre materia orgánica, en el papel de bovino y papel de cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°8

Se observa en el gráfico N°8, se puede observar la mejor materia orgánica es de bovino que corresponde a un valor de 0,21 que se encuentra en un espesor alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la materia orgánica de bovino tiene mejor concentración de materia orgánica, dando como resultado un espesor alto para así obtener el mejor nivel del factor A, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°19:** Prueba tukey temperatura vs espesor

Temperatura	Medias	Grupos homogéneos
90 °C	0,20	A
60 °C	0,18	B

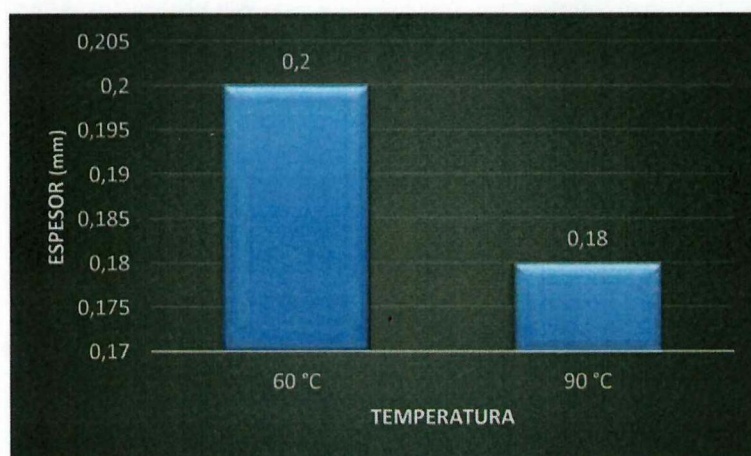
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°19

Con el resultado obtenido en la tabla N°19, se concluye que el mejor nivel del factor B para el atributo de espesor, es el nivel b<sub>2</sub> con un valor de 0,20 es decir con un espesor alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la temperatura de 90 °C es óptima para la elaboración de papel ecológico, con un espesor alto a comparación de la temperatura de 60 °C, como también es perceptible observar la diferencia entre los niveles evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°9:** Comparación de espesor (mm) entre la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo.



**Elaborado por:** Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°9

Se observa en el gráfico N°9, se puede observar la mejor temperatura de cocción que corresponde a un valor 0,20 que se encuentra en un espesor alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la temperatura de cocción idónea es de 90 °C, dando como resultado un espesor alto para así obtener el mejor nivel del factor B, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°20:** Prueba tukey materia orgánica\*temperatura vs espesor

Materia orgánica	Temperatura	Medias	Grupos homogéneos
Bovino	90 °C	0,22	A
Bovino	60 °C	0,21	A
Cobayo	90 °C	0,19	B
Cobayo	60 °C	0,16	C

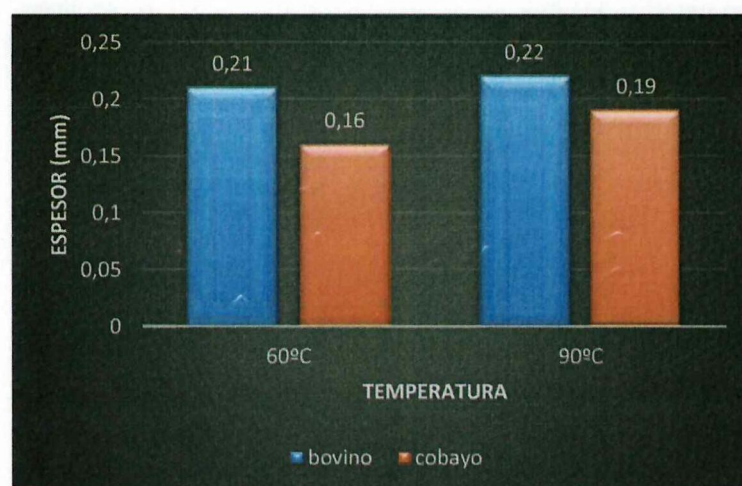
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

### **Análisis e interpretación de la tabla N°20**

Con el resultado obtenido en la tabla N°20, se concluye que la mejor interacción es el factor A y B para el atributo de espesor, es el nivel  $a_1$  y  $b_2$  con un valor de 0,22 es decir con un espesor alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de bovino y temperatura de cocción a 90 °C es óptima para la elaboración de papel ecológico, con un espesor alto a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la diferencia entre los factores evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°10:** Comparación de espesor (mm) entre la materia orgánica y la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

### **Análisis e interpretación del gráfico N°10**

Se observa en el gráfico N°10, se puede observar que la mejor interacción corresponde a un valor de 0,22 que se encuentra en un espesor alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es de bovino con una temperatura de 90 °C, dando como resultado un espesor alto para así obtener el mejor nivel del factor A y B, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°21:** Prueba tukey materia orgánica\*tiempo vs espesor

Materia orgánica	Tiempo	Medias	Grupos homogéneos
Bovino	6 h	0,23	A
Bovino	3 h	0,20	B
Cobayo	3 h	0,19	B
Cobayo	6 h	0,16	C

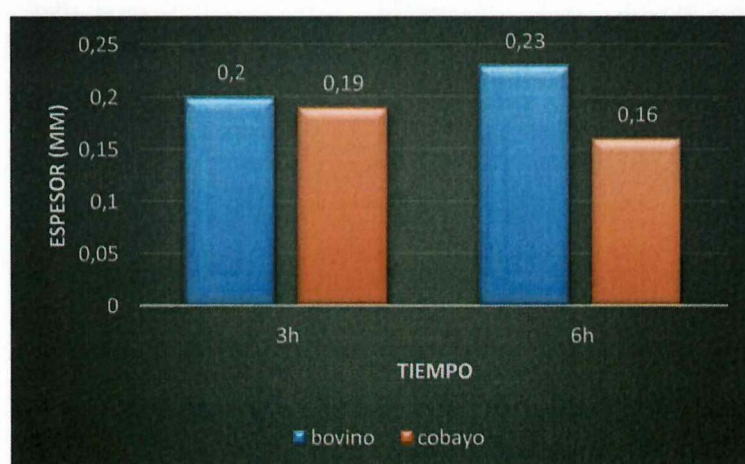
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°21

Con el resultado obtenido en la tabla N°21, se concluye que la mejor interacción en el factor A y C para el atributo de espesor, es el nivel  $a_1$  y  $c_2$  con un valor de 0,23 es decir con un espesor alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de bovino y tiempo de cocción de 6 h es óptima para la elaboración de papel ecológico, con un espesor alto a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la diferencia entre los factores evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°11:** Comparación de espesor (mm) entre la materia orgánica y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo.



