



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

“UTILIZACIÓN DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL *Cannabis sativa* L. EN LA ELABORACIÓN DE HARINA”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA:

JENIFFER JAZMÍN HERRERA REINOSO

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

“UTILIZACIÓN DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL *Cannabis sativa* L. EN LA ELABORACIÓN DE HARINA”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: JENIFFER JAZMÍN HERRERA REINOSO

DIRECTOR: Ing. IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO, MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Jeniffer Jazmín Herrera Reinoso

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jeniffer Jazmín Herrera Reinoso, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 17 de mayo de 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jazmin R.', with a stylized flourish at the end.

Jeniffer Jazmín Herrera Reinoso

172750153-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**UTILIZACIÓN DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL *Cannabis sativa* L. EN LA ELABORACIÓN DE HARINA**”, realizado por la señorita: **JENIFFER JAZMÍN HERRERA REINOSO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Bqf. María Verónica González Cabrera, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



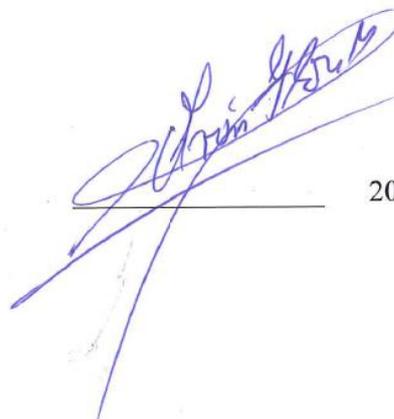
2023-05-17

Ing. Iván Patricio Salgado Tello, MSc.
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-05-17

Ing. César Iván Flores Mancheno, PhD.
**ASESOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023-05-17

DEDICATORIA

Quiero dedicar el resultado de mi trabajo a toda mi familia, a mis padres, Mariana y Wilson ya que de ellos aprendí mis valores, principios, perseverancia, responsabilidad y compromiso que me ayudaron a convertirme en la persona que soy hoy. También quiero dedicarles a mis hermanos, Tania, Mateo, Alex y Brandon, que siempre confiaron en mí y me brindaron un ambiente lleno de amor y especialmente a mi hermana Belén que desde el cielo siento que estará muy orgullosa de mí.

Jeniffer

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar un gran agradecimiento a Dios por otorgarles salud y sabiduría a mis padres, quienes, gracias a ello, me han brindado la oportunidad de estudiar sin preocupaciones, sabiendo que cuento con su apoyo incondicional y amor infinito para perseguir mis metas personales y académicas. Le agradezco a mi tutor, por su paciencia y su guía que hicieron posible todo este trabajo y a la Empresa CannAndes por brindarme la apertura en sus instalaciones para realizar esta investigación. Además, me gustaría agradecer a todos los docentes que fueron parte de mi formación académica. También le agradezco a la universidad porque pude conocer muchas personas que ahora se han convertido en mis amigos, especialmente Liseth, Michael, Fernando, Andrés, y Jhan Pier de los cuales me llevo grandes experiencias. Y finalmente un agradecimiento a Stalin, quien me compartió sus conocimientos que me ayudaron para la finalización de este trabajo y juntamente con Paul me brindaron una amistad sincera y me apoyaron en mi desarrollo personal.

Jeniffer

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DE PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Cáñamo	5
2.1.1. <i>Tipos de cáñamo</i>	5
2.1.2. <i>Legislación del cáñamo en Ecuador</i>	5
2.2. Biomasa del cáñamo.....	6
2.2.1. <i>Usos de la biomasa del cáñamo</i>	6
2.3. Residuo de biomasa del cáñamo	7
2.3.1. <i>Características del residuo de biomasa agroindustrial</i>	8
2.3.1.1. <i>Análisis proximal</i>	8
2.4. Usos del residuo de la biomasa agroindustrial	8
2.5. Harina	9
2.5.1. <i>Clasificación de las harinas</i>	9
2.5.1.1. <i>Harinas convencionales</i>	9
2.5.1.2. <i>Harinas no convencionales</i>	9
2.6. Harina de residuos agroindustriales.....	10

2.6.1.	<i>Características de la harina del residuo de biomasa agroindustrial</i>	10
2.6.1.1.	<i>Rendimiento</i>	10
2.6.1.2.	<i>Análisis proximal</i>	10
2.6.1.3.	<i>Composición de alcaloides</i>	11
2.6.1.4.	<i>Composición de minerales</i>	12
2.6.1.5.	<i>Análisis microbiológico</i>	12
2.7.	Vida útil de las harinas del residuo de biomasa agroindustrial	13

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	14
3.1.	Localización y duración del experimento	14
3.1.1.	<i>Unidades experimentales</i>	14
3.2.	Materiales, equipos y reactivos	15
3.2.1.	<i>Materiales</i>	15
3.2.2.	<i>Equipos</i>	15
3.2.3.	<i>Reactivos</i>	16
3.2.3.1.	<i>Muestras</i>	16
3.3.	Tratamiento y diseño experimental	16
3.4.	Mediciones experimentales	16
3.4.1.	<i>Caracterización físico – química del residuo de la biomasa del cáñamo</i>	17
3.4.2.	<i>Rendimiento de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo</i>	17
3.4.3.	<i>Caracterización físico-química de la harina del residuo de la biomasa (cáñamo)</i> ..	17
3.4.4.	<i>Caracterización de minerales de la harina del residuo de la biomasa (cáñamo)</i>	17
3.4.5.	<i>Análisis microbiológicos de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo</i>	17
3.4.6.	<i>Determinación de vida útil 0, 10, 20 y 30 días a temperatura ambiente</i>	18
3.4.7.	<i>Análisis económico</i>	18
3.5.	Análisis estadístico y pruebas de significancia	18
3.6.	Procedimiento experimental	18
3.6.1.	<i>Descripción del proceso de elaboración de harina</i>	20
3.6.1.1.	<i>Recepción de materia prima</i>	20
3.6.1.2.	<i>Pesado</i>	20
3.6.1.3.	<i>Deshidratado</i>	20
3.6.1.4.	<i>Pulverizado</i>	20
3.6.1.5.	<i>Tamizado</i>	21
3.6.1.6.	<i>Envasado</i>	21
3.6.1.7.	<i>Etiquetado</i>	21

3.6.1.8.	<i>Almacenamiento</i>	21
3.7.	Metodología de evaluación	21
3.7.1.	Análisis físico – químico del residuo de la biomasa del cáñamo	21
3.7.1.1.	<i>Proteína (INEN, 543, 1980)</i>	22
3.7.1.2.	<i>Grasa (INEN, 541, 1980)</i>	22
3.7.1.3.	<i>Fibra (INEN 542, 1980)</i>	23
3.7.1.4.	<i>Carbohidratos</i>	23
3.7.1.5.	<i>Cuantificación de CBD (cannabidiol) (AOAC, 2018.11)</i>	23
3.7.1.6.	<i>Humedad (INEN, 540, 1980)</i>	24
3.7.1.7.	<i>Cenizas (INEN, 544, 1980)</i>	24
3.7.2.	Rendimiento de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo	25
3.7.2.1.	<i>Granulometría (INEN, 517, 2013)</i>	25
3.7.2.2.	<i>Rendimiento</i>	25
3.7.3.	Análisis físico - químicos de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo	26
3.7.3.1.	<i>Proteína (INEN 519, 1980)</i>	26
3.7.3.2.	<i>Grasa (INEN 523, 1980)</i>	27
3.7.3.3.	<i>Fibra (NTE INEN 522, 2013)</i>	27
3.7.3.4.	<i>Carbohidratos</i>	27
3.7.3.5.	<i>Cuantificación de CBD (Cannabidiol) (AOAC, 2018.11)</i>	28
3.7.3.6.	<i>Humedad (INEN 518, 1980)</i>	28
3.7.3.7.	<i>Cenizas (INEN 520, 2013)</i>	28
3.7.3.8.	<i>Determinación de pH (INEN 526, 2013)</i>	29
3.7.3.9.	<i>Acidez titulable (INEN 521, 2013)</i>	29
3.7.4.	Análisis de minerales de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo	30
3.7.5.	Análisis microbiológicos	30
3.7.5.1.	<i>Recuento de Mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10, 2013)</i>	30
3.7.6.	Determinación de vida útil	31
3.7.7.	Análisis económico	31
3.7.7.1.	<i>Costos de producción</i>	31
3.7.7.2.	<i>Costo/Beneficio (C/B)</i>	31

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	32
4.1.	Evaluación de las características físico - químicas del residuo de la biomasa de cáñamo	32
4.1.1.	Proteína	32

4.1.2.	<i>Grasa</i>	32
4.1.3.	<i>Fibra</i>	33
4.1.4.	<i>Carbohidratos</i>	33
4.1.5.	<i>Cuantificación de CBD (cannabidiol)</i>	33
4.1.6.	<i>Humedad</i>	34
4.1.7.	<i>Cenizas</i>	34
4.2.	Rendimiento	34
4.2.1.	<i>Granulometría</i>	34
4.2.2.	<i>Porcentaje de rendimiento</i>	35
4.3.	Evaluación de las características físico - químicas de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo	35
4.3.1.	<i>Proteína</i>	36
4.3.2.	<i>Grasa</i>	37
4.3.3.	<i>Fibra</i>	37
4.3.4.	<i>Carbohidratos</i>	37
4.3.5.	<i>CBD (Cannabidiol)</i>	38
4.3.6.	<i>Humedad</i>	38
4.3.7.	<i>Cenizas</i>	38
4.3.8.	<i>Determinación de pH</i>	39
4.3.9.	<i>Acidez</i>	39
4.4.	Evaluación de minerales en la harina del residuo de la biomasa de cáñamo	39
4.4.1.	<i>Calcio (Ca)</i>	40
4.4.2.	<i>Hierro (Fe)</i>	40
4.4.3.	<i>Magnesio (Mg)</i>	40
4.4.4.	<i>Zinc (Zn)</i>	41
4.5.	Evaluación microbiológica de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo ..	41
4.6.	Evaluación de la vida útil de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo	42
4.7.	Evaluación económica	43
4.7.1.	<i>Costo de producción</i>	43
4.7.2.	<i>Costo / beneficio</i>	43
CONCLUSIONES		44
RECOMENDACIONES		45
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Composición físico-química de la harina obtenida del residuo de biomasa de té.	11
Tabla 2-2:	Componentes minerales de la harina obtenida del residuo de biomasa de té.	12
Tabla 3-2:	Análisis microbiológico para vida útil de dos tipos de harinas.	13
Tabla 1-3:	Condiciones meteorológicas en Riobamba.....	14
Tabla 1-4:	Evaluación físico - química del residuo del cáñamo.	32
Tabla 2-4:	Determinación de granulometría de la harina del residuo de biomasa de cáñamo.	34
Tabla 3-4:	Porcentaje de rendimiento.	35
Tabla 4-4:	Evaluación físico - química de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo...	36
Tabla 5-4:	Evaluación de minerales de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo.	40
Tabla 6-4:	Evaluación microbiológica de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo....	41
Tabla 7-4:	Análisis microbiológico de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo.	42
Tabla 8-4:	Análisis económico de la elaboración de harina a partir del residuo de la biomasa del cáñamo.	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-3: Diagrama de flujo de la elaboración de harina.	19
-----------------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS HUMEDAD DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO B:** ANÁLISIS DE CENIZAS DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO C:** ANÁLISIS DE PROTEÍNA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO D:** ANÁLISIS DE GRASA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO E:** ANÁLISIS DE FIBRA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO F:** ANÁLISIS DE CARBOHIDRATOS DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO G:** RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CANNABIDIOL (CBD) DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO EN HPLC-MS.
- ANEXO H:** ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO I:** ELABORACIÓN DE HARINA A PARTIR DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO J:** ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO K:** ANÁLISIS HUMEDAD DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO L:** ANÁLISIS DE CENIZAS DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO M:** ANÁLISIS PROTEÍNA DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO N:** ANÁLISIS DE GRASA DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO O:** ANÁLISIS DE FIBRA DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO P:** ANÁLISIS DE CARBOHIDRATOS DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO Q:** ANÁLISIS DE PH DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO R:** ANÁLISIS DE ACIDEZ DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO S:** RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CANNABIDIOL (CBD) EN LA HARINA OBTENIDA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

- ANEXO T:** ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA HARINA OBTENIDA A PARTIR DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO U:** ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL ANÁLISIS DE MINERALES DE LA HARINA OBTENIDA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.
- ANEXO V:** RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA OBTENIDA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue caracterizar el residuo de la biomasa del cáñamo (*Cannabis sativa L.*) para la obtención de harina para identificar su posible uso en la industria alimentaria. Se aplicó una estadística descriptiva, donde se utilizó 5 unidades experimentales de 100 gramos cada una, mientras que para la caracterización de la harina se utilizó 5 unidades experimentales de 200 gramos cada una. Se evaluó la composición físico - química de la materia prima y de la harina (humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra, carbohidratos, Cannabidiol (CBD) y minerales). Durante la obtención de la harina fue tamizada con un tamiz de 200 um, con el fin de evaluar su granulometría obteniendo un rendimiento del 87,7 %, también, se realizó un análisis microbiológico donde se evaluó *E. coli*, mohos y levaduras, además, se determinó la vida útil en distintos periodos de evaluación (0, 10, 20 y 30 días). Se concluye que las pruebas físico – químicas de la harina elaborada presentó una humedad 9,22%, cenizas 16,21%, proteína 23,54%, grasa 28%, fibra 21,52%, carbohidratos 28,22%, Cannabidiol (CBD) 3,56%, acidez 0,29 y pH de 7,48, además, calcio (3,34%), hierro (345,26 mg/kg), magnesio (107,08 mg/kg) y zinc (7793,44 mg/kg), con un beneficio costo de \$ 1,65. Se recomienda realizar estudios sobre la alimentación a largo plazo para determinar la seguridad del consumo de la harina tanto para animales como para personas.

Palabras clave: <CÁÑAMO >, <CANNABIS MEDICINAL>, <RESIDUO DE BIOMASA>, <HARINA>, <CANNABIDIOL CBD>, <TETRAHIDROCANNABINOL THC>.



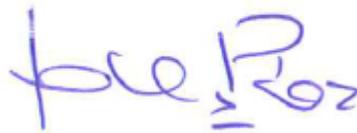
0946-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

This research aimed to characterize the hemp (*Cannabis sativa L.*) Biomass residue to obtain flour in order to identify its possible use in the food industry. Descriptive statistics were applied using five experimental units of 100 grams each, while five experimental units of 200 grams each were used to characterize the flour. The physical-chemical composition of the raw material and flour was evaluated (humidity, ash, protein, fat, fiber, carbohydrates, cannabidiol (CBD), and minerals). It was sieved with a 200-um sieve during the flour production to evaluate its granulometry, obtaining a yield of 87.7%. Microbiological analysis was also carried out to evaluate e. Coli, molds, and yeasts. In addition, the shelf life was determined in different evaluation periods (0, 10, 20, and 30 days). It was concluded that the physical-chemical tests of the processed flour showed a moisture content of 9.22%, ash of 16.21%, protein of 23.54%, fat 28%, fiber of 21.52%, carbohydrates of 28.22%, cannabidiol (CBD) 3.56%, acidity 0.29 and PH of 7.48, in addition, calcium (3.34%), iron (345.26 mg/kg), magnesium (107.08 mg/kg) and zinc (7793.44 mg/kg), with a cost-benefit of \$ 1.65. Long-term feeding studies are recommended to determine the safety of meal consumption for animals and humans.