**Elaborado por:** Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°11

Se observa en el gráfico N°11, se puede observar que la mejor interacción corresponde a un valor de 0,23 que se encuentra en un espesor alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es de bovino con un tiempo de 6 h, dando como resultado un espesor alto para así obtener el mejor nivel del factor A y C, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°22:** Prueba tukey temperatura\*tiempo vs espesor

Temperatura	Tiempo	Medias	Grupos homogéneos		
90 °C	6 h	0,21	A		
90 °C	3 h	0,20	A	B	
60 °C	3 h	0,19		B	C
60 °C	6 h	0,18			C

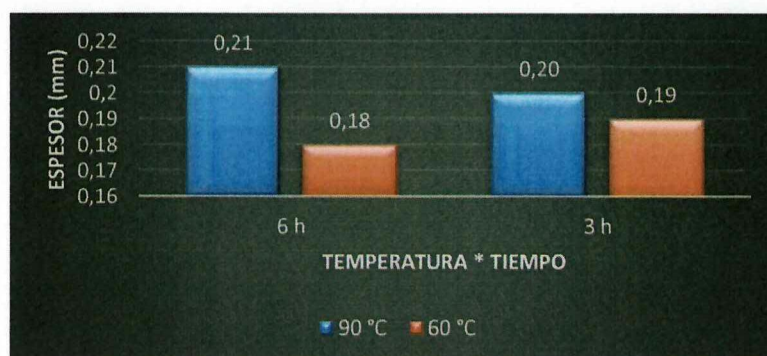
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°22

Con el resultado obtenido en la tabla N°22, se concluye que la mejor interacción en el factor B y C para el atributo de espesor, es el nivel  $b_2$  y  $c_2$  con un valor de 0,21 es decir con un espesor alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la temperatura de 90 °C y tiempo de cocción de 6 h es óptima para la elaboración de papel ecológico, con un espesor alto a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la diferencia entre los factores evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°12:** Comparación de espesor (mm) entre la temperatura y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°12

Se observa en el gráfico N°12, se puede observar que la mejor interacción corresponde a un valor de 0,21 que se encuentra en un espesor alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es con una temperatura de 90 °C y con un tiempo de 6 h, dando como resultado un espesor alto para así obtener el mejor nivel del factor B y C, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

### Variable absorción de agua

**Tabla N°23:** ADEVA de la variable absorción de agua

F.V.	S.C	G.L	C.M	F calculado	P-probabilidad	F crítico
Repetición	11,5091	1	11,5091	4,2047	0,05 < 0,0795	5,5914ns.
M.O	5415,8561	1	5415,8561	1978,6124	0,05 > 0,0001	5,5914**
°T	287,0483	1	287,0483	104,8694	0,05 > 0,0001	5,5914**
T	27,6413	1	27,6413	10,0984	0,05 > 0,0155	5,5914*
M.O*°T	22,4913	1	22,4913	8,2169	0,05 > 0,0241	5,5914*
M.O*T	17,9988	1	17,9988	6,5756	0,05 > 0,0373	5,5914*
T*°T	43,4611	1	43,4611	15,8779	0,05 > 0,0053	5,5914**
M.O*°T*T	123,0436	1	123,0436	44,9524	0,05 > 0,0003	5,5914**
Error	19,1604	7	2,7372			
Total	5968,2098	15				

C.V (%) 5,0367

\*significativo      \*\* altamente significativo      C.V. (%). Coeficiente de variación      P.S: Parámetros de secado  
 ns: No significativo      F.V: fuente de varianza      S.C: suma de cuadrados      G.L: grados de libertad  
 C.M: cuadrado medio      M.O: Materia orgánica      °T: Temperatura      T: Tiempo

### Análisis e interpretación de la tabla N°23

En los datos obtenidos en la tabla N°23, en el análisis de varianza de la absorción de agua se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere a la absorción de agua por tal razón es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. Además, se puede constatar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 5,0367 van a ser diferentes y el 94,9633 de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la absorción de agua, por lo cual se refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que en la elaboración del papel ecológico tomando en cuenta las variables como materia orgánica (bovino y cobayo), temperatura de cocción (60 °C y 90 °C) y tiempo de cocción (3 h y 6 h); las variables respectivas, si influye sobre la variable de absorción de agua en la elaboración de papel ecológico, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

**Tabla N°24:** Prueba tukey materia orgánica vs absorción de agua

Materia orgánica	Medias	Grupos homogéneos
Bovino	51,25	A
Cobayo	14,45	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### **Análisis e interpretación de la tabla N°24**

Con el resultado obtenido en la tabla N°24, se concluye que el mejor nivel del factor A para el atributo de absorción de agua, es el nivel  $a_1$  con un valor de 51,25 es decir con una absorción de agua bajo perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de la especie bovino es óptima para la elaboración de papel ecológico, con una absorción de agua bajo a comparación del cobayo, como también es perceptible observar la diferencia entre los niveles evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°13:** Comparación de absorción de agua (s) entre la materia orgánica, en el papel de bovino y papel de cobayo.



**Elaborado por:** Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°13

Se observa en el gráfico N°13, se puede observar la mejor materia orgánica es de bovino que corresponde a un valor de 51,25 que se encuentra en una absorción de agua bajo de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la materia orgánica de bovino tiene mejor concentración de materia orgánica, dando como resultado una absorción de agua bajo para así obtener el mejor nivel del factor A, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°25:** Prueba tukey temperatura vs absorción de agua

Temperatura	Medias	Grupos homogéneos
60 °C	37,08	A
90 °C	28,61	B

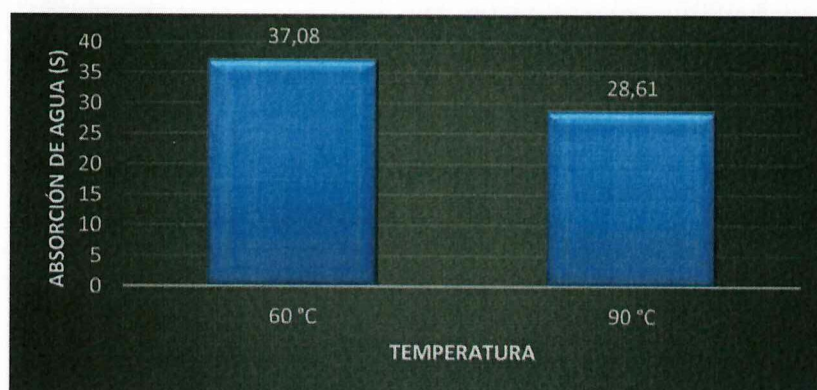
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°25

Con el resultado obtenido en la tabla N°25, se concluye que el mejor nivel del factor B para el atributo absorción de agua, es el nivel  $b_1$  con un valor de 37,08 es decir con una absorción de agua bajo perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la temperatura de 60 °C es óptima para la elaboración de papel ecológico, con una absorción de agua baja a comparación de la temperatura de 90 °C, como también es perceptible observar la diferencia entre los niveles evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°14:** Comparación de absorción de agua (s) entre la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo.



**Elaborado por:** Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°14

Se observa en el gráfico N°14, se puede observar la mejor temperatura de cocción que corresponde a un valor 37.08 que se encuentra en una absorción de agua baja de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la temperatura de cocción idónea es de 60 °C, dando como resultado una absorción de agua baja para así obtener el mejor nivel del factor B, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°26:** Prueba tukey tiempo vs absorción de agua

Tiempo	Medias	Grupos homogéneos
3 h	34,16	A
6 h	31,53	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°26

Con el resultado obtenido en la tabla N°26, se concluye que el mejor nivel del factor C para el atributo de absorción de agua, es el nivel  $c_1$  con un valor de 34,16 es decir con una absorción de agua baja perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que el tiempo de cocción de 3 h es óptimo para la elaboración de papel ecológico, con una absorción de agua baja a comparación del tiempo de 6 h, como también es perceptible observar la diferencia entre los niveles evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°15:** Comparación de absorción de agua (s) entre el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo.



**Elaborado por:** Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°15

Se observa en el gráfico N°15, se puede observar el mejor tiempo de cocción que corresponde a un valor de 34,16 que se encuentra en una absorción de agua baja de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que el tiempo de cocción idónea es de 3 h, dando como resultado una absorción de agua baja para así obtener el mejor nivel del factor C, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°27:** Prueba tukey materia orgánica\*temperatura vs absorción de agua

Materia orgánica	Temperatura	Medias	Grupos homogéneos
Bovino	60 °C	56,67	A
Bovino	90 °C	45,83	B
Cobayo	60 °C	17,50	C
Cobayo	90 °C	11,40	D

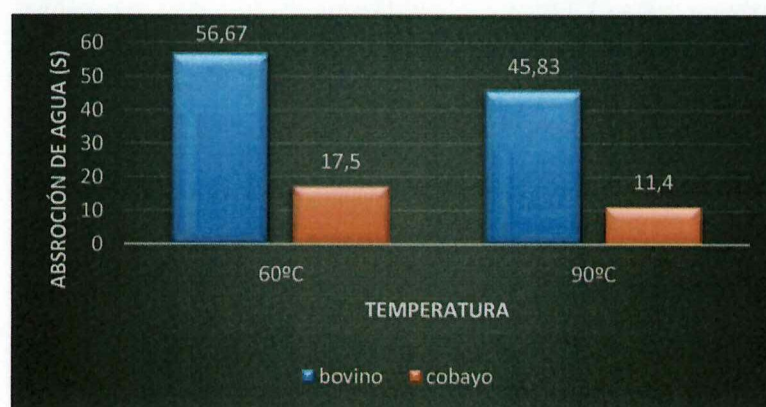
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°27

Con el resultado obtenido en la tabla N°27, se concluye que la mejor interacción es el factor A y B para el atributo de absorción de agua, es el nivel  $a_1$  y  $b_1$  con un valor de 56,67 es decir con una absorción de agua baja perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de bovino y temperatura de cocción a 60 °C es óptima para la elaboración de papel ecológico, con una absorción de agua baja a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la diferencia entre los factores evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°16:** Comparación de absorción de agua (s) entre la materia orgánica y la temperatura, en el papel de bovino y papel de cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°16

Se observa en el gráfico N°16, se puede observar que la mejor interacción corresponde a un valor de 56,67 que se encuentra en una absorción de agua baja de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es de bovino con una temperatura de 60 °C, dando como resultado una absorción de agua baja para así obtener el mejor nivel del factor A y B, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística

**Tabla N°28:** Prueba tukey materia orgánica\*temperatura vs absorción de agua

Materia orgánica	Tiempo	Medias	Grupos homogéneos
Bovino	3 h	51,50	A
Bovino	6 h	50,99	A
Cobayo	3 h	16,83	B
Cobayo	6 h	12,08	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

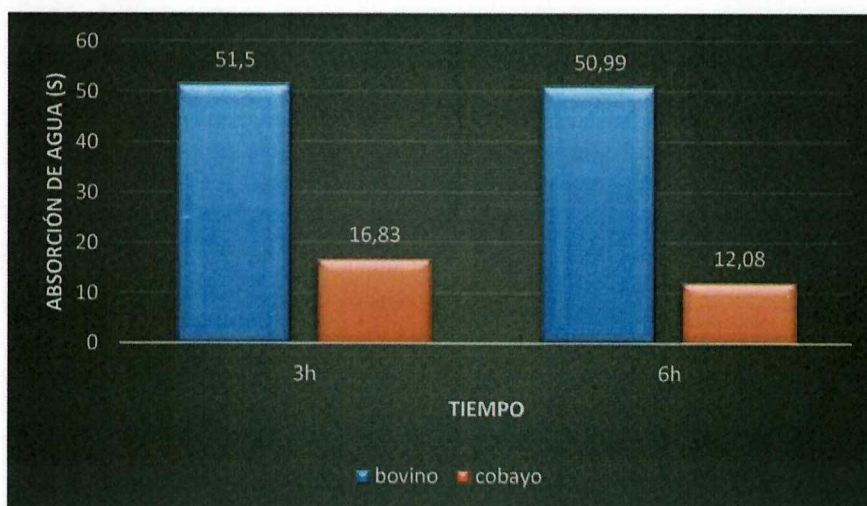
### Análisis e interpretación de la tabla N°28

Con el resultado obtenido en la tabla N°28, se concluye que la mejor interacción en el factor A y C para el atributo de espesor, es el nivel a<sub>1</sub> y c<sub>1</sub> con un valor de 51,50 es decir con una absorción de agua baja, perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de bovino y tiempo de cocción de 3 h es óptima para la elaboración de papel ecológico, con una absorción de agua baja a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la

diferencia entre los factores evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°17:** Comparación de absorción de agua (s) entre la materia orgánica y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°17

Se observa en el gráfico N°17, se puede observar que la mejor interacción corresponde a un valor de 51,50 que se encuentra en una absorción de agua baja de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es de bovino con un tiempo de 3 h, dando como resultado una absorción de agua baja para así obtener el mejor nivel del factor A y C, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°29:** Prueba tukey temperatura\*tiempo vs absorción de agua

Temperatura	Tiempo	Medias	Grupos homogéneos
60 °c	6 h	37,42	A
60 °c	3 h	36,75	A
90 °c	3 h	31,58	B
90 °c	6 h	25,65	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°29

Con el resultado obtenido en la tabla N°29, se concluye que la mejor interacción en el factor B y C para el atributo de absorción de agua, es el nivel  $b_1$  y  $c_2$  con un valor de 37,42 es decir con una absorción de agua baja perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la temperatura de 60 °C y tiempo de cocción de 6 h es óptima para la elaboración de papel ecológico, con una absorción de agua baja a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la diferencia entre los factores evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°18:** Te Comparación de absorción de agua (s) entre la temperatura y el tiempo, en el papel de bovino y papel de cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°18

Se observa en el gráfico N°18, se puede observar que la mejor interacción corresponde a un valor de 37,42 que se encuentra en una absorción de agua baja de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es con una temperatura de 60 °C y con un tiempo de 6 h, dando como resultado una absorción de agua baja para así obtener el mejor nivel del factor B y C, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°30:** Prueba tukey materia orgánica\*temperatura \*tiempo vs absorción de agua

Materia orgánica	Temperatura	Tiempo	Medias	Grupos homogéneos		
Bovino	60 °C	6 h	60,84	A	B	B
Bovino	60 °C	3 h	52,50			
Bovino	90 °C	3 h	50,50	C	D	E
Bovino	90 °C	6 h	41,15			
Cobayo	60 °C	3 h	21,00	E	E	E
Cobayo	60 °C	6 h	14,00			
Cobayo	90 °C	3 h	12,65	E	E	E
Cobayo	90 °C	6 h	10,15			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

### Análisis e interpretación de la tabla N°30

Con el resultado obtenido en la tabla N°30, se concluye que la mejor interacción es el factor A, B y C para el atributo de absorción de agua, es el nivel  $a_1$ ,  $b_1$  y  $c_2$  con un valor de 60,84 es decir con una absorción de agua baja perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la materia orgánica de bovino, la temperatura de 60 °C y tiempo de cocción de 6 h es óptimo para la elaboración de papel ecológico, con una absorción de agua baja a comparación del resto de interacciones, como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

**Gráfico N°19:** Comparación de absorción de agua (s) entre materia orgánica, temperatura y tiempo papel de bovino y cobayo.