Keywords: <HEMP >, <CANNABIS MEDICINAL>, <BIOMASS RESIDUE>, <FLOUR>, <CANNABIDIOL CBD>, <TETRAHYDROCANNABINOL THC>.

0946-DBRA-UPT-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.

0602698904

INTRODUCCIÓN

La planta de cáñamo (*Cannabis Sativa L.*) pertenece a la familia *Cannabaceae*, la palabra "cannabis" deriva del latín "cannabum", y pertenece a la familia de las plantas herbáceas, que miden desde 50 cm hasta 6 m de altura, sus hojas son puntiagudas y tienen lóbulos en forma de abanico (García y Albarracín, 2021: p.16).

El cannabis sativa fue utilizado en la medicina humana como opción terapéutica, la farmacología definió a principios del siglo XX que la clasificación del cultivo de cannabis está determinada por la concentración de cannabinoides, entre ellos el tetrahidrocannabinol (THC), que se presenta y se encuentra en mayores porcentajes principalmente en la marihuana el compuesto responsable de producir el efecto psicoactivo; y cannabidiol (CBD), que se encuentra más en el cáñamo y tiene efectos antipsicóticos, ansiolíticos y antidepresivos (Rázuri y Rugel, 2021).

El cáñamo se cultiva para una variedad de propósitos, incluidos el aceite, la semilla, la fibra y la medicina. Las variedades sembradas pueden ser de un solo propósito, cuando se cosecha la semilla o la fibra, o de doble propósito, cuando se cosechan la semilla y la fibra. Independientemente del uso, quedan subproductos como hojas, forraje y fibras vegetales residuales. Estos subproductos podrían servir como alimentos potenciales para su inclusión en las raciones de animales (Kleinhenz et al., 2020: p.1).

Debido a que estos subproductos son materiales vegetales que contienen celulosa, las especies objetivo de estos alimentos serían los rumiantes, específicamente el ganado ya que podrían incluirse en la formulación para alimentos balanceados disminuyendo así el costo de producción de estos. Se toma en cuenta principalmente a la especie vacuna con el propósito de producción lechera debido a que el CBD tiene beneficios que podrían ayudar a disminuir el porcentaje de mastitis en un hato, debido a que los cannabinoides actúa en el sistema endocrino metabólico específicamente en las prostaglandinas, debido a que son hormonas que se activan en respuesta al estrés (Kleinhenz et.al., 2020: p.1).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DE PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Con el transcurso del tiempo, la harina se ha fabricado tradicionalmente a partir de trigo, sin embargo, en la actualidad, se utilizan otros materiales como alternativa al cereal, como son las leguminosas y hasta residuos vegetales (García y Albarracín, 2021: pp.1-20). Entre estos posibles insumos, el residuo de la biomasa del cáñamo se muestra como una opción factible. A continuación, se explican y citan los estudios que se utilizarán para respaldar y sustentar el proyecto.

En estudio de Aulestia (2022, pp.1-118) “Caracterización nutricional, funcional y perfil de cannabinoides de la planta del cáñamo (*Cannabis sativa L.*), cultivar Cherry Oregon Hemp”; El análisis proximal de varias partes de la planta determinó que los cogollos contenían la mayor cantidad de extractos de proteína y éter (28,70 %), mientras que las hojas presentaban una alta cantidad de ceniza (31,53 %), fibras del tallo (55,36 %) y carbohidratos (34,55 %). y, además, se estudió la distribución de cannabinoides por HPLC, demostrando que los cogollos contenían la mayor cantidad de CBD con un 6,68 %.

García y Albarracín (2021, pp.1-125), en su estudio “Propuestas para la preparación de harina a partir de semillas de cáñamo (*Cannabis Sativa L.*) y su uso en panificación”, la planta de cáñamo se planteó como una alternativa a la preparación de harina utilizando exclusivamente las semillas, ya que las semillas tienen un total de 43 % de concentración de grasas, de las cuales el 5 % son grasas monoinsaturadas y el 38 % son grasas poliinsaturadas, razón por la cual, para obtener la harina, dichos aceites deben ser pre - extraídos.

Como se puede observar, existe un antecedente reciente de cultivo de cáñamo para su uso en la industria alimentaria, de estos, los principales mercados son los de la medicina y la alimentación, de estos últimos, se incluyen los aceites, aditivos y harina de cáñamo, por lo tanto, es importante tener en cuenta que no solo se trata del cultivo en sí, sino también las regulaciones que rijan su siembra y el destino de los productos que se obtengan de él, de esta manera se evitan manipulaciones incorrectas.

1.2. Planteamiento del problema

Los subproductos y residuos agroindustriales generados en las distintas fases del proceso de producción constituyen actualmente un problema en todo el mundo, ya que en la mayoría de los casos no se tratan ni eliminan adecuadamente y contribuyen a la contaminación del medio ambiente. Los residuos agroindustriales tienen un gran potencial de utilización en diversos procesos, como la transformación en nuevos productos, la adición de valor al producto original o la restauración de condiciones medioambientales alteradas (Vargas y Pérez, 2018: pp.59-72).

En Ecuador la industria del cáñamo es relativamente nueva, sin embargo, ya existe la generación de residuos como consecuencia de las extracciones de resinas de la biomasa del cáñamo (*Cannabis sativa L.*) denominada como biomasa residual, los productores han tomado la decisión de dejarla descomponerse al aire libre o usarlo como compost (Calderón y Noriega, 2017: p.16), olvidando así el gran potencial que este podría poseer, ya que según (Leonard et al., 2020 citado en García y Albarracín, 2021: p.32) la biomasa del cáñamo presenta un porcentaje promedio de 19,43 % de proteína cruda.

Al utilizar este residuo como materia prima para fabricar un producto agroindustrial, se le agregará valor agregado; esta investigación tiene como objetivo evaluar las propiedades bromatológicas de la biomasa residual para utilizarla como materia prima en la elaboración de harina y determinar su composición nutricional, microbiológica y vida útil de este producto.

1.3. Justificación

CannAndes S.A. es una empresa dedicada a la producción de cáñamo no psicoactivo, centrada en la exportación de flor, así mismo realiza extracciones de resina con altos niveles de cannabinoides a partir de la biomasa del cáñamo (material vegetal de cáñamo seco y cortado después de que la mayoría de las flores y/o semillas hayan sido cosechadas de la planta), para su incorporación en productos farmacéuticos, cosméticos y alimenticios. Es preciso mencionar que dentro de esta línea de producción se generan grandes cantidades de residuo vegetal de alto potencial, resultando en un problema para la empresa tanto económico como medioambiental (IICA, 2014, p.1).

Por lo tanto, se sugiere el estudio de este subproducto (residuo vegetal) resultante de la extracción de la resina denominado “residuo de la biomasa” como posible materia prima para la obtención de harina, ofertando así al mercado un elemento inventivo e importante con un valor agregado.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Utilizar el residuo de la biomasa del cáñamo (*Cannabis sativa* L.) en la elaboración de harina.

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el residuo de la biomasa del cáñamo (*Cannabis sativa* L.) mediante el análisis físico - químico.
- Determinar el rendimiento de la harina elaborada a partir del residuo industrial.
- Realizar la caracterización físico - química y microbiológica de la harina obtenida.
- Conocer la vida útil 0, 10, 20, y 30 días a temperatura ambiente.
- Calcular los costos de producción.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cáñamo

Existe una distinción entre el cáñamo y la marihuana, esto se debe a los contenidos de tetrahidrocannabinol (THC) y cannabidiol (CBD). Un estudio realizado en Colombia por (Polo y Cueto, 2022: p.6) evaluó la caracterización bioquímica del *Cannabis Sativa L.* para verificar el porcentaje de Cannabinoides, presentando los siguientes resultados: marihuana: 25 % THC y 1,5 % CBD; Cáñamo: 0,5% THC y 17% CBD, por lo tanto, el cáñamo a diferencia de la marihuana es un producto no psicoactivo, debido a que su contenido de THC es muy bajo (menor al 1% en peso seco), lo que resulta ser un producto con ausencia de propiedades intoxicantes (León, 2017, p.261).

Es importante destacar que la cantidad de cannabinoides presentes en la planta está limitada por su propio contenido, de acuerdo con Sumpter y Payá (2020, p.3), para el THC, el límite es de alrededor del 35 % en peso seco, y la mayoría de las cepas de alto poder tienen un promedio de entre el 25 y el 30 %, mientras que, el límite más alto para el CBD es de alrededor del 20 %, y se encuentra en cepas como la Solomatic CBD, que tiene un 21 % de este componente.

2.1.1. Tipos de cáñamo

En general, existen dos tipos de plantas de cáñamo: el cáñamo para uso industrial y el cáñamo o cannabis no psicoactivo. El cáñamo para uso industrial cuenta con tallos prominentes y cosechan su fibra para un uso extensivo en la industria textil, mientras que, la planta de cáñamo o cannabis no psicoactivo es más corta y es utilizada ampliamente en la industria alimentaria para el desarrollo de productos agroindustriales por su alto nivel de cannabinoides (hasta el 20%) (Chang y Zhongli, 2021: pp.113-114).

2.1.2. Legislación del cáñamo en Ecuador

El 21 de junio de 2020, con la reforma del Código Orgánico Integral Penal (COIP), el cáñamo o cannabis no psicoactivo dejó de ser un objeto sujeto a regulación en Ecuador, lo que se menciona en el Art. 127: "La planta de cannabis y cualquier parte de ella cuyo contenido de delta – 9 - tetrahidrocannabinol (THC) no supere el 1 % en peso seco se denomina cáñamo o cannabis no

psicoactivo, que queda excluida de la lista de sustancias sujetas a regulación de la Autoridad Agraria Nacional".

Como consecuencia, el 19 de octubre del mismo año, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) publicó el Acuerdo Ministerial N° 109. Específicamente, el Art. 1 establece lo siguiente: "La Autoridad Nacional Agropecuaria es la encargada de supervisar la regulación de las políticas agropecuarias, La justificación declarada para esta regulación es controlar el movimiento de cáñamo y Cannabis no psicoactivo desde el cultivo hasta la comercialización. Como resultado, es importante distinguir claramente entre el cáñamo y el Cannabis psicoactivo". Por lo cual, el MAG emite siete tipos de licencias con el objetivo de promover el desarrollo de la cadena de valor del cáñamo, estableciendo un rubro que beneficie al desarrollo agrícola del país. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020, p.3).

2.2. Biomasa del cáñamo

Cuando las flores de cáñamo se cultivan y procesan, el material biológico se queda atrás, este material generalmente está formado por todas las partes de la planta, como las semillas, los tallos, las hojas y pequeñas florescencias, por lo tanto, la biomasa de cáñamo se refiere al exceso de material vegetal de cáñamo que es rico en CBD (Casanare, 2023, p.1).

2.2.1. Usos de la biomasa del cáñamo

La cantidad de biomasa de cáñamo es susceptible a transformarse en biocombustibles a un costo menor que el de la gasolina, en particular si se considera el impacto ambiental. Por otra parte, su descomposición por parte de las bacterias genera un gas metanero con una alta concentración (López, 2021, pp.20). Sin embargo, según los datos de superficie de cultivo del USDA de 2020, el 62 % del cáñamo cultivado se destina como biomasa para la extracción de CBD (Parker, et al., 2022: p.2).

La extracción de CBD se realiza por varios métodos, incluyendo el uso de disolventes como hexano y etanol u otras técnicas que no utilizan disolvente (Fathordoodady, et al., 2019: pp.664-684). Las formas más comunes de extracción se basan en el uso de etanol frío o CO2 líquido a presión alta, dando como resultado extractos crudos, destilados o separados, que se conocen como derivados de CBD y se produce un subproducto o residuo llamado "biomasa de cáñamo gastada" (Fathordoodady, et al., 2019: pp.664-684).

Estos derivados de CBD generalmente se utilizan para la elaboración de medicina, alimentos, higiene doméstica y cosméticos. La categoría de cosméticos es la que registra más productos con CBD, con un equivalente al 65 %, seguida del uso medicinal con un 32 %, luego está la industria de alimentos con un 2,1 % y finalmente la categoría de higiene doméstica representando el 1,4 % del total de productos que actualmente cuentan con registro sanitario, según los datos de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA, 2021). Asimismo, menciona que entre los cosméticos presentados para la venta con registro sanitario en Ecuador a base de cannabis no psicoactivo se encuentran: el champú, acondicionador, mascarilla capilar, cremas y serum.

Por otro lado, se han realizado varios estudios de la inclusión en productos alimenticios, como la elaboración de chocolate presentado en el estudio de (Beal, 2019), donde se añadió hasta un 20 % de destilado de cannabis, teniendo como resultado una mejora en el valor nutricional del chocolate sin alterar sus cualidades, en otra investigación realizada por (Ramírez y Viveros, 2021), en la elaboración de cerveza adicionó 10 mg de CBD aislado y 3,5 a 6 % de ABV (Alcohol By Volumen). Como se puede observar, es una planta que se puede explotar en su totalidad, ya que proporciona energía, alimento y también se utiliza como medicina (Ángeles et al., 2014).

2.3. Residuo de biomasa del cáñamo

El principal subproducto del proceso de extracción de cannabinoides, el residuo de biomasa de cáñamo, también se conoce como biomasa posterior a la extracción o biomasa de cáñamo gastada. Por el momento, tiene poco o ningún valor económico. Según datos establecidos por CannAndes S.A. una empresa ecuatoriana productora de cáñamo, con su proceso artesanal genera 150 kilos mensuales de residuo de biomasa del cáñamo, del cual el 100 % se considera un "producto de desecho", dado a la baja temperatura del método de extracción, proporciona un subproducto con una alta calidad nutritiva adecuada para ser utilizado como suplemento alimenticio alternativo (CannAndes, 2022, p.1).

Con la tecnología de extracción actual, se elimina hasta el 90 % de los cannabinoides, por lo tanto, la biomasa post - extracción a menudo contiene una pequeña cantidad de CBD muy por debajo de los límites permitidos esto permite que el material vegetal restante se considere un ingrediente para la alimentación (Cital et al., 2021, p.277).

2.3.1. Características del residuo de biomasa agroindustrial

El residuo de biomasa agroindustrial es el que se genera como consecuencia de cualquier proceso en que se consuma biomasa aprovechada de los residuos agrícolas y agroalimentarias como son, caparazones de frutos secos, cortezas y huesos de frutas, cáscara de arroz, borra de café, residuos herbáceos, bagazos, entre otros) (Herguedas y Taranco, 2012: p.5).