Elaborado por: Autor de la investigación

### Análisis e interpretación del gráfico N°19

Se observa en el gráfico N°19, se puede observar que la mejor interacción corresponde al tratamiento  $t_2$  ( $a_1b_1c_2$ ) con un valor de 60,84 que se encuentra en una absorción de agua baja de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que la mejor interacción es de bovino con una temperatura de 60°C y un tiempo de 6 h, dando como resultado una absorción de agua baja para así obtener el mejor tratamiento, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

**Tabla N°31:** Comparación del gramaje en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft - bovino

TRATAMIENTO	GRAMAJE g/m <sup>2</sup>	MIN-MAX 127-146-161
T1 Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 3 horas	136,3 g/ m <sup>2</sup>	Cumple
T2 Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 6 horas	130,9 g/ m <sup>2</sup>	Cumple
T3 Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 3 horas	136,3 g/ m <sup>2</sup>	Cumple
T4 Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 6 horas	133,4 g/ m <sup>2</sup>	Cumple

Elaborado por: Autor de la investigación

**Tabla N°32:** Comparación del gramaje en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – cobayo

TRATAMIENTO	GRAMAJE g/m <sup>2</sup>	MIN-MAX 127-146-161
T5 Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 3 horas	117,1 g/m <sup>2</sup>	No cumple
T6 Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 6 horas	121,2 g/ m <sup>2</sup>	No cumple
T7 Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 3 horas	126,8 g/m <sup>2</sup>	No cumple
T8 Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 6 horas	128,4 g/m <sup>2</sup>	Cumple

Elaborado por: Autor de la investigación

El papel ecológico artesanal se acató a la normativa INEN 1429 que nos da rangos de mínimo y máximo (127 – 146 – 161), fragmentando los entandares de los 2 tipos de papel ecológico artesanal facilitándonos el resultado de los tratamientos t1=136,3 gr/m<sup>2</sup>, t2= 139,9 gr/m<sup>2</sup>, t3= 136,3 gr/m<sup>2</sup>, t4= 133,4 gr/m<sup>2</sup>, t8= 128,4 gr/m<sup>2</sup>. Así mismo un papel ecológico artesanal con un bajo gramaje (peso) t5= 117,1 gr/m<sup>2</sup>, t6= 121,2 gr/m<sup>2</sup>, t7= 126.8 gr/m<sup>2</sup>, siendo estos tratamientos los que no cumplen con los entandares de la normativa.

**Tabla N°33:** Comparación del espesor en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – bovino

TRATAMIENTO	ESPESOR	MIN - MAX	MIN - MAX	MIN - MAX
		0,20 mm - 0,25mm	0,25 mm - 0,28 mm	0,28 mm - 0,30 mm
T1 Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 3 horas	0,19666667 mm	No Cumple	No cumple	No cumple
T2 Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 6 horas	0,22 mm	Cumple		
T3 Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 3 horas	0,2 mm	Cumple		
T4 Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 6 horas	0,23 mm	Cumple		

**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Tabla N°34:** Comparación del espesor en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – cobayo

TRATAMIENTO	ESPESOR	MIN - MAX	MIN - MAX	MIN - MAX
		0,20 mm - 0,25mm	0,25 mm - 0,28 mm	0,28 mm - 0,30 mm
T5 Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 3 horas	0,18 mm	No cumple	No cumple	No cumple
T6 Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 6 horas	0,15 mm	No Cumple	No cumple	No cumple
T7 Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 3 horas	0,20 mm	Cumple		
T8 Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 6 horas	0,19 mm	No Cumple	No cumple	No cumple

**Elaborado por:** Autor de la investigación

### Discusión:

El papel ecológico artesanal que se obtuvo se acató a la normativa INEN 1429 que nos marcan mínimos y máximos (0,20 - 0,25 / 0,25 - 0,28 / 0,28 - 0,30), estos están divididos en tres estándares del papel. Los cuales nos dieron como resultados  $t_2 = 0.22$  mm  $t_3 = 0.2$  mm  $t_4 = 0.23$  mm  $t_7 = 0.20$  mm pertenecen al primer tipo de papel kraft (0,20 - 0,25), no se evidencio que salieran tipos de papel ecológico artesanal del segundo y tercer tipo de papel kraft. Por último, se obtuvieron los tratamientos  $t_1$   $t_5$   $t_6$   $t_8$  que no cumplen con el rango de espesor de la normativa, siendo esto papeles menos gruesos.

**Tabla N°35:** Comparación de absorción de agua en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – bovino

TRATAMIENTO	ABSORCIÓN DE AGUA	MIN-MAX 50 s -100 s
T1 Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 3 horas	55 s	Cumple
T2 Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 6 horas	62,6 s	Cumple
T3 Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 3 horas	52 s	Cumple
T4 Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 6 horas	42,3 s	No Cumple

**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Tabla N°36:** Comparación de absorción de agua en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – cobayo

TRATAMIENTO	ABSORCIÓN DE AGUA (S)	MIN-MAX 50 s -100 s
T5 Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 3 horas	20 s	No Cumple
T6 Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 6 horas	15 s	No Cumple
T7 Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 3 horas	12,3 s	No cumple
T8 Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 6 horas	10,3 s	No Cumple

**Elaborado por:** Autor de la investigación

### Discusión:

El papel que se obtuvo se acató a la normativa INEN 1429 de absorción de agua que nos da rangos mínimos y máximos (50 s– 100 s), estos rangos se miden en unidades de segundos, por lo que los tratamientos que se ajustaron a la norma son  $t_1 = 55$  s,  $t_2 = 62,6$  s,  $t_3 = 52$  s, se obtuvo también tratamientos con rangos bajos en absorción de agua los cuales no cumple con la normativa estos tienden a absorber en menor tiempo el agua y son los tratamientos  $t_4 = 42,3$  s,  $t_5 = 20$  s,  $t_6 = 15$  s,  $t_7 = 12,3$  s,  $t_8 = 10,3$  s.

**Tabla N°37:** Comparación de la humedad en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – bovino

TRATAMIENTO	HUMEDAD (%)	MIN-MAX 7.5% – 8.5%
T1 Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 3 horas	18 %	No Cumple
T2 Materia orgánica bovino, 60°C de cocción, por 6 horas	21 %	No Cumple
T3 Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 3 horas	22 %	No Cumple
T4 Materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 6 horas	35 %	No cumple

Elaborado por: Autor de la investigación

**Tabla N°38:** Comparación de la humedad en base a la NTE INEN 1429 para papel Kraft – bovino

TRATAMIENTO	HUMEDAD	MIN-MAX 7.5% – 8.5%
T5 Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 3 horas	24 %	No Cumple
T6 Materia orgánica cobayo, 60°C de cocción, por 6 horas	48 %	No cumple
T7 Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 3 horas	11 %	No Cumple
T8 Materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 6 horas	28 %	No Cumple

Elaborado por: Autor de la investigación

### Discusión:

El papel ecológico artesanal que se obtuvo se acató a la NTE INEN de la humedad del papel Kraft siendo este un rango de Mínimo y Máximo (7 % – 8.5 %), teniendo como resultado que todos los tratamientos no cumplen, por lo cual estos no son válidos para la normativa, haciendo que estos tratamientos sean quebradizos.