2.3.1.1. Análisis proximal

En la investigación denominada “Composición química, metabolitos secundarios y minerales de los té verde y negro y el efecto de diferentes proporciones de té a agua durante su extracción sobre la composición de su biomasa seca como posibles aditivos para rumiantes” realizado por (Ramdani, 2013, p.3), señala que el residuo de biomasa de té verde reporta un valor de humedad del 14,10 %; 4,54 % de cenizas; 25,20 % de proteína; 2,30 % de grasa; y una media del 33,95 % de fibra, mientras que el residuo de biomasa de té negro presenta el 13,10 % de humedad; 4,14 % de cenizas; 24 % de proteína; 1,44 % de grasa; una media del 43,55 % de fibra.

Así mismo en otro estudio realizado por Urribarrí (2014, p.133) en la que evaluó el potencial de la biomasa agroindustrial denominada borra de café posterior a la extracción de las grasas presentando los siguientes resultados, 2,57 % de humedad; 1,67 % de cenizas; 10,71 % de proteína cruda; 30,86 % de fibra y 30,03 % de hidratos de carbono, no se detecta porcentaje de grasa.

Con respecto a los cannabinoides, estos son compuestos no polares, por lo tanto, tienen una baja solubilidad en solución acuosa. Según (Chang y Zhongli, 2021: pp.114), en las plantas de cáñamo naturalmente los cannabinoides se encuentran en su forma ácida, por lo tanto, es necesario realizar un proceso de descarboxilación. Para que sean asimilados por el sistema endocannabinoide. El compuesto que prevalece en el cáñamo es el ácido cannabidiol (CBD-A) que al descarboxilarse mediante la acción del calor se transforma en CBD. En un reciente estudio realizado por (Aulestia, 2022, pp.1-118) se determinó que la biomasa del cáñamo contiene un 5,28 % de CBD.

2.4. Usos del residuo de la biomasa agroindustrial

Existen diferentes estrategias para aprovechar los desechos de la biomasa agroindustrial que tienen como objetivo mejorar la calidad del entorno. Según (Vargas y Pérez, 2018, pp.59-72), como resultado de su estudio, se identificaron algunas maneras de emplear los residuos agroindustriales. Estas formas de empleo incluyen la producción de biocombustibles (etanol, biodiesel, biogás, energía biomasa), el proceso de compost, el uso en la alimentación de animales, la creación de

otros productos y el aprovechamiento de residuos agroindustriales en la producción de materias primas para otros procesos o en la creación de productos con valor agregado, amigables con el medio ambiente y similares a los productos que se crean con materias primas comerciales.

La alimentación es otra actividad que aprovecha la biomasa sobrante; estos sobrantes se agregan periódicamente a la harina para hacer alimento para animales. Los desechos restantes se eliminan de manera inadecuada en vertederos no oficiales, lo que tiene una serie de efectos negativos en el medio ambiente, incluida la contaminación del suelo por lixiviación e infiltración, así como la contaminación del aire por los gases de descomposición (Herrera, et al., 2018: pp.569-577).

2.5. Harina

Es un polvo fino que se crea triturando, moliendo y luego tamizando un cereal o legumbre seco y completamente limpio (Sifre, 2018, p.3). Por otra parte, la Real Academia Española (2005) define a la harina como el "pulverizado que se obtiene de la molienda del trigo y otros granos".

2.5.1. Clasificación de las harinas

2.5.1.1. Harinas convencionales

Según (Utrilla et al., 2014 citado en Sifre, 2018, p.3), las harinas convencionales son obtenidas a partir de fuentes tradicionales como de distintos cereales, pero la más usual es la de trigo, también se hacen de leguminosas como soya, garbanzo, algunos derivados del maíz, entre otros.

2.5.1.2. Harinas no convencionales

Se conoce como un polvo fino de origen vegetal que se produce mediante el secado, la molienda y la clasificación, de forma muy similar a cómo se produce la harina de trigo. Cabe recalcar que la harina que provenga de vegetales deberá obligatoriamente especificar su naturaleza, por ejemplo, harina de cebada, harina de quinua, entre otros (Raquena, 2013, p.2).

Según Zambrano (2019), el término "no convencional" hace referencia a toda aquella harina obtenida a partir de una fuente novedosa y poco explotada como las harinas de residuos agroindustriales.

2.6. Harina de residuos agroindustriales

Debido a que la mayor parte del agua se elimina durante el proceso de elaboración de harinas a partir de desechos agroindustriales, la actividad acuosa (Aw) también disminuye, lo que permite el almacenamiento de las harinas a temperatura ambiente en envases apropiados (Atoche y García, 2017: p.30).

2.6.1. Características de la harina del residuo de biomasa agroindustrial

2.6.1.1. Rendimiento

Según un estudio de (Castañeda y Contreras, 2019: pp.61-75) que se enfocó en la harina de coca para elaborar una barra energética, se detectaron los siguientes resultados de granulometría: el diámetro promedio de masa fue de 0,152 mm, el diámetro promedio de volumen fue de 0,103 mm y el diámetro promedio de superficie-volumen fue de 0,126 mm, lo que significa que la partícula promedio fue menor a 0,212 mm.

Por otro lado, según Moreta (2015, pp.57-56) para calcular el rendimiento de las harinas obtenidas de residuos agroindustriales como son las cáscaras de naranja y el bagazo de piña, se hizo uso de la diferencia de peso, recolectando datos al principio y al final del proceso de secado, totalizando 11 repeticiones, se obtuvo una media del 18,12 % para la harina de cáscara de naranja y un 31,35 % para la harina de bagazo de piña.

2.6.1.2. Análisis proximal

La proteína, grasa, fibra y carbohidratos son los macronutrientes más importantes presentados en un alimento. Un experimento realizado por (Ramdani, 2022, p.6) en Indonesia, consistió en analizar las propiedades bioquímicas del polvo obtenido a partir del residuo de la biomasa de té verde y té negro, el cual se procesó en el laboratorio de la Universidad de Newcastle y otro polvo que se procesó con el residuo de la biomasa de té recolectada de la empresa Coca-Cola. Para la elaboración de harina, cada muestra se secó y deshidrató en un horno a 55° C, luego se realizó la etapa de pulverizado con un molino y se pasó a través de un tamiz de 1 mm, para luego de ello realizar una caracterización bromatológica de este producto, obteniendo los siguientes resultados presentados en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Composición físico - química de la harina obtenida del residuo de biomasa de té.

Parámetros	Harina del residuo del Laboratorio		Harina del residuo de la Empresa	
	Newcastle		Coca-Cola	
	PRBTN	PRBTV	PRBTN	PRBTV
Humedad (%)	12,60	13,40	-	-
Cenizas (%)	3,87	4,33	4,13	4,49
Proteína (%)	23,40	24,60	25,30	26,10
Grasa (%)	1,35	2,31	1,26	1,78
Fibra (%)	44,20	34,95	51,25	44,70

PRBTN: Polvo del residuo de la biomasa de té negro; PRBTV: Polvo del residuo de la biomasa de té verde

Fuente: (Ramdani, 2022, p.6)

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

Asimismo, otra investigación realizada por (Romero, 2018, p.27), en la que el residuo de la biomasa de hojas de coca se adquirió de la empresa ENACO, Colombia. Se procedió a deshidratar el residuo a temperatura ambiente, para conservar su contenido nutricional y luego se llevó a un proceso de molienda de tipo mecánica hasta convertirlas en harina de coca, presentando en su análisis proximal el 7,67 % de humedad; 5,77 % de ceniza; 17,69 % de proteína; 5,05 % de grasa; 13,12 % de fibra y 50,70 % de carbohidratos.

En un estudio realizado por (Toyo et al., 2022: p.56), en la que caracterizó el polvo de sábila obtenido de una biomasa vegetal reporta un pH de 4,45, por otro lado, Sevillano (2021, p. 49) al analizar la harina a partir de la biomasa residual de cáscara de café determinó que esta poseía un pH de 4,49. Por otra parte, según Garbanzo (2011, p.2377-2384) en su estudio de caracterizar la harina de la biomasa de mesocarpio de chontaduro presenta un pH de 6,10 y 0,16 % de acidez. Mientras que, según (Martínez et al., 2017: pp.599-613), el valor de la acidez en la harina de biomasa residual de chontaduro evaluada fue de 0,17 %.

2.6.1.3. Composición de alcaloides

Los alcaloides se encuentran en todos los órganos de las plantas, pero son más abundantes en las hojas (cocaína, nicotina, pilocarpina, cannabinoides), flores (escopolamina, atropina) y frutos (alcaloides del opio, peletiarina, cafeína) (Arango, 2008, p.5).

El cáñamo contiene más de 500 compuestos únicos, incluidos alcaloides químicos conocidos como cannabinoides (Camacho, 2021). Los alcaloides más nombrados presentes en el cáñamo son el cannabidiol (CBD) y delta-tetrahidrocannabinol (THC) (Torres y Rosselló, 2019: p.1).

Según (Ramdani, 2022, p.6), en su estudio al pulverizar el residuo de la biomasa de té verde y té negro de dos muestras diferentes presenta resultados que confirman la presencia del alcaloide más

representativo de este material vegetal, la cafeína. El residuo obtenido de la biomasa de té verde y té negro del Laboratorio de la Universidad de Newcastle al transformarla a una harina presenta 0,99 y 0,95 % de cafeína respectivamente, mientras que el residuo obtenido de la Empresa Coca-Cola al transformarla en harina de té verde y té negro presenta 0,091 y 0,093 % respectivamente.

2.6.1.4. Composición de minerales

Por lo general, se encuentra en los alimentos en forma de sal y también se conoce como ceniza porque es el subproducto de la incineración de alimentos (Huertas y Díaz, 2014).

Un estudio realizado por Ramdani (2022, p.6), en el cual elaboró harina del residuo de biomasa de té verde y té negro, a partir de la biomasa residual obtenida del laboratorio de la Universidad de Newcastle y de la empresa Coca - Cola, una vez que obtuvo dichas harinas ejecutó un análisis de minerales (calcio, hierro, magnesio y zinc), y obtuvo los siguientes resultados presentados en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Componentes minerales de la harina obtenida del residuo de biomasa de té

Parámetros	Harina del residuo del Laboratorio Newcastle		Harina del residuo de la Empresa Coca-Cola	
	PRBTN	PRBTV	PRBTN	PRBTV
Calcio (%)	0,83	0,89	1,04	1,08
Hierro (mg/kg)	169	143	182	346
Magnesio (mg/kg)	1.641	1.848	1.726	1.864
Zinc (mg/kg)	22,4	19,5	23,7	20,40

PRBTN: Polvo del residuo de la biomasa de té negro; PRBTV: Polvo del residuo de la biomasa de té verde

Fuente: (Ramdani, 2022, p.6)

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

Por otro lado, según (Romero, 2018, p.27), al realizar el análisis de minerales en la harina a partir del residuo de la biomasa de coca presenta 2,10 % de calcio, 1.366,4 mg/kg de hierro; 2.993 mg/kg de magnesio y 22,10 mg/kg de zinc.

2.6.1.5. Análisis microbiológico.

Se deben tener en cuenta los criterios del Ministerio de Salud sobre la presencia de microorganismos patógenos y sustancias tóxicas en los alimentos para garantizar la inocuidad de un producto alimenticio. Por lo tanto, es crucial evaluar la calidad microbiológica de un alimento antes de su comercialización (Magallanes, 2020).

En un estudio realizado por (Huamani & Medina, 2021: p.64), se ejecutó el análisis microbiológico de la harina del residuo de la biomasa de coca en la cual se determinó ausencia para *Escherichia coli* y < 1 UFC/g en mohos y levaduras. Asimismo, según (Acosta y Condori, 2018: p.52), en su estudio de control de calidad de la harina de coca, presentó < 3 NMP/g de *E. coli* y < 10 UFC/g de mohos y levaduras.

2.7. Vida útil de las harinas del residuo de biomasa agroindustrial.

La vida útil de un alimento es el período durante el cual el alimento puede mantener su calidad si se observan las condiciones de almacenamiento indicadas en el envase, y esto depende de las características del alimento y de la tecnología utilizada (Toro, 2014). Las investigaciones sobre la duración de los productos brindan información acerca de cuánto tiempo un producto puede conservar su calidad y sus propiedades.

La calidad microbiana de un alimento es fundamental para determinar el tiempo de duración o consumo de un alimento frente a un posible ataque por parte de los microorganismos, los cuales pueden originarse por diferentes causas y que tienen como consecuencia la aparición de enfermedades alimenticias (Magallanes, 2020).

En general todas las harinas de tipo vegetal deben cumplir con los parámetros microbiológicos máximos establecidos en las normativas vigentes durante el mayor tiempo posible, Esto fue mencionado por (Herrera, 2013, pp.44-54), ya que según su investigación acerca de la estimación de la vida útil física, microbiológica y sensorial de dos tipos de harinas de origen vegetal a 25 ° C, los resultados fueron considerados dentro de los límites permitidos en 60 días de análisis. Estos resultados se detallan a continuación en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Análisis microbiológico para vida útil de dos tipos de harinas.

Tiempo (días)	Harina de sachu inchi		Harina de maíz	
	<i>E. Coli</i> (NMP/g)	Mohos y levaduras (UFC/g)	<i>E. coli</i> (NMP/g)	Mohos y levaduras (UFC/g)
0 días	<3	<10	<3	29x10 ²
15 días	<3	<10	<3	18x10 ²
30 días	<3	<10	<3	18x10 ²
45 días	<3	<10	<3	17x10 ²
60 días	<3	<10	<3	17x10 ²

NMP/g: Número Más Probable por gramo; UFC/g: Unidades Formadoras de Colonia por gramo

Fuente: (Herrera, 2013, pp.44-54)

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

El trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio químico de la empresa CannAndes S.A., ubicada en la vía al Tambo, parroquia Tabacundo, cantón Pedro Moncayo en la provincia de Pichincha.

Además, se utilizó los laboratorios de Bromatología y Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, ubicado en la Av. Panamericana Sur km 1 ½ en la ciudad de Riobamba, con las condiciones meteorológicas establecidas en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Condiciones meteorológicas en Riobamba.

Parámetro	Promedio
Temperatura (° C)	13,4
Humedad relativa (%)	73,0
Precipitación anual (mm H ₂ O)	727,4
presión atmosférica (mm Hg)	544,3

Estación Meteorológica FRN. ESPOCH

Fuente: (Tiupul Carrillo & Arévalo Rodríguez, 2021)

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

El tiempo para la investigación fue de 180 días, dentro del cual se realizó el proceso para la obtención de harina, análisis físico - químicos, microbiológicos y económicos.

3.1.1. Unidades experimentales.

Para la caracterización de la materia prima se utilizó 5 unidades experimentales de 100 gramos cada una dando un total de 500 gramos de residuos de la biomasa del cáñamo, mientras que para la caracterización de la harina se utilizó 5 unidades experimentales de 200 gramos cada una con un total de 1000 gramos.

3.2. Materiales, equipos y reactivos

3.2.1. *Materiales*

- Vasos de precipitación
- Vidrios reloj
- Matraz Erlenmeyer
- Pipetas
- Buretas
- Piseta
- Matraz Kjeldahl
- Probeta
- Espátula de acero inoxidable
- Embudo de vidrio
- Filtro de succión
- Crisoles de porcelana con tapas
- Pinzas para crisol
- Tamices
- Papel filtro
- Cajas Petri
- Frascos termo resistentes
- Matraz aforado

3.2.2. *Equipos*

- Balanza analítica
- Desecador
- Deshidratador
- Potenciómetro
- Equipo Macro Kjeldahl
- Estufa
- Equipo tipo Soxhlet
- Plancha eléctrica de calentamiento
- Mufla
- Agitador magnético
- pH metro
- Procesador de alimentos

- Maquina vibradora de tamices
- Equipo de espectrofotometría de absorción atómica
- Equipo LightLab (HPLC-MS)

3.2.3. *Reactivos*

- Solución 0,02 N de hidróxido de sodio
- Solución indicadora de fenolftaleína
- Alcohol etílico 90% (v/v)
- Solución estándar, de valores de pH conocidos entre 4,5 y 7,0
- Ácido sulfúrico concentrado
- Solución 0,1 N de ácido sulfúrico
- Solución 0,1 N de Hidróxido de sodio
- Sulfato de potasio o Sulfato de sodio
- Sulfato de cobre
- Granallas de zinc
- Solución alcohólica de rojo de metilo
- Éter anhídrido
- Solvente LightLab
- Agua destilada

3.2.3.1. *Muestras*

- Residuo de la biomasa del cañamo
- Harina a partir del residuo de la biomasa del cañamo

3.3. **Tratamiento y diseño experimental**

Para los cálculos necesarios se llevaron a cabo 5 repeticiones, en la cual se utilizó una estadística descriptiva que se basa en medidas de tendencia central como son la moda, media, y la desviación estándar, por lo tanto, no se empleó ningún diseño experimental.

3.4. **Mediciones experimentales**

Las mediciones experimentales utilizadas fueron:

3.4.1. Caracterización físico – química del residuo de la biomasa del cáñamo.

- Proteína, % (INEN 543, 1980)
- Grasa, % (INEN 541, 1980)
- Fibra, % (INEN 542, 1980)
- Carbohidratos, % (diferencia de porcentajes)
- Cuantificación de CBD (cannabidiol), % (AOAC, 2018, p. 11).
- Humedad, % (INEN 540, 1980)
- Cenizas, % (INEN 544, 1980)

3.4.2. Rendimiento de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo

- Granulometría, μm (INEN 517, 2013).
- Rendimiento

3.4.3. Caracterización físico - química de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo

- Proteína, % (INEN 519, 1980)
- Grasa, % (INEN 523, 1980)
- Fibra (%) (NTE INEN 522, 2013)
- Carbohidratos, % (diferencia de porcentajes)
- Cuantificación de CBD (cannabidiol), % (AOAC, 2018)
- Humedad, % (INEN 518, 1980)
- Cenizas, % (INEN 520, 2013)
- Determinación de pH (INEN 526, 2013)
- Acidez titulable, % (INEN 521, 2013)

3.4.4. Caracterización de minerales de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo

- Calcio, % (NTE INEN-ISO 6869, 2014)
- Hierro, mg/kg (NTE INEN-ISO 6869, 2014)
- Magnesio, mg/kg (NTE INEN-ISO 6869, 2014)
- Zinc, mg/kg (NTE INEN-ISO 6869, 2014)

3.4.5. Análisis microbiológicos de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo

- Recuento de mohos y levaduras, UFC/g (NTE INEN 1529-10, 2013)

3.4.6. *Determinación de vida útil 0, 10, 20 y 30 días a temperatura ambiente*

Se realizó en base a la presencia de microorganismos como son los mohos y levaduras, UFC/g (NTE INEN 1529-10, 2013).

3.4.7. *Análisis económico*

- Costo de Producción
- Costo/Beneficio (C/B).

3.5. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Se empleó una técnica matemática denominada estadística descriptiva utilizando indicadores centrales de tendencia.

3.6. Procedimiento experimental

La elaboración de la harina se realizó tomando en cuenta el procedimiento indicado en el siguiente diagrama de flujo de la elaboración de harina a partir del residuo de la biomasa del cáñamo (Ilustración 1-3).

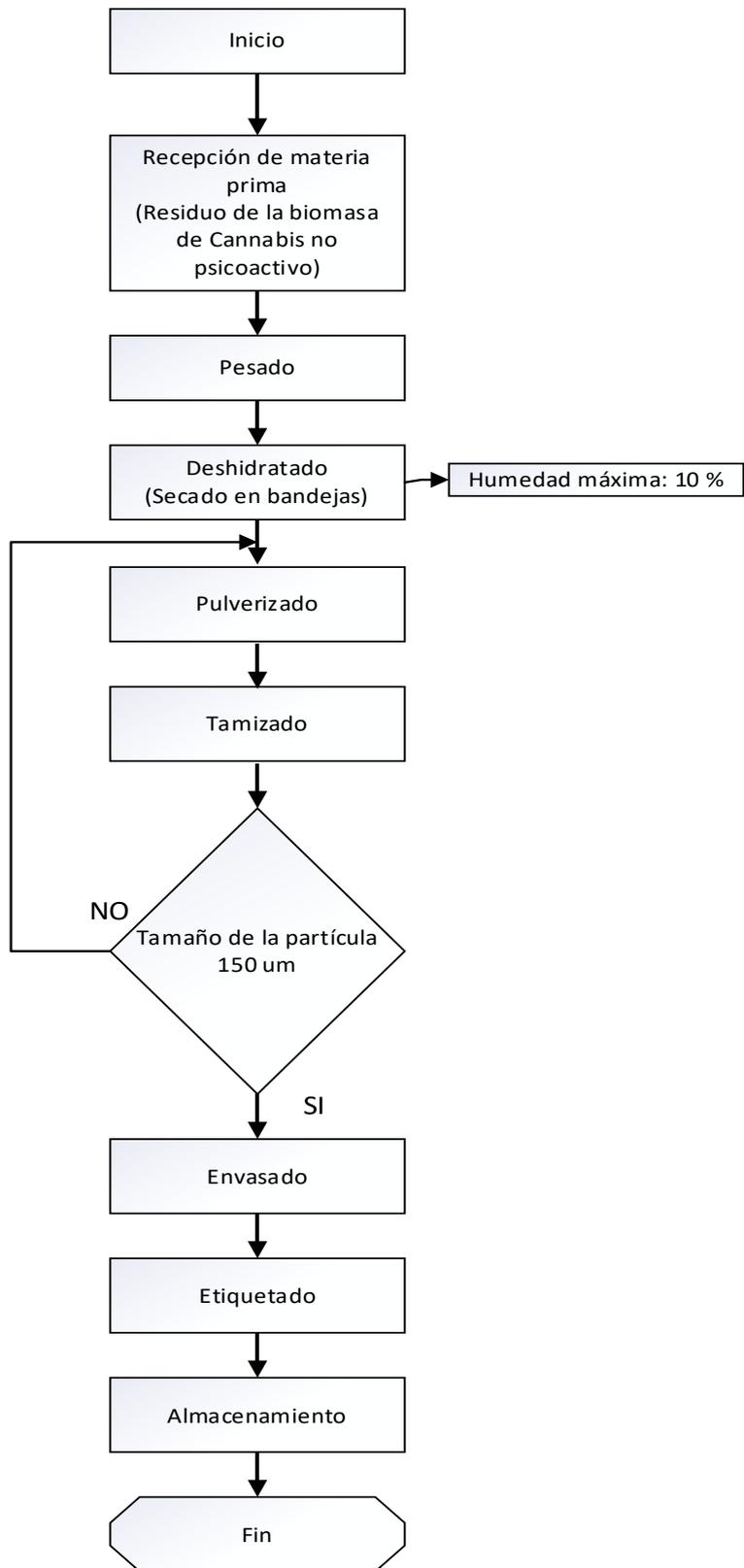


Ilustración 1-3: Diagrama de flujo de la elaboración de harina

Fuente: (Almeida Freire, 2022, pp. 46-48)

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

3.6.1. Descripción del proceso de elaboración de harina

A continuación, se describe cada etapa del proceso empleado a nivel de laboratorio para obtener la harina del residuo de la biomasa del cáñamo, basándose en el estudio realizado por (Almeida, 2022, pp.46-48).

3.6.1.1. Recepción de materia prima

Se realizó una toma de muestra de 2.000 gramos de residuos de la biomasa del cáñamo directamente de la empresa CannAndes S.A. Para la muestra se basó en la norma (NTE INEN 617, 1981). Se hizo una inspección visual, y se revisó los registros de extracción del residuo de la biomasa, ya que este no debe estar almacenado por más de tres días, debido a que ciertas trazas de alcohol aún seguirán extrayendo compuestos químicos de la planta en su etapa de almacenamiento.

3.6.1.2. Pesado

Se utilizó una balanza de precisión para pesar 1500 gramos del residuo de la biomasa de cáñamo. Esta operación es muy importante para establecer los rendimientos.

3.6.1.3. Deshidratado

El residuo de la biomasa sufrió un secado mecánico (prensado) antes de llegar al proceso de recepción de materia prima presentando así un contenido del 13 a 14 % de humedad. Por lo tanto, fue necesario realizar un proceso de secado artificial en bandejas que consistió en someter la materia prima a una corriente de aire caliente, impulsado a través del secador por medio de un ventilador a una temperatura de 45° C durante 4 horas.

3.6.1.4. Pulverizado

Para reducir el tamaño de las partículas se utilizó la fuerza de las cuchillas del triturador de alimentos, el proceso tuvo una duración de 3 minutos aproximadamente por cada 500 gramos de residuo.

3.6.1.5. Tamizado

Se obtuvo como resultado la mezcla de partículas de diversos tamaños, razón por la cual, se utilizó un juego de tamices para separaron la harina en fracciones según su diámetro y lograr un producto homogéneo con respecto a su granulometría.

3.6.1.6. Envasado

Se envasó en fundas doy pack metalizadas con un peso neto de 250 gramos cada una.

3.6.1.7. Etiquetado

Se realizó tomando en cuenta las normas (NTE INEN 1334-1, 2014) y (NTE INEN 1334-2, 2016).

3.6.1.8. Almacenamiento

Se almacenó en un lugar fresco y seco para lograr un periodo de vida útil prolongado.

3.7. Metodología de evaluación

A continuación, se describen las determinaciones analíticas necesarias para caracterizar tanto la materia prima como el polvo obtenido (harina) a partir de ella, mediante deshidratación, molienda y posterior tamizado.

3.7.1. Análisis físico – químico del residuo de la biomasa del cáñamo

La evaluación físico química de las muestras se basaron en los métodos oficiales de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International (1990) y en las técnicas de análisis establecidas en la norma técnica ecuatoriana INEN; los carbohidratos o ELN (Extracto Libre de Nitrógeno) se determinó mediante diferencia de porcentajes, finalmente el análisis de CBD (cannabidiol) fue determinado mediante HPLC-MS (Cromatografía de Líquidos acoplada a la Espectrometría de masas) utilizando el equipo LightLab donde la cromatografía líquida separa los cannabinoides, la espectroscopia utiliza la luz para analizar los compuestos de la muestra, y las matemáticas de regresión lineal para calcular los resultados de la muestra (Orange Photonics, Inc., 2022), basándose en la (Norma AOAC 2018.11).

3.7.1.1. Proteína (INEN, 543, 1980)

La ejecución de este análisis se realizó por etapas. Etapa de digestión: se utilizó 1 g muestra, se colocó dentro del balón de digestión Kjeldahl y se añadió 1g de sulfato de cobre (CuSO₄), 9 g de sulfato de sodio (Na₂SO₄) y 25 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄), se colocó a ebullición en el digestor hasta obtener un líquido color verde esmeralda. Etapa de destilación: se dejó enfriar para adicionar 200 ml de agua destilada, perlas de Zinc (Zn) y 100 ml de hidróxido de sodio (NaOH), se llevó a destilación en 100 ml de ácido bórico (H₃BO₃) al 2.5 %, hasta obtener mínimo 100 ml de destilado. Etapa de titulación: se colocó 3 gotas de indicador fenolftaleína y se tituló con ácido clorhídrico (HCL) al 0,1 N hasta llegar al viraje de color. Para los cálculos se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% P = \frac{V \times N \times f \times 0.014}{m} \times 100$$

Donde:

% P: contenido de proteína en porcentaje

F: factor para transformar el %N₂ en proteína, (6,25)

V: volumen del ácido clorhídrico (HCL) empleado para titular la muestra en ml.

N: normalidad del ácido clorhídrico (HCL)

m: masa de la muestra analizada.

3.7.1.2. Grasa (INEN, 541, 1980)

El análisis de lípidos se determinó por el método de Soxhlet, el cual consistió en sacar del horno los matraces de extracción con la ayuda de unas pinzas, se dejó enfriar en un desecador y se pesó. En un dedal se pesó 3 gramos de muestra seca más el reactivo éter se colocó en la unidad de extracción y se llevó a ebullición, una vez evaporado el éter se colocó el matraz en un desecador para enfriar y se pesó. Para los cálculos se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% G = 100 \times \frac{(B - A)}{C}$$

Donde:

% G: contenido de grasa en porcentaje

A: Peso del matraz limpio y seco (g)

B: Peso del matraz con grasa (g)

C: Peso de la muestra (g)

3.7.1.3. Fibra (INEN 542, 1980)

Para realizar este análisis se pesó 1 gramo de muestra desengrasada, se llevó a ebullición por aproximadamente 30 minutos, se realizó un proceso de filtración, el residuo se transfirió al matraz con ayuda de una cuchara que contenía 200 ml de solución de NaOH hirviendo. El crisol del horno se precalentó a 105° C y luego se enfrió en un desecador. Los crisoles con el residuo se transfirieron rápidamente a la mufla a 550° C durante 3 horas, se dejaron enfriar en un desecador y se pesaron. Para obtener el resultado se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% F = 100 \times \frac{(A - B)}{C}$$

Donde:

A: Peso del crisol con el residuo seco (g)

B: Peso del crisol con la ceniza (g)

C: Peso de la muestra (g)

3.7.1.4. Carbohidratos

También llamado extracto libre de nitrógeno (ELN), en este concepto se encuentran todos los nutrientes que no fueron evaluados en el análisis proximal, que es principalmente de carbohidratos digeribles, ya que se obtiene restando 100 de los porcentajes calculados para cada nutriente. Se calculó la siguiente ecuación:

$$ELN = 100 - \Sigma (\% H + \% C + \% P + \% G + \% G)$$

3.7.1.5. Cuantificación de CBD (cannabidiol) (AOAC, 2018.11)

Este análisis se realizó utilizando el método MAB.CA-07 descrito en el Manual de calidad del Laboratorio CannAndes, con el uso del equipo LightLab Cannabis Analyzer de Orange Photonics, Una vez encendido el equipo LightLab se seleccionó el tipo de muestra a medir (Plant), el tipo de cultivo de la muestra a medir (CBD Dominant), se agregó el nombre de la muestra y el nombre del operario. Se preparó 1 g de muestra en el molinillo eléctrico y se pesó 0,200 g (+/-0,020 g) en un vial y se añadió 30 ml de solvente, luego se llevó a agitación durante 2 minutos. Una vez que

se completó el tiempo de agitación se agregó un filtro en el puerto de muestra en el equipo, con una jeringa se tomó 10 ml de la solución del vial y se inyectó lentamente 3 ml en el puerto del equipo (simple in), finalmente se pulsó en Inicio y el equipo LightLab comenzó a analizar la muestra. Los resultados estuvieron listos en 8 minutos y 30 segundos exactamente. Una vez que se completó el análisis, los resultados se mostraron en la pantalla del equipo.