### Análisis físico del mejor tratamiento del bovino

#### Tratamiento N°3

Papel elaborado con: 1 lb materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 3 horas

- Tiempo de cocción: 3 horas
- Temperatura: 90°C

- Tiempo de humectación: 5 horas
- Tiempo de prensado: 12 horas
- Temperatura de secado: 22°C
- Tiempo de secado: 8 horas

**Tabla N°39:** Análisis físico del tratamiento 3

<b>TRATAMIENTO 3</b>			
<b>Gramaje</b>	<b>Espesor</b>	<b>Absorción de agua</b>	<b>Humedad</b>
136.3 g/m <sup>2</sup>	0.2 mm	52 s	22 %

**Elaborado por:** Autor de la investigación

### **Análisis físico del mejor tratamiento del cobayo**

#### **Tratamiento N°8**

Papel elaborado con: 1 lb materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 6 horas

- Tiempo de cocción: 6 horas
- Temperatura: 90°C
- Tiempo de humectación: 5 horas
- Tiempo de prensado: 12 horas
- Temperatura de secado: 22°C
- Tiempo de secado: 8 horas

**Tabla N°40:** Análisis físico del tratamiento 8

<b>TRATAMIENTO 8</b>			
<b>Gramaje</b>	<b>Espesor</b>	<b>Absorción de agua</b>	<b>Humedad</b>
128.4 g/m <sup>2</sup>	0.19 mm	10.3 s	28 %

**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Tabla N°41:** Comparación de los tratamientos

TRATAMIENTOS	TRATAMIENTO 3	TRATAMIENTO 8
Gramaje	136.3 g/m <sup>2</sup>	128.4 g/m <sup>2</sup>
Espesor	0.2 mm	0.19 mm
Absorción de agua	52 s	10.3 s
Humedad	22 %	28 %

Elaborado por: Autor de la investigación

### **Análisis microbiológico del mejor tratamiento del bovino**

#### **Tratamiento N°3**

Papel elaborado con: 1 lb materia orgánica bovino, 90°C de cocción, por 3 horas

- Tiempo de cocción: 3 horas
- Temperatura: 90°C
- Tiempo de humectación: 5 horas
- Tiempo de prensado: 12 horas
- Temperatura de secado: 22°C
- Tiempo de secado: 8 horas

**Tabla N°42:** Análisis microbiológico del papel ecológico artesanal del bovino.

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
<b>Recuento de coliformes totales</b>	Ufg/g	2.9x10 <sup>6</sup>	Recuento en placa
<b>Escherichia coli (recuento)</b>	Ufg/g	3.6x10 <sup>4</sup>	Recuento en placa

Elaborado por: Autor de la investigación

### **Análisis microbiológico del mejor tratamiento del cobayo**

#### **Tratamiento N°8**

Papel elaborado con: 1 lb materia orgánica cobayo, 90°C de cocción, por 6 horas

- Tiempo de cocción: 6 horas
- Temperatura: 90°C
- Tiempo de humectación: 5 horas

- Tiempo de prensado: 12 horas
- Temperatura de secado: 22°C
- Tiempo de secado: 8 horas

**Tabla N°43:** Análisis microbiológico del papel ecológico artesanal del cobayo

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento de coliformes totales	Ufg/g	$1.1 \times 10^6$	Recuento en placa
<i>Escherichia coli</i> (recuento)	Ufg/g	$1.2 \times 10^2$	Recuento en placa

Elaborado por: Autor de la investigación

#### Discusión:

En los análisis microbiológicos del tratamiento 3 de bovino y tratamiento 8 cobayo, muestra que el papel ecológico artesanal contiene cantidades de carga microbiana, la misma que puede alterar el producto final, en el proceso de manipulación.

En este tipo de papel, la microbiología debe estar ausente, a pesar de aquello se puede notar que en los resultados que se obtuvieron no son favorables, ya que si existe la manipulación puede ocasionar infecciones en el ser humano.

Este tipo papel ecológico artesanal no tiene norma técnica en la cual se pueda comparar, pero mediante investigaciones, debe presentar ausencia de microbiología, para obtener un buen resultado de microbiología se debe blanquear ya que este proceso ayuda a eliminar la carga microbiana.

#### Análisis económico del papel ecológico artesanal del bovino

**Tabla N°44:** Costo de producción

##### COSTOS VARIABLES

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CANTIDAD TOTAL
Materia orgánica del Bovino	Obtención de celulosa vegetal	1 lb	0.25
Hidróxido de sodio	Componente químico	22.7 gr	0.19
Carbonato de calcio	Componente químico	22.7 gr	0.13
Total			0.57

Elaborado por: Autor de la investigación

**COSTOS FIJOS****Mano de obra**

Sueldo básico: 394 \$

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

$$394/30 = 13.13$$

$13.13/24 = 0.54$  ctv., costo de la hora de trabajo.

Horas empleadas en la elaboración del papel ecológico artesanal 18 horas

Mano de obra: horas empleadas para la elaboración \* costo por horas de trabajo

$$\text{Mano de obra: } 18 * 0.54 = 9.72 \text{ \$}$$

**Agua**

Costo del agua: 0.80 ctv. Los 1000 lt

Litros utilizados en el proceso de elaboración de papel ecológico artesanal = 20 lt

$$0.80 \text{ ctv.} \quad 1000 \text{ lt}$$

$$X \quad 20 \text{ lt}$$

$$X = 0.01 \text{ ctv.}$$

**Tabla N°45:** Depreciación de maquinaria

<b>Maquinaria</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Total</b>	<b>1 año</b>	<b>1 mes</b>	<b>1 día</b>
Balanza	1	10 \$	10 \$	10 \$	0.83 \$	0.02 \$
Cocina	1	60 \$	40 \$	40 \$	3.3 \$	0.11 \$
Prensadora	1	100 \$	100 \$	100 \$	8.3 \$	0.26 \$
Molino	1	50 \$	30 \$	30 \$	2.5 \$	0.08 \$
Termómetro	1	25 \$	15 \$	15 \$	1.25 \$0	0.04 \$
Tanque de gas	1	2.5 \$	2.5 \$	2.5 \$	0.20 \$	0.6 \$
Total						0.57 cvt

**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Tabla N°46:** Costos fijos

DETALLE	VALOR TOTAL
Mano de obra	9.72 \$
Agua	0.01 \$
Depreciación de maquinaria	0.57 \$
Total	10.3 \$

**Elaborado por:** Autor de la investigación

Costos totales = costos fijos + costos variables

Costos totales = 10.3 \$ + 0.57 \$

Costos totales = 10.87 \$

El costo total es de 10, 87 \$ por 225.4 g de celulosa, que esto será 20 hojas de papel ecológico artesanal cada hoja con un peso de 10.5 g, también simboliza la inversión de materia prima, materia y mano de obra, utilizada en el proceso de obtención de papel ecológico artesanal del bovino.

## **11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

### **Impactos técnicos**

El impacto es positivo ya que hemos logrado obtener un producto que en su estado actual puede ser empleado como material para diversas áreas ya sean educativas, artísticas o comerciales., y, basándose en el resultado final de esta investigación se puede optimizar el producto para industrializarlo y ser un óptimo remplazante del papel habitual.

### **Impactos sociales**

El impacto social es positivo en vista de que la elaboración de papel ecológico artesanal, constituye una alternativa para el sector agrícola, pudiendo así aprovechar todos los recursos, existentes y darle un valor agregado a materia prima que está en desuso.

### **Impactos ambientales**

El impacto ambiental producido por la elaboración de este producto es mínimo, a comparación de las grandes industrias papeleras, ya que el único químico utilizado en el proceso es el hidróxido de sodio, el mismo que sirve para la separación de la lignina de

la celulosa., de esta forma hemos encontrado una alternativa de elaboración de papel mas amigable con el medio ambiente.