3.7.1.6. *Humedad (INEN, 540, 1980)*

Para determinar la cantidad de humedad en la materia prima, se pesó 1 g de la muestra en un recipiente de porcelana, luego se horneó a 130° C por 2 a 3 horas hasta que el peso se mantuvo constante. Por último, se enfrió en un desecador a temperatura ambiente y finalmente se pesó. Los cálculos se realizaron utilizando la siguiente ecuación:

$$\% SS = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

Donde:

% SS: sustancia seca, en porcentaje de masa

m: masa del crisol vacío, en g.

m1: masa del crisol con la muestra antes del calentamiento, en g.

m2: masa del crisol con la muestra después del calentamiento, en g.

Una vez obtenido el porcentaje de sustancia seca (SS) se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \%SS$$

3.7.1.7. *Cenizas (INEN, 544, 1980)*

En este análisis, el crisol que contiene la muestra seca (resultado de la determinación del contenido de humedad) se precalcinó en una placa de calentamiento hasta que dejó de producir humo. A continuación, el crisol se transfirió a una mufla y se incineró a 550 ° C hasta obtener una ceniza libre de residuos carbonosos (esta se obtuvo después de 4 h). El crisol se retiró de la mufla y se colocó en un desecador para que se enfriara y pesara.

Para obtener el resultado se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% C = \frac{m1 - m}{m2 - m} \times 100$$

Donde:

% C: contenido de cenizas en porcentaje

m: masa del crisol vacío en g

m1: masa del crisol con la muestra después de la incineración en g

m2: masa del crisol con muestra antes de la incineración en g

3.7.2. Rendimiento de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo

3.7.2.1. Granulometría (INEN, 517, 2013)

El procedimiento de granulometría se realizó de acuerdo con la norma para la determinación del tamaño de partícula de harinas de origen vegetal (NTE INEN 517, 2013), donde se pesaron 100 gramos de harina, se colocaron sobre un juego de tamices superpuestos, y se mantuvieron agitados manualmente, tomando como referencia la granulometría de la harina de trigo, que utiliza un tamiz número 70 de 0, 212 mm, antes de pesar las fracciones de harina. Se calculó el porcentaje de material retenido en cada tamiz.

$$MR = \frac{m2 - m}{m} \times 100$$

Donde:

MR: masa retenida de harina, en porcentaje de masa. m = masa de la muestra de harina, en g.

m1: masa del papel sin harina, en g.

m2: masa del papel con la fracción de harina, en g.

3.7.2.2. Rendimiento

Para determinar el rendimiento de la harina se realizó mediante un cálculo matemático en donde se tomó en cuenta las siguientes variables: peso de la materia prima fresca, peso materia prima deshidratada, peso de la harina en la molienda y peso de la harina después del cribado.

3.7.3. Análisis físico - químicos de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo

Las pruebas realizadas a la harina del residuo de biomasa de cáñamo son: determinación de humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra, carbohidratos, pH, acidez titulable se realiza esta caracterización en base a la normativa (NTE INEN 616, 2015) “Harina de trigo”, con la utilización de las técnicas de análisis establecidas en las normas INEN de harinas vegetales, se tomó como referencia esta norma debido a que aún no existe normativa vigente para la caracterización de harina del residuo de la biomasa de cáñamo, por otro lado, la cuantificación de CBD (cannabidiol) fue determinado en base a la normativa (AOAC, 2018.11), mediante HPLC-MS (Cromatografía de Líquidos acoplada a la Espectrometría de masas) utilizando el equipo LightLab del laboratorio de la empresa CannAndes.

3.7.3.1. Proteína (INEN 519, 1980)

Para determinar la cantidad de proteína presente en las harinas de vegetales, se empleó el método de Kjeldahl. La forma de llevar a cabo el procedimiento fue de acuerdo con la norma (INEN 519, 1980). Para el estudio, se pesó 1 gramo de la muestra más 9 gramos de sulfato de sodio (Na_2SO_4) más 1 gramo de sulfato de cobre (CuSO_4) y 25 mililitros de ácido sulfúrico (H_2SO_4) se encendió por aproximadamente 40 minutos, luego se enfrió y se agregó 200 mililitros de agua destilada, luego se agregaron las perlas de Zinc (Zn) y 100 mililitros de hidróxido de sodio (NaOH), luego se destiló en 100 mililitros de ácido bórico (H_3BO_3) al 2.5 % y se agregó 2 gotas de indicador, finalmente se titula y se espera al viraje de color.

$$\%P = V \times N \times f \times \frac{0.014}{m} \times 100$$

Donde:

% P: contenido de proteína en porcentaje de masa.

V: volumen del ácido clorhídrico (HCL) empleado para titular la muestra en ml.

N: normalidad del ácido clorhídrico (HCL)

F: factor para transformar el %N2 en proteína, y que es específico para cada alimento (6,25).

m: masa de la muestra analizada.

3.7.3.2. Grasa (INEN 523, 1980)

El procedimiento para llevar a cabo este análisis se basó en la norma (NTE INEN 523), ya que esta establece el procedimiento para determinar la cantidad de grasa presente en las harinas de origen vegetal a través de un solvente orgánico, para lo cual se empleó la ecuación que se detalla a continuación:

$$\% G = \frac{P1 - P}{m} \times 100$$

Donde:

% G: grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa.

P1: masa del vaso más la grasa cruda o bruta extraída en g.

P: masa del vaso de extracción vacío en g.

m: masa de la muestra seca tomada para la determinación en g.

3.7.3.3. Fibra (NTE INEN 522, 2013)

Para llevar a cabo este estudio se basó en la norma de harinas de origen vegetal: Determinación de la Fibra cruda (NTE INEN 522, 2013). Este análisis consistió en digerir la muestra libre de grasa con solución de ácido sulfúrico, lavarla y volver a digerirla con solución de hidróxido de sodio, lavar, secar y pesar. Calcinar hasta destruir la materia orgánica. La pérdida de peso después de la calcinación es el contenido de fibra cruda en la muestra usando la siguiente ecuación:

$$\% F = 100 \times \frac{(A - B)}{C}$$

Donde:

A: Peso del crisol con el residuo seco (g)

B: Peso del crisol con la ceniza (g)

C: Peso de la muestra (g)

3.7.3.4. Carbohidratos

Este concepto comprende todos los nutrientes que no fueron evaluados en el análisis proximal, principalmente son carbohidratos digeribles, ya que se obtiene como resultado de restar 100 a los porcentajes calculados para cada nutriente, utilizando la siguiente ecuación:

$$ELN = 100 - (\%H + \%C + \%F + \%EE + \%P)$$

3.7.3.5. Cuantificación de CBD (Cannabidiol) (AOAC, 2018.11)

Para determinar el porcentaje de CBD contenido en la harina se utilizó la técnica de análisis MAH.CA-05 del Manual de calidad del Laboratorio CannAndes el mismo que está basado en normativa (AOAC 2018.11), con el uso del equipo LightLab Cannabis Analyzer de Orange Photonics, para lo cual, se pesó 0,050 g ($\pm 0,005$ g) de muestra y se añadió 30 ml de solvente, se colocó en el agitador durante 30 minutos exactamente, luego colocó un filtro en el puerto de muestra en el equipo, con una jeringa se tomó 10 ml de la solución del vial y se inyectó lentamente 3ml en el puerto del equipo (simple in), finalmente se pulsó en Inicio y el equipo LightLab comenzó a analizar la muestra. Los resultados estuvieron listos en 8 minutos y 30 segundos exactamente. Al completarse el análisis, los resultados se mostraron en la pantalla del equipo.

3.7.3.6. Humedad (INEN 518, 1980)

Para determinar el porcentaje de humedad en la harina se realizó en base a la técnica descrita en la norma (NTE INEN 518, 1980), la cual consistió en calentar el crisol en la estufa a $130 \pm 3^\circ\text{C}$. Se enfrió en el desecador hasta temperatura ambiente y se registró su peso. Se tomó 1g de muestra en crisol y se colocó en la estufa a $130 \pm 3^\circ\text{C}$ por 3 horas, se procedió a enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y se registró el peso. Se calcula mediante la ecuación:

$$\%H = \frac{m2 - m3}{m2 - m1} \times 100$$

Donde:

% H: porcentaje de humedad.

m1: crisol vacío, en g.

m2: crisol, con la muestra sin secar, en g.

m3: masa del crisol, con la muestra seca, en g.

3.7.3.7. Cenizas (INEN 520, 2013)

La forma de aplicar el procedimiento fue en concordancia con la norma (NTE INEN 520, 2013). El crisol con la muestra seca, que fue obtenida a través del análisis de humedad, fue introducido en una plancha de calentamiento que eliminaría el humo, para pre - calentar. Se trasladó el crisol a la mufla y se quemó a una temperatura de 550°C (4 horas) y peso. Después de que la cápsula se

sacó del cohete, se dejó enfriar en un desecador, luego se pesó cuando ya había alcanzado la temperatura ambiente. La fórmula para calcular el porcentaje de ceniza total es la siguiente:

$$\%C = \frac{m1 - m}{m2 - m} \times 100$$

Donde:

% C: contenido de cenizas en porcentaje de masa.

m: masa del crisol vacío en g.

m1: masa del crisol con la muestra después de la incineración en g.

m2: masa del crisol con la muestra antes de la incineración en g.

3.7.3.8. Determinación de pH (INEN 526, 2013)

Se empleó el procedimiento para calcular el nivel de ion (pH) en las harinas de origen vegetal, el cual se especifica en la norma (NTE INEN 526, 2013) que menciona que la medición se hace con un electrodo. El valor de pH fue medido por medio de la introducción de los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con el líquido que se encontraba en la parte superior.

3.7.3.9. Acidez titulable (INEN 521, 2013)

Para calcular la acidez, se pesó 5 gramos de harina de origen vegetal y los trasladaron a un Erlenmeyer con 50 mililitros de alcohol al 90 por ciento (v/v). Luego, se agitó y se dejó reposar por 24 horas. Al día siguiente, se recolectó una porción de 10 ml en un Erlenmeyer y se añadió 2 ml de fenolftaleína, posteriormente, se realizó la medición de pH con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) hasta que el color cambió y se calculó con la ecuación siguiente:

$$\%A = \frac{V \times N \times F \times mEq}{m} \times 100$$

Donde:

A: contenido de acidez en las harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa de ácido sulfúrico.

V: volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en ml.

N: normalidad de la solución de hidróxido de sodio (NaOH).

f: factor de la solución de hidróxido de sodio (1).

mEq: miliequivalentes del ácido sulfúrico (0,049). m = masa de la muestra, en g.

3.7.4. *Análisis de minerales de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo*

Para su determinación en la harina se utilizó el método de espectrofotometría en modo de absorción atómica, cabe mencionar que según (Álvarez, 2016, p.19), desde un punto de vista nutricional, hay una serie de minerales que son importantes para las funciones que realizan en el organismo como por ejemplo el hierro es uno de los minerales con mayor importancia en el cuerpo humano, debido a que se encarga de transportar oxígeno, respiración celular, metabolismo energético, destrucción del peróxido de hidrogeno y síntesis del ADN.

El zinc tiene muchas funciones que van desde metabólicas hasta estructurales en una serie de enzimas. El calcio se encuentra en los huesos y su función principal es la estructura, además juntamente con el magnesio son necesario para la función muscular y nerviosa (Álvarez, 2016, p.19).

3.7.5. *Análisis microbiológicos*

3.7.5.1. *Recuento de Mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10, 2013)*

Este método se basó en el cultivo entre 22° C y 25° C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales (NTE INEN 1529-10, 2013). Además, para los cálculos matemáticos, se utilizó la siguiente ecuación:

$$N = \frac{\text{Número total de colonias contadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\sum C}{V (n1 + 0.1 n2)}$$

Donde:

\sum : suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegida;

n1: número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

n2: número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

V: volumen del inóculo sembrado en cada placa.

3.7.6. Determinación de vida útil

Para su determinación se realizó análisis de E. coli, mohos y levaduras durante un periodo de 0, 10, 20 y 30 días, utilizando el procedimiento descrito en el punto anterior.

3.7.7. Análisis económico

3.7.7.1. Costos de producción

El análisis de costos de esta investigación se realizó a nivel de laboratorio en base a la disponibilidad de insumos. Para calcular el costo de producción se sumaron el total de todos gastos generados en la elaboración de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo y estos a su vez fueron divididos para la cantidad total de producto obtenido.

3.7.7.2. Costo/Beneficio (C/B)

Para calcular el costo/beneficio, se dividió el ingreso total entre los egresos. Haciendo uso de la siguiente ecuación.

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Evaluación de las características físico - químicas del residuo de la biomasa de cañamo.

Los resultados obtenidos al realizar la caracterización físico - químicas del residuo de la biomasa del cañamo se reportan a continuación:

Tabla 1-4: Evaluación físico - química del residuo del cañamo.

Parámetro	Unidad	\bar{x}	D.E.	Min.	Máx.	C.V.
Proteína	%	20,01	± 0,12	19,87	20,17	0,59
Grasa	%	1,11	± 0,07	1,00	1,19	6,61
Fibra	%	10,19	± 0,30	9,89	10,55	2,96
Carbohidratos	%	34,66	± 0,38	34,14	35,01	1,09
Cannabidiol (CBD)	%	3,46	± 0,17	3,20	3,60	4,84
Humedad	%	13,26	± 0,09	13,17	13,35	0,64
Cenizas	%	20,78	± 0,12	20,58	20,88	0,56

Nota: \bar{x} : Media; D.E.: Desviación Estándar; Min.: Mínimo; Máx.: Máximo; C.V.: Coeficiente de Variación

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

4.1.1. Proteína

En la Tabla 1-4 del análisis físico químico del residuo de la biomasa del cañamo, el porcentaje de proteína fue de 20,01 % con una desviación estándar de 0,12 %, es decir, que se encuentra entre un valor mínimo y máximo de 19,87 y 20,17 % respectivamente, valor que se asemeja con (Ramdani, 2013, p.3) en su estudio realizado “Composición química, metabolitos secundarios, y minerales de los té verde y negro y el efecto de diferentes proporciones de té a agua durante su extracción sobre la composición de su biomasa seca como posibles aditivos para rumiantes” en el cual reporta un valor del 25,20 y 24 % de proteína en el residuo de biomasa de té verde y té negro respectivamente.