### Impactos económicos

El impacto económico es positivo ya que la elaboración del papel ecológico artesanal constituye una alternativa sustentable de desarrollo económico para las comunidades, las mismas que con buenas políticas gubernamentales se pueden constituir en proyecto de desarrollo social, económico, que frene el éxodo de campesinos a las ciudades y se constituya en una alternativa de retorno para quienes ya abandonaron sus tierras, garantizando un equilibrio económico social.

## 12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla N°47: Presupuesto

RECURSOS HUMANOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tutor	1	–	–	–
Lectores	3	–	–	–
Postulante	1	–	–	–
<b>Equipos</b>				
Prensadora	1	–	\$ 100	\$ 100
Molino	1	–	\$ 50	\$ 50
Marco con malla	1	–	\$ 20	\$ 20
Contra marco	1	–	\$ 20	\$ 20
Cocina industrial	1	–	\$ 60	\$ 60
Balanza analítica	1	Gr	\$ 30	\$ 30
Termómetros	1	°C	\$ 25	\$ 25
<b>Subtotal</b>				\$ 305
<b>Materiales / suministros</b>				
Ollas	3	–	\$ 20	\$ 60
Cucharas	4	–	\$ 0.75	\$ 3

Tela lienzo	2	–	\$ 2	\$ 4
Baldes	2	–	\$ 8	\$ 16
Colador	2	–	\$ 1.50	\$ 3
Vasos de precipitación	2	–	\$ 2	\$ 4
Gas	1	–	\$ 2.50	\$ 2.50
Mesa de trabajo	1	–	\$ 50	\$ 50
<b>Subtotal</b>				\$ 142.50
<b>Compuestos químicos</b>				
Hidróxido de sodio	5	Lb	\$ 2.00	\$ 10
Carbonato de calcio	10	Lb	\$ 0.25	\$ 2.50
<b>Subtotal</b>				\$ 12.50
<b>Materia prima</b>				
Excremento bovino	25	Lb	\$ 0.25	\$ 6.25
Excremento cobayo	25	Lb	\$ 0.50	\$ 12.50
<b>Subtotal</b>				\$ 18.75
<b>Material de oficina</b>				
Internet	70	Horas	\$ 0.60	\$ 42
fotocopias	250	–	\$ 0.3	\$ 7.50
Anillados	6	–	\$ 2.50	\$ 15
Cuadernos	1	–	\$ 1,80	\$ 1.80
Impresiones	250	–	\$ 0.10	\$ 25
Esferos	2	–	\$ 0.35	\$ 0.70
Papel boom	500	–	\$ 0.2	\$ 10
Transporte	150	–	\$ 0.50	\$ 75
<b>Subtotal</b>				\$ 177
<b>Análisis de laboratorio</b>				
Físicos	1	ph, humedad, espesor, gramaje.	\$ 150	\$ 150

Microbiológicos	1	Ufc	\$ 200	\$ 200
<b>Subtotal</b>				\$ 350
Total				\$ 1.005,75
Imprevistos al 15%				\$ 150,86
				\$ 1.156,61

Elaborado por: Autor de la investigación

### 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones:

- Se desarrolló una metodología que cumpla con el proceso de obtención de papel ecológico artesanal, en el cual se puede observar que mediante los diferentes procesos de transformación se logró obtener papel ecológico artesanal, que es económica, sustentable, amigable con el medio ambiente.
- Realizando análisis físicos, gramaje, espesor, humedad y absorción de agua, según la NTE INEN 1429, se identifica que, en los dos mejores tratamientos establecidos, t3 (materia orgánica del bovino, temperatura de 90°C de cocino, tiempo de 3 horas) con un gramaje de 136.3 gr/m<sup>2</sup>; espesor de 0.2 mm; absorción de agua de 52 s; humedad de 22 % y t8 (materia orgánica del cobayo, temperatura de 90°C de cocción, tiempo de 6 horas) con un gramaje de 128.4 gr/m<sup>2</sup>; espesor de 0.19 mm; absorción de agua de 10.3 s; humedad de 28 %. La misma que a temperaturas y tiempos, estas ablandan más la fibra vegetal.
- En los tratamientos microbiológicos se observó que el papel ecológico artesanal si tiene de microorganismos presentes en el papel, significa que el proceso de obtención de papel ecológico artesanal, no llegó a eliminar microorganismos, los mismo que se hicieron los análisis microbiológicos como recuento de coliformes totales y recuento de E. coli, de los dos mejores tratamientos fueron: t3= bobino: con un recuento de coliformes totales de UFC/g  $2.9 \times 10^6$  y un recuento de E.coli totales de UFC/g  $3.6 \times 10^4$  ; t8= cobayo: con un recuento de coliformes totales de UFC/g  $1.1 \times 10^6$  y un recuento de E.coli totales de UFC/g  $1.2 \times 10^2$ , dándonos como resultado que el papel ecológico artesanal si tiene presencia de microorganismos.
- La elaboración del papel tiene un valor de 10.87 diez dólares con ochenta y siete ctvs, por una cantidad de 225.4 g de celulosa vegetal la misma que elaborando

tendríamos 20 hojas de papel ecológico artesanal, cada una con un peso de 10.5 g, lo que costaría el precio de cada hoja a 0.54 ctvs, dependiendo de la forma y tamaño que se pretenda obtener; tomando en cuenta que este valor disminuirá radicalmente en su industrialización, ya que aquí consta la mano de obra, que será la misma por la producción de 10 hojas o de 1000 hojas.

#### **Recomendaciones:**

- Se recomienda seguir con la investigación para el mejoramiento del papel ecológico artesanal, usando como variables aglutinantes y blanqueadores para obtener un producto que tenga mayor aceptación en el mercado.
- Se aconseja utilizar el agua empleada en el lavado de la materia orgánica, como fertilizante ya que contiene muchos nutrientes que beneficiarán el cultivo de todo producto agrícola.
- Se recomienda realizar convenios con las comunidades, para que la materia prima a utilizarse en la elaboración de papel ecológico constituya un equilibrio económico, social y ambiental.
- En el proceso de lavado de la materia orgánica se puede extraer por una parte biolíquido con el cual se puede utilizar como abono orgánico y por otra parte la celulosa vegetal, siendo esto una nueva estrategia de aprovechamiento al 100% de la materia orgánica.

## **14. BIBLIOGRAFÍA**

### **Libro**

- Arellano, L., Cruz Rosales, M., & Huerta, C. (2014). El Estiércol: material de desecho, de provecho y algo más. I. d. EA México, Ed., Primera Edición ed, 21-35.
- Díaz, Macías., María Dolores., Ana María Herrero. (2009). El papel en los archivos, Ediciones Trea. ProQuest Ebook Central. Disponible en:  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/detail.action?docID=4536520>.

- Domínguez, J. M. (2003). Efecto de los productos de degradación originados en la explosión por vapor de biomasa de chopo sobre "Kluyveromyces marxianus". CIEMAT. Disponible en:  
<http://biblioteca.ucm.es/tesis/bio/ucm-t26833.pdf>
- Fernández, Rocío. (2020). Ecología para la agricultura, Mundi, Prensa. ProQuest Ebook Central, disponible en:  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/detail.action?docID=3175776>.
- Ovando, Chacón, S. L., y K. N. Waliszewski. (2009). Preparativos de celulosas comerciales y aplicaciones en procesos extractivos, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ProQuest Ebook Central, disponible en:  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/detail.action?docID=3179172>.
- Torre, Mayra. (2005). La utilización de los recursos celulósicos en la alimentación animal, Instituto Politécnico Nacional. ProQuest Ebook Central. Disponible en:  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/detail.action?docID=3192066>.

## Tesis

- Fuentes Medina, M. E., Leon Nieto, C. M., & Paredes, R. (2012). Diseño de un proceso para la fabricación de papel reciclado ecológico a escala laboratorio usando peróxido de hidrógeno (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena). Disponible en:  
<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/112/1/TESIS%20DE%20GRADO.pdf>
- Macarrón, Larumbe, R. (1992). Purificación y caracterización de endoglucanasa III de Trichoderma reesei QM9414. Disponible en:  
<http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/X/3/X3009401.pdf>

**Artículo científico**

- Parra Negrete, Luis Antonio, Villar Quiñones, Pedro del, Prieto Rodríguez, Antonio. (2010). Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías. Acta Universitaria. Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41618860011&gt>
- Martínez, P. E. P. (2014). Biomasa residual vegetal: tecnologías de transformación y estado actual. *Innovaciencia*, 2(1), 45-52.

<http://revistas.udes.edu.co/site/index.php/innovaciencia/article/view/255>

**ANEXOS**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

## CENTRO DE IDIOMAS

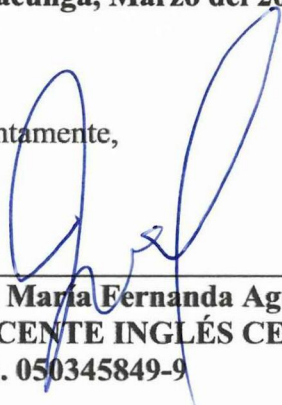
### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la Facultad de **CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES** – Sr. **CASTILLO TIGSELEMA VICTOR GABRIEL**, cuyo título versa “**ELABORACIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO ARTESANAL A BASE DE LA MATERIA ORGÁNICA DE LOS ANIMALES HERBÍVOROS (BOVINO Y COBAYO)**”, 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 estimare conveniente.

**Latacunga, Marzo del 2019**

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
**Lic. Maria Fernanda Aguaiza**  
**DOCENTE INGLÉS CENTRO IDIOMAS**  
**C.C. 050345849-9**



**Anexo N°1: HOJA DE VIDA DE LA TUTORA****DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: Arias Palma

NOMBRES: Gabriela Beatriz

ESTADO CIVIL: Casada

CEDULA DE CIUDADANIA: 1714592746



LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Quito, 3 de junio de 1983

DIRECCION DOMICILIARIA: Cdla. Tiobamba. Panamericana sur km 3,5

TELEFONO CONVENCIONAL: 032223322 TELEFONO CELULAR: 0984705462

CORREO ELECTRONICO: gabriela.arias@utc.edu.ec / gameli83@hotmail.com

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: Wladimir Yánez 0987114225

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

<b>NIVEL</b>	<b>TITULO OBTENIDO</b>	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA</b>	<b>FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT</b>	<b>CODIGO DEL REGISTRO SENESCYT</b>
TERCER	INGENIERA AGROINDUSTRIAL	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	26-05-2009	1001-09-919392
CUARTO	DIPLOMADO SUPERIOR EN GESTIÓN PARA EL APRENDIZAJE UNIVERSITARIO	ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO	31-08-2012	1004-12-750886
CUARTO	MAGISTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	31-10-2016	1001-2016-1756024

**HISTORIAL PROFESIONAL**

FACULTAD EN LA QUE LABORA: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

CARRERA A LA QUE PERTENECE: Ingeniería Agroindustrial

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Ingeniería, industria y construcción; Industria y producción

Investigación Operativa, Biotecnología

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 05 de octubre del 2009

.....

Ing. MSc. Arias Palma Gabriela Beatriz

C.I.: 171459274-6

**Anexo N°2 HOJA DE VIDA DEL POSTULANTE****DATOS PERSONALES****Apellidos:** Castillo Tigselema**Nombres:** Víctor Gabriel**Cedula de ciudadanía:** 050324930-2**Lugar y fecha de nacimiento:** Latacunga, 14 de agosto de 1995**Dirección domiciliaria:** Tres de mayo vía al cardón.**Ciudad:** Pujilí**Teléfono celular:** 0982217418**Correo electrónico:** [victor.castillo2@utc.edu.ec](mailto:victor.castillo2@utc.edu.ec)**Familiar:** Rut Mirian Tigselema, 0984220926**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS****FORMACIÓN SECUNDARIA****TÍTULO:** Bachiller Ciencias Generales**TÍTULO:** Agropecuaria Veterinaria**AÑO DE GRADUACIÓN:** Febrero del 2013**INSTITUCIÓN:** Colegio Gnrl Jorge Poveda Zuñiga**FORMACIÓN TERCER NIVEL:**

Cursando el noveno semestre de la carrera Ingeniería Agroindustrial

**INSTITUCIÓN:** Universidad Técnica De Cotopaxi**IDIOMA EXTRANJERO:** Francés**TALLERES Y CURSOS:**

- Seminario internacional de ingeniería, ciencia y tecnología, valido por 40 horas.  
Universidad Técnica De Cotopaxi.
- Seminario de inocuidad de alimentos agroindustriales, valido por 40 horas.  
Universidad Técnica De Cotopaxi.

~~TIGSELEMA~~

-----  
CASTILLO TIGSELEMA VICTOR GABRIEL

**C.C. 050324930-2**

Fotografías

**Fotografías N°1:** Inspección de la materia orgánica del bovino



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°2:** Inspección de la materia orgánica del cobayo



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°3:** Lavado de la materia orgánica del bovino



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°4:** Lavado de la materia orgánica del cobayo



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°5:** Stock térmico de la materia orgánica del bovino



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°6:** Stock térmico de la materia orgánica del cobayo



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°7:** Cocción de la materia orgánica del bovino



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°8:** Cocción de la materia orgánica del cobayo



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°9:** Lavado de la fibra vegetal del bovino



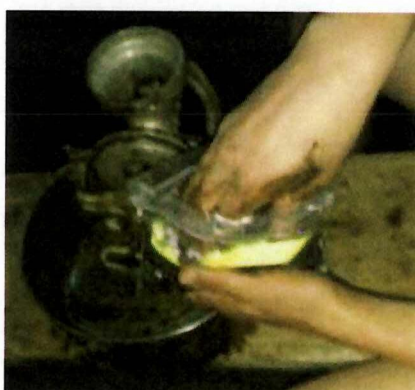
**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°10:** Lavado de la fibra vegetal del cobayo



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°11:** Molido de la fibra vegetal



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°12:** Secado del papel ecológico artesanal del bovino



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°13:** Vista desde un microscopio la celulosa vegetal del bovino