4.1.2. Grasa

Con respecto al contenido de lípidos se reportó el 1,11 ± 0,07 % con un valor mínimo y máximo de 1,00 y 1,19% respectivamente tal como se muestra en la Tabla 1-4, es decir, que dicho valor es inferior en comparación al 2,30 y 1,44 % de grasa presentado en el residuo de la biomasa de té

verde y té negro respectivamente el cual fue reportado por Ramdani (2013, p.3), mientras que, Urribarrí (2014, p.133) reporta ausencia de este parámetro en su estudio, cabe mencionar que el residuo de la biomasa de cáñamo es un subproducto obtenido del proceso de extracción de cannabinoides (mezcla de resinas, aceites esenciales y cannabinoides), este proceso utilizado en la empresa CannAndes llega a separar hasta el 90% de estos compuestos (Cital et al., 2021, p.277), a diferencia del proceso de extracción realizado por Urribarrí (2014, p.133) el cual llega a separar el 100% del contenido de grasa, por esta razón es que presenta ausencia de este macronutriente en su estudio.

4.1.3. Fibra

El residuo de la biomasa de cáñamo en la Tabla 1-4 presentó una media de $10,19 \pm 0,30$ % el cual se encuentra entre el valor mínimo y máximo de 9,89 y 10,55 % respectivamente, este valor difiere con el 33,95 % y 30,86 % presentado en los estudios realizados por (Ramdani, 2013, p.3) y (Urribarrí, 2014, p.133) respectivamente, debido a que el tipo de cáñamo utilizado en esta investigación es de tipo medicinal que a diferencia del cáñamo para uso industrial, este no cuenta con tallos prominentes que es el lugar en donde más se concentra la fibra, además dentro de la composición de la biomasa, el tallo principal no forma parte de la misma.

4.1.4. Carbohidratos

El contenido de carbohidratos incluye todos los nutrientes no evaluados en el ensayo proximal. Por lo tanto, en la Tabla 1-4 se reportó un contenido de $34,66 \pm 0,38$ % de carbohidratos, valor que se encuentra dentro del valor mínimo y máximo de 34,14 y 35,01 %, asemejándose a los resultados de 30,03 % obtenido por (Urribarrí, 2014, p.133) en su investigación en la que evaluó el potencial de la biomasa agroindustrial denominada borra de café posterior a la extracción de las grasas.

4.1.5. Cuantificación de CBD (cannabidiol)

Con respecto a la cuantificación de CBD, según la Tabla 1-4 reportó una media de $3,46 \pm 0,17$ % en comparación al 5,28% de CBD reportado por (Aulestia, 2022, p.55), presenta una diferencia considerable debido a que en el estudio realizado por el autor se analizó el contenido de este parámetro sin llevar a cabo una extracción previa de cannabinoides, por esta razón el residuo de la biomasa analizado presenta un valor más bajo.

4.1.6. *Humedad*

El contenido de humedad presentó un valor de $13,26 \pm 0,09$ % como se observa en la Tabla 1-4, dicho porcentaje se asemeja con el 14,10 y 13,10 % de humedad del residuo de la biomasa de té verde y té negro respectivamente según el estudio realizado por Ramdani (2013, p.3), mientras que Urribarrí (2014, p.133) presenta el 2,57 % en la caracterización del residuo de biomasa de borra de café, este valor es significativamente menor al presentado en mi estudio, debido a que el residuo de la biomasa del cáñamo procede de una extracción con prensado manual, mientras que la borra de café se obtiene de un prensado industrial, por lo tanto, la diferencia de presión ejercida en las biomosas está directamente relacionada con la cantidad de humedad que esta tendrá.

4.1.7. *Cenizas*

En la Tabla 1-4 se observó que las cenizas presentaron una media de $20,78 \pm 0,12$ %, valores que superan al 4,54 y 4,14 % presentados en el estudio realizado por (Ramdani, 2013, p.3) y 1,67 % reportado por (Urribarrí, 2014, p.133). Cabe mencionar que el contenido de cenizas está directamente relacionado con el contenido de micronutrientes presentes en el producto, por lo tanto, se menciona que el residuo de biomasa de cáñamo supera considerablemente a los residuos anteriormente citados con respecto a este parámetro.

4.2. Rendimiento

4.2.1. *Granulometría*

Los resultados para el porcentaje de retención de masa y el porcentaje que pasa a través de cada tamiz se muestran a continuación, en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4: Determinación de granulometría de la harina del residuo de biomasa de cáñamo.

Tamiz	% MR	% Pasa
3.15 mm	0,22	99,78
2 mm	1,44	98,56
1 mm	2,08	97,92
0,500 mm	2,71	97,29
0,250 mm	3,01	96,99
0,200 mm	4,18	95,82
0,100 mm	7,22	92,78

Nota: % MR: masa retenida.

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

Según lo establecido en la Tabla 2-4, el 95,82 % pasa por el tamiz de 0,200 mm valor que coincide con el estudio realizado por (Castañeda y Contreras, 2019: pp.61-75) en donde caracterizó la harina de coca para la producción de una barra energética menciona que el tamaño de partícula es menor a 0,212 mm. Además, la (FAO y la OMS, 2007: p. 35) recomiendan que las harinas destinadas a la elaboración de otros productos deben pasar en un 98% por un tamiz (No 70) de 212 micras, sin embargo, la norma (NTE INEN 616, 2015) establece que al menos el 95% de la harina debe pasar por este tamiz, por lo que la harina procedente de los residuos de biomasa de cañamo recuperados se encuentra dentro de los límites establecidos.

4.2.2. *Porcentaje de rendimiento*

A continuación, se observa los parámetros tomados en cuenta para conocer el rendimiento de la harina del residuo de la biomasa del cañamo.

Tabla 3-4: Porcentaje de rendimiento.

Parámetro	Gramos	Porcentaje
Peso de la materia prima fresca	1000	100
Peso materia prima deshidratada	920	92
Peso de la harina en la molienda	916	91,6
Peso de la harina después del cribado	877	87,7

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

Según los resultados presentados en la Tabla 3-4, el rendimiento obtenido fue del 87,7%, dicho valor supera al mencionado por (Pantoja, 2020, p.60), el cual realizó una harina a partir de la biomasa residual de cebada de malta y obtuvo el 24 % de rendimiento, esto se debe a que el subproducto (cebada de malta) posee una alta cantidad de granos, por lo cual, se debe realizar una separación de dichos granos de mayor tamaño en el tamizado luego de la molienda. Según (Benavides, 2007 citado en (Pantoja, 2020, p.60), menciona que un buen rendimiento debe superar el 70%, por lo tanto, se puede mencionar que la harina del residuo de la biomasa de cañamo posee un alto rendimiento.

4.3. **Evaluación de las características físico - químicas de la harina del residuo de la biomasa de cañamo**

Los datos que se desprenden de la caracterización de la harina del desecho de la biomasa del cañamo se pueden observar en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Evaluación físico - química de la harina del residuo de la biomasa del cañamo.

Parámetro	Unidad	\bar{x}	D.E.	Min.	Máx.	C.V.
<i>Proteína</i>	%	23,54 ±	0,38	22,96	23,88	1,63
<i>Grasa</i>	%	1,28 ±	0,05	1,22	1,34	3,59
<i>Fibra</i>	%	21,52 ±	0,68	20,38	22,06	3,16
<i>Carbohidratos</i>	%	28,22 ±	0,68	27,46	29,11	2,40
<i>CBD (Cannabidiol)</i>	%	3,56 ±	0,24	3,30	3,90	6,76
<i>Humedad</i>	%	9,22 ±	0,15	9,03	9,40	1,60
<i>Cenizas</i>	%	16,21 ±	0,17	16,02	16,37	1,03
<i>pH</i>	-	7,48 ±	0,01	7,47	7,49	0,12
<i>Acidez</i>	%	0,29 ±	0,02	0,27	0,31	6,00

Nota: \bar{x} : Media; D.S.: Desviación Estándar; Min.: Mínimo; Máx.: Máximo; C.V.: Coeficiente de Variación

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

4.3.1. *Proteína*

Según la Tabla 4-4, la harina obtenida a partir del residuo de la biomasa de cañamo presentó un contenido de proteína del $23,54 \pm 0,38$ % con un valor mínimo y máximo de 22,96 y 23,88 %, dicho valor se encuentra cercano al 23,40 y 24,60 % reportados por (Ramdani, 2022, p.6), los cuales corresponden a la harina del residuo de la biomasa de té negro y té verde procedentes de las muestras del laboratorio de Newcastle, también se asemeja a los valores de 25,40 y 26,10 % de proteína presentes en la harina del residuo de té negro y té verde realizado con la muestra obtenida de la Empresa Coca - Cola, mientras que, la harina del residuo de las hojas de coca presenta un valor inferior (17,69%) en comparación a esta investigación, debido a que la harina de coca según (Huamani & Medina, 2021: p. 16), posee hasta un 19 % de proteína. Con respecto a la norma (NTE INEN 616, 2015), menciona que una harina para todo uso debe contener mínimo el 9 % de proteína y efectivamente supera este parámetro, es decir, que esta harina pertenece a las harinas no convencionales debido a su gran aporte proteico característico de las mismas.

Por otro lado, al realizar una comparación con el valor obtenido de la materia prima (20,01%) se aprecia sin duda una diferencia, debido a que la materia prima procedente de la empresa CannAndes (lugar del que se obtuvo las muestras) poseía una pequeña cantidad de semillas procedentes de ciertas inflorescencias, las cuales contienen una gran cantidad de proteína de aproximadamente el 26,2 % en base seca (García & Albarracín, 2021: p.32), que al momento de la trituration concedió cierto porcentaje de este compuesto a la harina.

4.3.2. Grasa

En cuanto al contenido de grasa presentó el $1,28 \pm 0,05$ % encontrándose dentro del valor mínimo y máximo de 1,22 y 1,34 % tal como se observa en la Tabla 4-4, este valor se asemeja a lo reportado por Ramdani (2022, p. 6), quién obtuvo 1,35 y 2,31 % en la harina de té negro y verde respectivamente con muestras del Laboratorio de Newcastle, lo mismo sucede con la harina obtenida de té negro y té verde de las muestras de la empresa Coca - Cola, la cual reportó valores de 1,26 y 1,78 % respectivamente, además se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma (NTE INEN 616, 2015), la cual menciona que una harina para todo uso debe contener máximo el 2% de grasa.

4.3.3. Fibra

Con respecto a la fibra cruda se puede observar en la Tabla 4-4 que presentó el $21,52 \pm 0,68$ %, dicho valor es notablemente inferior a lo reportado por Ramdani (2022, p. 6) en la harina del residuo de biomasa de té negro (44,20 %) y té verde (34,95 %) obtenidos del laboratorio de Newcastle y de la harina del residuo de biomasa del té negro (51,25 %) y té verde (44,70 %) obtenidos de la empresa Coca - Cola, esto se debe a que se utilizó un tipo de cáñamo medicinal, mas no cáñamo industrial.

Cabe recalcar que la materia prima utilizada para este estudio contenía pequeñas cantidades de semillas debido a la técnica de procesamiento utilizada en la empresa de la cual fue tomado este residuo, por lo cual se realizó un proceso de separación de estas, sin embargo, no se logró retirar en su totalidad. Alonso (2021) demostró que las semillas de cáñamo, comúnmente conocidas como semillas de cáñamo, tienen un alto contenido de fibra, proteínas y grasas, que oscilan entre 27-36 %, 25-35 % y 21-28 %, respectivamente; en comparación con los resultados obtenidos a partir de semillas crudas sin procesar, el aumento del contenido nutricional después del proceso de procesamiento de la harina es razonable.

4.3.4. Carbohidratos

Según la Tabla 4-4, el porcentaje de carbohidratos en la harina del residuo de la biomasa del cáñamo fue de $28,22 \pm 0,68$ %, es decir, que se encuentra dentro de un valor mínimo y máximo de 27,46 y 29,11 % este valor difiere del 50,70 % de la harina del residuo de hojas de coca reportado por (Romero, 2018, p.27), esto se debe a que químicamente las hojas de cáñamo poseen valores comprendidos entre el 26,41 al 34,07 % de carbohidratos, es decir, se encuentra dentro de los valores reportados por (Aulestia, 2022, p. 38), por lo cual, debido a su propia naturaleza no puede

presentar valores más altos, por otro lado, la norma (NTE INEN 616, 2015), no menciona límites para este macronutriente.

4.3.5. CBD (Cannabidiol)

El contenido de CBD en la harina fue de $3,56 \pm 0,24$ %, encontrándose entre el valor mínimo y máximo de 3,30 y 3,90 % como se observa en la Tabla 4-4, dicho valor no varía significativamente con respecto al porcentaje obtenido en el residuo de la biomasa del cáñamo (3,46), es decir, que este parámetro no se ve afectado durante el proceso de elaboración de harina. A pesar de que el CBD (Cannabidiol) no es peligroso, el THC sí lo es, ya que es un componente psicotrópico, sin embargo, el cáñamo es una planta que tiene menos de un 1% de THC, por lo tanto, es legal y no representa ningún peligro (García y Albarracín, 2021: p.25), a pesar de ello, se realizó un análisis de este compuesto para comprobar que se encuentra dentro de los límites establecidos por el ARCSA (2021) y efectivamente presenta menos del 0,7 % de THC como se puede observar en el Anexo S. Cabe mencionar que el CBD se utiliza cada vez más como complemento alimenticio y en composiciones de complementos alimenticios, debido a sus grandes beneficios para la salud (Carus, 2017, pp.1-9).

4.3.6. Humedad

Con respecto a la humedad según la Tabla 4-4, se obtuvo un valor de $9,22 \pm 0,15$ %, dicho valor difiere con (Ramdani, 2022, p. 6), el cual reporta un valor superior de 12,60 y 13,40 % de humedad en la harina obtenida del residuo de té negro y té verde respectivamente, mientras que la harina de las hojas de coca presenta un valor inferior de 7,67 % (Romero, 2018, p. 27). En general una harina no debe sobrepasar el 14,5 % de humedad según la norma (NTE INEN 616, 2015), por lo tanto, independiente del porcentaje de humedad que las harinas anteriormente mencionadas presenten, todas se encuentran dentro del límite establecido.

4.3.7. Cenizas

El contenido total de cenizas para la harina del residuo de la biomasa del cáñamo fue del $16,21 \pm 0,17$ % encontrándose entre un valor mínimo y máximo de 16,02 y 16,37 % como se observa en la Tabla 4-4, dicho valor supera significativamente los porcentajes de 3,87 y 4,33 % los cuales fueron reportados por (Ramdani, 2022, p.6) en su caracterización de la harina del residuo de biomasa de té negro y té verde obtenidos del laboratorio de Newcastle, asimismo reporta valores de 4,13 y 4,49 % en la harina del residuo de biomasa del té negro y té verde pero esta vez obtenidos de los residuos de la empresa Coca - Cola, también supera al contenido de ceniza presentado en la

harina del residuo de hojas de coca (5,77 %) reportado por (Romero, 2018, p.27). En base a lo mencionado, la harina del residuo de biomasa de cáñamo se destaca por su alto contenido de minerales en comparación a otras harinas de residuos de biomásas.