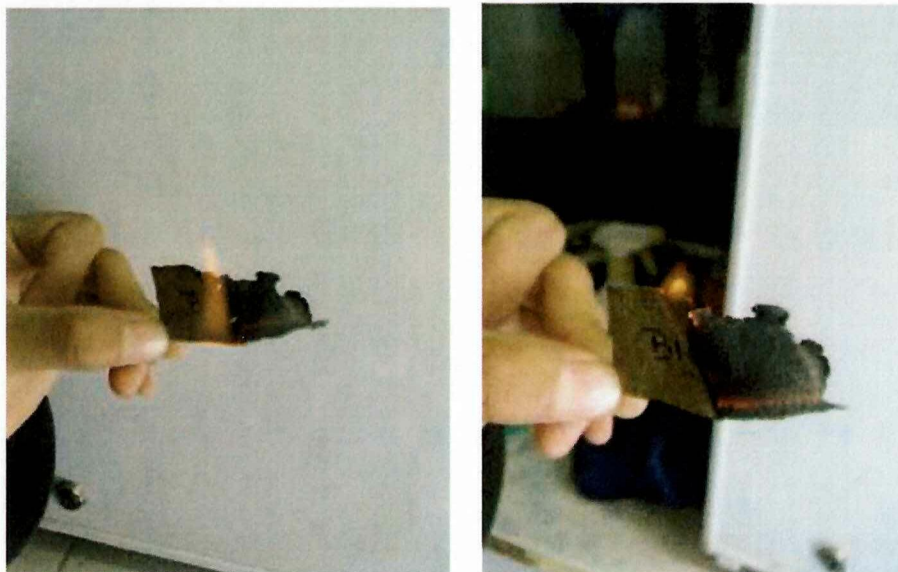
**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°14:** Vista desde un microscopio la celulosa vegetal del cobayo



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografías N°15:** Combustión de papel ecológico artesanal



**Elaborado por:** Autor de la investigación

**Fotografía N°16:** Análisis de humedad de la celulosa vegetal



**Elaborado por:** Autor de la investigación



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 37931  
ORDEN DE TRABAJO No. 60462

SOLICITADO POR:	GASTILLO TIXELEMA VICTOR GABRIEL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	PUJILI
MUESTRA DE:	PAPEL
DESCRIPCIÓN:	PAPEL COBAYO TRATAMIENTO 8
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/01/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	14H01
FECHA DE ANÁLISIS:	22/01/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	25/01/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	CARACTERISTICO
COLOR:	CARACTERISTICO
ESTADO:	SOLIDO
CONTENIDO:	10g
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento de COLIFORMES TOTALES	ufc/g	1.1X10 <sup>7</sup>	RECuento EN PLACA
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/g	1.2X10 <sup>7</sup>	RECuento EN PLACA

DATOS ADICIONALES:  
ufc/g Unidad formadora de colonias por gramo



*E. F. Magaly Chasi*  
E.F. MAGALY CHASI - MsC.  
JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Cordero Sobral - Teléfonos: 2500 260 / 2502 436, ext. 13, 16, 27, 31, 33  
Teléfax: 3216 740 - Web: [www.focquimica.ucel.edu.ec](http://www.focquimica.ucel.edu.ec) - E-mail: [laboratorioosp@ucelmaiz.com](mailto:laboratorioosp@ucelmaiz.com)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 37930  
ORDEN DE TRABAJO No. 60462

SOLICITADO POR	CASTILLO TIXELEMA VICTOR GABRIEL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE	PUJILÍ
MUESTRA DE DESCRIPCIÓN	PAPEL
LOTE	PAPEL COBAYO TRATAMIENTO 7
FECHA DE ELABORACIÓN	---
FECHA DE VENCIMIENTO	---
FECHA DE RECEPCIÓN	---
HORA DE RECEPCIÓN	21/01/2019
FECHA DE ANÁLISIS	14H01
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA	22/01/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	25/01/2019
COLOR	CARACTERÍSTICO
ESTADO	CARACTERÍSTICO
CONTENIDO	SÓLIDO
OBSERVACIONES	10g
MUESTREO POR:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento de COLIFORMES TOTALES	ufc/g	$1.3 \times 10^6$	RECuento EN PLACA
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/g	$2.7 \times 10^2$	RECuento EN PLACA

DATOS ADICIONALES:  
ufc/g Unidad formadora de colonias por gramo



  
B.F. MAGALY CHASI - MsC.  
JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4-1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 37929  
ORDEN DE TRABAJO No. 60462


SOLICITADO POR:	CASTILLO TIXELEMA VICTOR GABRIEL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	PUJILI
MUESTRA DE:	PAPEL
DESCRIPCIÓN:	PAPEL COBAYO TRATAMIENTO 6
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/01/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	14H01
FECHA DE ANÁLISIS:	22/01/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	25/01/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	SOLIDO
CONTENIDO:	10g
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/g	$3.1 \times 10^5$	RECuento EN PLACA
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/g	$1.4 \times 10^3$	RECuento EN PLACA

DATOS ADICIONALES:  
ufc/g Unidad formadora de colonias por gramo



  
B.F. MAGALY CHASI - MsC.  
JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA



6 11

RMI-4.1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA  
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 37928  
 ORDEN DE TRABAJO No. 60462

SOLICITADO POR:	CASTILLO TIXELEMA VICTOR GABRIEL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	PUJILI
MUESTRA DE DESCRIPCIÓN:	PAPEL
LOTE:	PAPEL COBAYO TRATAMIENTO 5
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	---
HORA DE RECEPCIÓN:	21/01/2019
FECHA DE ANÁLISIS:	14H01
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	22/01/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	25/01/2019
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	10g
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/g	4.6x10 <sup>6</sup>	RECuento EN PLACA
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/g	6.8x10 <sup>2</sup>	RECuento EN PLACA

DATOS ADICIONALES:  
 ufc/g Unidad formadora de colonias por gramo



*[Signature]*  
 B.F. MAGALY CHASI - MsC.  
 JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA  
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 37927  
 ORDEN DE TRABAJO No. 60462

SOLICITADO POR:	CASTILLO TIXELEMA VICTOR GABRIEL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	PUJILÍ
MUESTRA DE DESCRIPCIÓN:	PAPEL
LOTE:	PAPEL BOVINO TRATAMIENTO 4
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/01/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	14H01
FECHA DE ANÁLISIS:	22/01/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	25/01/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	CARACTERÍSTICO
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	SÓLIDO
ESTADO:	10g
CONTENIDO:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP
OBSERVACIONES:	
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/g	1.9X10 <sup>6</sup>	RECUENTO EN PLACA
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/g	3.2X10 <sup>5</sup>	RECUENTO EN PLACA

DATOS ADICIONALES:  
 ufc/g Unidad formadora de colonias por gramo



*B.F. Magaly Chasi*  
 B.F. MAGALY CHASI - MsC.  
 JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 37926  
ORDEN DE TRABAJO No. 60462


SOLICITADO POR	CASTILLO TIXELEMA VICTOR GABRIEL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	PUJILI
MUESTRA DE	PAPEL
DESCRIPCIÓN:	PAPEL BOVINO TRATAMIENTO 3
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN	---
FECHA DE VENCIMIENTO	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/01/2019
HORA DE RECEPCIÓN:	14H01
FECHA DE ANÁLISIS:	22/01/2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	25/01/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICO
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	SÓLIDO
ESTADO:	10g
CONTENIDO:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
OBSERVACIONES	EL CLIENTE
MUESTREADO POR:	

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento de COLIFORMES TOTALES	ufcg	$2.9 \times 10^6$	RECuento EN PLACA
<i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufcg	$3.6 \times 10^4$	RECuento EN PLACA

DATOS ADICIONALES:  
ufcg Unidad formadora de colonias por gramo



  
B.F. MAGALY CHASI - MsC.  
JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04