Por otro lado, esta harina presenta un valor inferior en comparación con su materia prima (20,78 %), esto debido a que al someterlas a tratamientos térmicos presentan pérdidas por volatilización, por lo tanto, las cenizas normalmente no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original (Marquez, 2014, p.1).

4.3.8. Determinación de pH

El pH determinado para la harina del residuo de la biomasa de cáñamo según lo reportado en la Tabla 4-4 fue de $7,48 \pm 0,01$, señala que es ligeramente alcalino, este resultado difiere con lo reportado por (Toyo et al., 2022, p.56), quienes presentan un pH de 4,45, en su estudio de caracterización del polvo de zabila obtenido de una biomasa vegetal; en otro estudio realizado por (Sevillano, 2021, p.49) al analizar la harina a partir de la biomasa residual de cáscara de café determinó que esta poseía un pH de 4,49. Por otra parte, según (Garbanzo, 2011, p. 2377-2384) en su estudio de caracterizar la harina de la biomasa de mesocarpio de chontaduro presenta un pH de 6,10. El valor obtenido en este estudio concuerda con los datos presentados por las Naciones Unidas (UNODC, 2010, p.12), en donde menciona que, el cáñamo es un cultivo que posee un pH de 6,5 a 7,2.

4.3.9. Acidez

Con respecto a la acidez, en la Tabla 4-4 presentó el $0,29 \pm 0,02$ %. Según (Garbanzo, 2011, p. 2377-2384), presenta 0,16 % de acidez y (Martínez et al., 2017: p.599-613) presenta el 0,17 % en la harina de la biomasa residual del chontaduro. Además, en la norma (NTE INEN 616, 2015), menciona que todas las harinas deberán cumplir con el límite de aceptación de acidez del 0,2 % como valor máximo, como se puede observar esta harina se encuentra dentro del límite de este rango, esto demuestra que presenta un estado de conservación aceptable.

4.4. Evaluación de minerales en la harina del residuo de la biomasa de cáñamo

En la Tabla 5-4 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de los minerales más comunes presentes en las harinas como son: calcio, hierro, magnesio y zinc.

Tabla 5-4: Evaluación de minerales de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo.

Parámetro	Unidad	\bar{x}	D.E.	Min.	Máx.	C.V.
Calcio (Ca)	%	3,34	± 0,03	3,30	3,36	0,75
Hierro (Fe)	mg/kg	345,26	± 0,90	344,53	346,72	0,26
Magnesio (Mg)	mg/kg	107,08	± 0,47	106,24	107,37	0,44
Zinc (Zn)	mg/kg	7793,44	± 0,43	7792,94	7793,81	0,01

Nota: \bar{x} : Media; D.S.: Desviación Estándar; Min.: Mínimo; Máx.: Máximo; C.V.: Coeficiente de Variación

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

4.4.1. Calcio (Ca)

Con respecto a la composición de la fracción mineral presentada en la Tabla 5-4, la harina del residuo de la biomasa del cáñamo posee el $3,34 \pm 0,03$ % de calcio, encontrándose entre un valor mínimo y máximo de 3,30 y 3,36 % respectivamente, dicho valor supera significativamente a los valores reportados por Ramdani (2022, p.6), en su estudio de la caracterización de la harina obtenida del residuo de biomasa de té negro (0,83 %), té verde (0,89 %) de la universidad de Newcastle, té negro (1,04 %) y té verde (1,08 %) del residuo obtenido de la empresa Coca-Cola, mientras que (Romero, 2018, p. 27), en su estudio de la harina del residuo de la biomasa de coca presenta el 2,10 %.

4.4.2. Hierro (Fe)

La harina del residuo de la biomasa de cáñamo contiene $345,26 \pm 0,90$ mg/kg, tal como se observó en la Tabla 5-4, dicho valor es superior a lo presentado por Ramdani (2022, p.6), el cual reporta 169 y 182 mg/kg en la harina del residuo de la biomasa de té negro, mientras que la harina del residuo de la biomasa de té verde presenta 143 y 346 mg/kg, por otro lado, la harina del residuo de la biomasa de coca presenta un contenido de hierro de 1.366,4 mg/kg según el estudio realizado por Romero (2018, p.27).

4.4.3. Magnesio (Mg)

Según la Tabla 5-4, el magnesio se encontró en una concentración de $107,08 \pm 0,47$ mg/kg, el cual es inferior en comparación a lo reportado por (Ramdani, 2022, p.6), en su estudio de la harina del residuo de la biomasa de té negro (1.641 y 1.726 mg/kg) y té verde (1.848 y 1.864 mg/kg), asimismo según (Romero, 2018, p.27), la harina del residuo de la biomasa de coca contiene mayor concentración de magnesio con un valor de 2.993 mg/kg, es decir, la cantidad de este mineral es

bajo debido a que el magnesio se encuentra en las semillas del cáñamo y cabe recalcar que el residuo de la biomasa poseía una pequeña cantidad de semillas procedentes de ciertas inflorescencias, las cuales al ser trituradas brindaron la baja cantidad de magnesio reportada.

4.4.4. Zinc (Zn)

El contenido del mineral Zinc para la harina de esta investigación según la Tabla 4-4 fue de $7.793,44 \pm 0,43$ mg/kg mientras que, según (Ramdani, 2022, p.6), la cantidad de Zinc en la harina del residuo de la biomasa de té negro es de 22,4 y 23,7 mg/kg y de té verde es de 19,5 y 20,40 mg/kg, asimismo según el estudio realizado por (Romero, 2018, p.27), la harina del residuo de la biomasa de coca presenta el 22,1 mg/kg de Zinc, por lo tanto la harina del residuo de la biomasa de cáñamo contiene niveles significativamente superior a las otras harinas mencionadas.

La harina del residuo de la biomasa del cáñamo es una buena fuente de Ca, Fe y Zinc ya que fueron datos mayores a lo reportado por (Ramdani, 2022, p.6) y (Romero, 2018 p.27), siendo elementos fundamentales para el crecimiento y desarrollo del tejido hemático (glóbulos rojos), muscular y masa ósea (UNED, 2023).

4.5. Evaluación microbiológica de la harina del residuo de la biomasa de cáñamo

Tabla 6-4: Evaluación microbiológica de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo.

Parámetro	Unidad	\bar{x}
Recuento de <i>E. coli</i>	UFC/g	<10
Recuento de mohos	UFC/g	1.02×10^1
Recuento de levaduras	UFC/g	<10

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

Para la evaluación microbiológica de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo se tomó en cuenta tres parámetros, estos fueron recuento de *Escherichia coli*, mohos y levaduras, los cuales reportaron valores de <10; $1,02 \times 10^1$ y <10 UFC/g respectivamente, tal como se observa en la Tabla 6-4. Dichos valores concuerdan con Acosta y Condori (2018, p.52), en su estudio de control de calidad de la harina de coca, quienes presentaron < 3 NMP/g de *E. coli* y 10 UFC/g de mohos y levaduras, asimismo (Huamani y Medina, 2021: p.64), en su estudio microbiológico de la harina del residuo de la biomasa de coca determinó ausencia de *Escherichia coli* y < 1 UFC/g de mohos y levaduras.

Con respecto a esta comparación se deduce que hay que mejorar las condiciones higiénicas del proceso de elaboración de la harina en este estudio para lograr una ausencia de *Escherichia coli*, debido a que es un factor indicador de contaminación cruzada. A pesar de ello, los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites de aceptación de la normativa (NTE INEN 616, 2015), en la cual se establece que una harina debe presentar < 10 UFC/g de *Escherichia coli*, y máximo 1×10^3 UFC/g de mohos y levaduras.

4.6. Evaluación de la vida útil de la harina del residuo de la biomasa de cañamo

Tabla 7-4: Análisis microbiológico de la harina del residuo de la biomasa del cañamo.

Parámetros	Unidad	Periodo de evaluación			
		0	10	20	30
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	UFC/g	< 10	< 10	< 10	< 10
Recuento de mohos	UFC/g	1.02×10^1	1.34×10^1	1.98×10^1	2×10^1
Recuento de levaduras	UFC/g	< 10	< 10	< 10	< 10

Nota: UFC/g: Unidades formadoras de colonia

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

Para determinar la vida útil de la harina del residuo de la biomasa del cañamo se estableció un periodo de evaluación de 0, 10, 20 y 30 días, por consiguiente, se obtuvo los resultados reportados en la Tabla 7-4, en la cual se observa que el *E. Coli* y las levaduras se mantuvieron en < 10 UFC/g durante todo el periodo de evaluación, mientras que el recuento de mohos fue en incremento hasta llegar a una constante de 2×10^1 UFC/g en las cinco repeticiones del día 30 tal como se observa en el Anexo V, cabe mencionar que hasta los 30 días de análisis presentó condiciones aceptables según lo establecido en la norma (NTE INEN 616, 2015), estos resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Herrera (2013, pp.44-54), ya que, según su estudio realizado de la estimación de vida útil de la harina de sachu inchi a los 60 días presenta < 3 NMP/g de *E. Coli* y < 10 UFC/g de mohos y levaduras, asimismo en la harina de maíz a los 60 días reporta < 3 NMP/g de *E. Coli* y 17×10^2 UFC/g de mohos y levaduras. En general todas las harinas de tipo vegetal deben cumplir con los parámetros microbiológicos máximos establecidos en las normativas vigentes durante el mayor tiempo posible para asegurar propiedades inalteradas y mantener su calidad e inocuidad.

4.7. Evaluación económica

4.7.1. Costo de producción

El costo de producción se calculó por fundas de 250 gramos de harina elaborada a partir del residuo de la biomasa de cáñamo, en la cual se obtuvo un costo de 2,42 dólares por cada funda como se puede observar en la Tabla 8-4.

4.7.2. Costo / beneficio

En el mercado una funda de 250 g de harina de semilla de cáñamo cuesta 4,30 dólares, en base a ello, se estableció un precio de venta al público de \$4 dólares, tomando en consideración que la harina proviene de un residuo. Por consiguiente, se obtiene una utilidad del 65% es decir que por cada funda de 250 g de harina se consigue una ganancia de 1,58 dólares. Por lo tanto, presenta una relación costo/beneficio de 1,65.

Tabla 8-4: Análisis económico de la elaboración de harina a partir del residuo de la biomasa del cáñamo.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor Total
Residuo de la biomasa de cáñamo	gramos	2000	\$ -
Fundas doy pack metalizadas de 250 g	unidad	8	\$ 1,28
Cubre bocas desechables	unidad	1	\$ 0,15
Cofias desechables	unidad	1	\$ 0,10
Guantes de nitrilo	unidad	1	\$ 0,25
Luz Eléctrica			\$ 0,20
Operario (8 horas de trabajo)		1	\$ 15,00
TOTAL, EGRESOS			\$ 16,98
Cantidad de producto	gramos	1754	
Cantidad de producto en fundas de 250 g	funda	7	
Costo de producción dólares/funda de 250 g			\$ 2,42
Precio de venta al público por funda de 250 g			\$ 4,00
TOTAL, INGRESOS			\$ 28,00
COSTO / BENEFICIO			1,65

Realizado por: Herrera, Jeniffer, 2023.

CONCLUSIONES

- La biomasa del cáñamo (*Cannabis sativa L.*) presenta el 20,01 % de proteína; 1,11 % de grasa; 10,19 % de fibra; 34,66 % de carbohidratos; 3,46 % de cannabidiol (CBD); 13,26 % de humedad y 20,78 % de cenizas. Por lo tanto, se establece que la biomasa residual posee un gran potencial debido a que se resalta la presencia de CBD, por lo cual, presenta gran relevancia en la Agroindustria.
- Al utilizar la biomasa residual procedente de la industria de extracción de resinas y transformarla en harina se logra obtener un rendimiento del 87,7 %.
- La harina de los residuos de la biomasa del cáñamo, presenta las siguientes características físicas y químicas: 23,54 % de proteína; 1,28 % de grasa; 21,52 % de fibra; 28,22 % de carbohidratos; 3,56 % de CBD; 9,22 % de humedad; 16,21 % de cenizas; 7,48 de pH; 0,29 de acidez; 3,34 % de calcio; 345,26 mg/kg de hierro; 107,08 mg/kg de magnesio y 7793,44 mg/kg de magnesio, estos resultados se adecúan a los estándares de la normativa ecuatoriana de regulación de alimentos, es apta para ser ingerida por los seres humanos.
- En el análisis microbiológico de vida útil, se determinó que la harina del residuo de la biomasa del cáñamo la cual fue envasada en fundas metalizadas no se vio afectada su calidad e inocuidad dentro del periodo de evaluación de 30 días a temperatura ambiente; es decir, que tanto la bacteria *E. coli* como los mohos y levaduras se mantuvieron significativamente constantes, mismas que presentaron valores que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma (NTE INEN 616, 2015).
- El costo de producción de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo fue de \$2,42 por cada funda de 250 g, y un precio de venta al público de \$ 4 dólares con una utilidad del 65%, alcanzando así, una relación C/B de \$1,65, presentando una buena rentabilidad, cabe destacar que este producto es valioso en cuanto al aporte nutricional.
- Los resultados obtenidos de la caracterización de la harina del residuo de la biomasa del cáñamo puede ser utilizada como matriz para las futuras investigaciones, innovación y desarrollo de nuevos productos para consumo animal debido a la presencia de propiedades nutricionales las cuales se consideran altas para ser residuo industrial como por ejemplo el porcentajes de proteína presente y principalmente por su contenido de CBD (Cannabidiol), un cannanoide característico de la planta del cannabis que ofrece beneficios terapéuticos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones para formulaciones de balanceados, debido a que existen estudios donde se menciona que el Cannabidiol (CBD) reduce los niveles de estrés generado en los bovinos destinados para la industria cárnica y láctea.
- Se necesitará estudiar la cantidad de cannabinoides que pueden ser transferidos a la carne o leche provenientes de animales alimentados con balanceado a partir del residuo de la biomasa del cáñamo.
- Realizar análisis de fibra más específicos (FDA y FDN) a la harina para determinar la capacidad de digestibilidad que esta posee (característica propia de forrajes).

GLOSARIO

Cannabinoides: las sustancias naturales que se encuentran en las plantas de marihuana (como THC, CBD y CBG) que actúan sobre los receptores de cannabinoides en el cuerpo. Los fitocannabinoides provienen de las plantas de cannabis, los endocannabinoides provienen del cuerpo humano y los cannabinoides sintéticos provienen de la química.

Cannabis: es la denominación popular de la *Cannabis Sativa L.*, sin importar si es de cáñamo industrial o de marihuana psicoactiva. Planta de la familia *Cannabaceae* que pertenece a la clase de las gramíneas.

Cáñamo: este término se utiliza para referirse al cannabis con propósitos medicinales. Actualmente, se reconoce la distinción entre la marihuana y el cáñamo para sus usos recreativos y medicinales, respectivamente.

CBD (Cannabidiol): los compuestos de la familia de los cannabinoides se encuentran en la resina de los cogollos de marihuana. Tiene un impacto significativo en el tratamiento de enfermedades como la ansiedad, las náuseas, las convulsiones, la epilepsia y otras, a pesar de no ser psicoactiva en sí misma. También reduce la psicoactividad del THC.

Cogollos: Como resultado de la proximidad de los sépalos, las plantas de marihuana desarrollan flores. Además de tener una variedad de tamaños, formas y colores, los cogollos también pueden tener diferentes sabores y aromas según la variedad y la técnica de cultivo.

Marihuana: se utiliza para referirse a las flores o vainas de la planta de marihuana psicoactiva, además, se extiende a todas las plantas que la producen. Otros sinónimos son marihuana, María, hierba, yerba, faso, mota, ganjah.

THC (Tetrahidrocannabinol): Asimismo, es llamado Delta-9-tetrahydrocannabinol (Δ^9 - THC) y es un derivado de la resina de los cogollos de marihuana que se encuentran almacenados y es el causante del efecto psicotrópico de esta planta. Asimismo, es una gran fuente de beneficios medicinales.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA BRAVO, M & CONDORI APAZA, E. Fideos de sémola de trigo enriquecidos con harina de coca (*Erythroxylum Coca*) y pasta de espinaca (*Spinacia Oleracea*), evaluación de laminadora eléctrica [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. 2018. pp. 2-369. [Consulta: 2 octubre 2022]. Disponible en: Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/198120465.pdf>

ALMEIDA FREIRE, A. Influencia de las harinas de espinaca (*Spinacia Oleracea*) y alfalfa (*Medicago Sativa*) en la elaboración de un pan integral. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Agraria Del Ecuador. Milagro - Ecuador: 2022. pp. 1-92.

ALONSO, J. El cáñamo (*Cannabis sativa L.*): usos tradicionales e interés de sus semillas en alimentación y salud. Madrid: España: Universidad Complutense de Madrid. 2021. [Consulta: 2 octubre 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=289292&info=resumen&idioma=S>

ALVAREZ DE LA TORRE, D. Determinación de sodio, potasio, hierro, calcio y zinc en arveja, lenteja y harina de haba, por espectrofotometría de absorción atómica de llama [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. Quito - Ecuador: 2016. p. 19 [Consulta: 2 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11454/Determinaci%C3%B3n%20de%20sodio,%20potasio,%20hierro%20calcio%20y%20zinc%20en%20arveja,%20lenteja%20y%20harina%20de%20haba,%20por%20espectrometr%C3%ADa%20de%20absorci~1.pdf?sequence=1>

AOAC. “Quantitation of Cannabinoids in Cannabis Dried Plant Materials, Concentrates, and Oils Using Liquid Chromatography–Diode Array Detection Technique with Optional Mass Spectrometric Detection: Single-Laboratory Validation Study, First Action”. *Journal of AOAC International*, 2018, p. 102.

AOAC. Official methods of analysis. Virginia, United States of America: Association of Official Analytical Chemists (AOAC) Inc.: K. Helrich. 1990.

ARANGO, G. Alcaloides y compuestos nitrogenados [En línea]. Medellín – Colombia: Universidad de Antioquia. 2008. pp. 1-84. [Consulta: 2 octubre 2022]. Disponible en: <http://dica.minec.gob.sv/inventa/attachments/article/856/alcaloides.pdf>

ARCSA. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. ARCSA [En línea] 2021. [Consulta: 2 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.controlsanitario.gob.ec/>

ATOCHE CHAUCA, L, & GARCÍA SIU, M. Aprovechamiento de residuos agroindustriales (cáscara de mango) para la formulación de cupcakes. Trabajo de Titulación. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Del Santa. Nuevo Chimbote – Perú. 2021. pp.1-194.

AULESTIA CAIZA, D. Caracterización nutricional, funcional y perfil de cannabinoides de la planta del cáñamo (*Cannabis sativa L.*), cultivar Cherry Oregon Hemp. Trabajo de Titulación. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 2022. pp.1- 118.

BENAVIDES, G. Utilización de okara de soya como enriquecedor en galletas integrales edulcoradas con panela y azúcar morena [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 2007.pp. 1-132. [Consulta: 2 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/244/1/03%20AGI%20199%20TESIS.pdf>

CALDERÓN YAGUAL, V. Obtención de harina de los residuos de frutas con mayor poder antioxidante y antimicrobiano. (maracuyá, cacao y plátano) [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Estatal de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 2017. pp. 1-78. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18336>

CAMACHO, A. *Cannabis; Compuestos Presentes En El Cáñamo Y Pruebas De Potencia.* ANALITEK [En línea]. 2021. [Consulta: 2 octubre 2022]. Disponible en: <https://blog.analitek.com/cannabis-compuestos-presentes-en-el-ca%C3%B1amo-y-pruebas-de-potencia-1>

CANNANDES. *Cannabis has been grown for centuries.* [En línea] 2022. [Consulta: 2 octubre 2022]. Disponible en: <https://cannandes.com/>

CARUS, M. The European Hemp Industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs, seeds and flowers. *EIHA (European Industrial Hemp Association)* [En línea], 1(1), pp.1-9. 2017. [Consulta: 2 octubre 2022]. Disponible en: https://eiha.org/media/2017/12/17-03_European_Hemp_Industry.pdf

CASANARE. *Biomasa de cáñamo*. España [En línea]. 2023. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://casanarepositivoparahemp.com/2019/11/18/que-es-la-biomasa-de-canamo/#:~:text=Entonces%2C%20cuando%20las%20flores%20de,tallos%20y%20%2F%20o%20las%20hojas.>

CASTAÑEDA PEREZ, M. & CONTRERAS ALFONSO, E. Desarrollo de una propuesta para la producción de una barra energética con harina de coca para la empresa coca nasa [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Fundación Universidad De América. Bogotá-Colombia. 2019. pp. 1-173. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7373/1/6132110-2019-1-IQ.pdf>

CITAL, S; et al. “Cannabis Therapy in Veterinary Medicine” *Springer*. [En línea], 2021, p. 277. [Consulta: 10 octubre 2022]. DOI: 10.1007/978-3-030-68317-7

FAO & OMS. *Cereales, legumbres, leguminosas y productos proteínicos vegetales* [En línea]. Roma - Italia: CODEX. 2007. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a1392s/a1392s.pdf>

FARAHNAZ FATHORDOOBADY, Anika Singh; et al. “Hemp (*Cannabis Sativa L.*) Extract: Anti-Microbial Properties, Methods of Extraction, and Potential Oral Delivery”, *Food Reviews International*, 2019, 35(7), pp. 664-684, DOI: 10.1080/87559129.2019.1600539

GARBANZO, R. “Identification and quantification of carotenoids by HPLC-DAD during the process of peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) flour”. *Food Research International*. Vol.1, n°.1 (2011). pp. 2377-2384.

GARCÍA MEDINA, R. & ALBARRACÍN FLORES, A. Propuesta De Elaboración De Harina A Partir De Semillas de Cáñamo (*Cannabis Sativa L*) para su aplicación en panificación [En línea]. Trabajo de Titulación. Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil - Ecuador.2021. pp.1-125.

GOOGLE EARTH. (17 de febrero de 2022). [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: Obtenido de <https://earth.google.com/web/>

HERGUEDAS, A & TARANCO, C. *Biomasa, biocombustible y Sostenibilidad* [En línea]. S.l.: Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. 2012. pp. 1-216. ISBN: 978-84-931891-5-

0. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en:
<http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>

HERRERA SANCHEZ, S. E. Estimación de la vida útil físico - química, microbiológica y sensorial de harinas de sachá inchi y maíz. Trabajo de Titulación. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Callao. 2013. pp. 1-80.

HERRERA, E; et al. “Producción de biocarbón a partir de biomasa residual y su uso en la germinación y crecimiento en vivero de *Capparis scabrida* (Sapote)”. *Scientia Agropecuaria* [En línea], 2018, 9(4), pp. 569-577. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.13>

HUAMANI LEGUIA, M & MEDINA MEZA, R. Utilización de inulina y harina de coca como sustituto de la grasa de cerdo y almidón en la elaboración de salchicha de trucha (*Oncorhynchus Mykiss*). Pisco - Ica: Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. 2021.

INEN 517. *HARINA DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA.* 2013.

INEN 518. *HARINA DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO.* 1998.

INEN 519. *HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACION DE LA PROTEINA.* 1980.

INEN 520. *HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA CENIZA.* 2013.

INEN 521. *HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE.* 2013

INEN 523. *HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACION DE GRASA.* 1980.

INEN 526. *HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE IÓN HIDRÓGENO o pH.* 2013.

INEN 540. *ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO.* 1980.

INEN 541. *ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LA MATERIA GRASA.* 1980.

INEN 542. *ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA.* 1980.

INEN 543. *ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LA PROTEINA CRUDA.* 1980.

INEN 544. *ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DE LAS CENIZAS.* 1980.

KLEINHENZ, M; et al. “Nutrient concentrations, digestibility, and cannabinoid concentrations of industrial hemp plant components”. *Applied Animal Science* [En línea], 2020, 36(4), p.1. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02018>

LONDOÑO, J. Metodologías para el análisis bromatológico, físico y químico del cacao fermentado y seco, dentro del marco normativo internacional [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Celdas, Antioquia. 2016. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2064/1/Metodologias_analisis_bromatologico_cacao.pdf

LÓPEZ MONCHOLÍ, J. Diseño de un sistema de extracción de aceite de cáñamo para su uso en la industria farmacéutica y cosmética [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 2021.

MAG. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Ecuador: MAG 2018. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/109-2020-1.pdf>

MÁRQUEZ SIGUAS, B. *Cenizas y Grasas.* Perú: Universidad Nacional de San Agustín. 2014. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&is>

MARTÍNEZ GIRÓN, J.; et al. “Caracterización fisicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes Kunth, Arecaceae*) obtenida por secado convectivo”. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* [En línea]. 2017, 18(3). [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num3_art:747

NTE INEN 616. *HARINA DE TRIGO. REQUISITOS.* 2015. pp. 1-10.

NTE INEN 1 645. *HARINA DE ALFALFA DESHIDRATADA. REQUISITOS.* 2015.

NTE INEN 1529-10. *CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. MOHOS Y LEVADURAS VIABLES. RECUENTOS EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD.* 2013.

NTE INEN 522. *HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA FIBRA CRUDA.* 2013.

NTE INEN 526. *HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE IÓN HIDRÓGENO o pH.* 2013.

NTE INEN 616. *HARINA DE TRIGO. REQUISITOS.* 2015.

NTE INEN-ISO 6869. *ALIMENTOS PARA ANIMALES. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CALCIO, COBRE, HIERRO, MAGNESIO, MANGANESO, POTASIO, SODIO Y ZINC. MÉTODO POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA (ISO 6869:2000, IDT).* 2014.

PANTOJA NAZATE, R. Determinación del mejor tratamiento de la mezcla de harina de bagazo de cebada de malta con harina de trigo para la aplicación en productos panificados galletas [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Del Norte. Ibarra, Ecuador. 2020. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10119/2/03%20EIA%20497%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

PARKER, N; et al. “Assessment of spent hemp biomass as a potential ingredient in ruminant diet: nutritional quality and effect on performance, meat and carcass quality, and hematological parameters in finishing lambs”. *Journal of Animal Science* [En línea], 2022, 100(10), p.2. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/oxford-university-press/assessment-of-spent-hemp-biomass-as-a-potential-ingredient-in-ruminant-7AVXvjA9if>

RAMDANI, D; et al. “Chemical Composition, Plant Secondary Metabolites, and Minerals of Green and Black Teas and the Effect of Different Tea-to-Water Ratios during Their Extraction on the Composition of Their Spent Leaves as Potential Additives for Ruminants”. *Journal of*

Agricultural and Food Chemistry. [En línea], 2013, 61(20), 4961–4967. p.3. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en doi: 10.1021/jf4002439

RAMDANI, D; et al. “Properties of Black and Green Teas and Their Insoluble Residues as Natural Dietary Additives to Optimize in Vitro Rumen Degradability and Fermentation but Reduce Methane in Sheep”. *Animals*. [En línea], 2022, p.6. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani12030305>

RÁZURI ZAMBRANI, I. & RUGEL GONZÁLEZ, D., Uso terapéutico del cannabidiol en animales de compañía. Percepción de profesionales veterinarios de Guayaquil, Ecuador. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú* [En línea], 2021, 32(6). [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i6.20373>

ROMERO, A. *Harina de cáñamo. Hanfliebe* [En línea]. 2021. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://hanfliebe.at/es/producto/harina-de-c%C3%A1%C3%B1amo-org%C3%A1nico-1000g/>

SEVILLANO FUEL, J. Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de café en la elaboración de galletas. Trabajo de Titulación. Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Estatal Del Carchi. Tulcán - Ecuador. 2021.

SIFRE, M. D. *La Harina*. España: Universitat per a majors Seu del Nord - Sant Mateu. 2018. pp. 1-25. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://bibliotecavirtualsenior.es/wp-content/uploads/2019/06/LA-HARINA.pdf>

TIUPUL CARRILLO, P. & ARÉVALO RODRÍGUEZ, M. Estación agrometeorológica. Anuario climatológico. Riobamba: s.n. 2021.

TORO, G. “Determinación de vida útil en anaquel de pan libre de gluten a base de harina de quinua y envasado en polietileno y polipropileno”. *Ciencia y Desarrollo* [En línea]. 2014. pp. 18-68.

TORRES, L. & ROSSELLÓ, J. *Cannabis Terapéutico*. Barcelona: s.n. 2019. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=fWqbEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=alcaloides+del+cannabis+en+harina+&ots=T9EwR5vqGc&sig=RRqWG301s9Ve6EYTBkkD0ehbrts#v=onepage&q&f=false>

TOYO DÍAZ, M; et al. “Caracterización de biomasa vegetal con miras a su aprovechamiento en derivados de uso alimenticio”. *Revista Electrónica de Ciencias del Agro y Mar* [En línea], 2022, 4(7), p. 56. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: doi: <http://dx.doi.org/10.35381/a.g.v4i7.1868>

UNED. *Guía de Alimentación y Salud.* (F. d. Dietética, Editor) Obtenido de Necesidades de nutrientes: Minerales. [En línea]. 2023. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: https://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica/I/guia/etapas/adolescencia/neces_minerales.htm#:~:text=El%20calcio%20con%20el%20crecimiento,crecimiento%20del%20cabello%20y%20u%C3%B1as.

UNODC. *Métodos recomendados para la identificación y el análisis del cannabis y los productos del cannabis* [En línea]. New York: UNODC. 2010. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: https://www.unodc.org/documents/scientific/Cannabis_manual-Sp.pdf

URRIBARRÍ, A; et al. “Evaluación del potencial de la borra de café como materia prima para la producción de biodiesel”. *Multiciencias.* [En línea]. 2014, 14(2), p.133. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/904/90432601006.pdf>

VARGAS, Y. & PÉREZ, L. “Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente”. Facultad de Ciencias Básicas [En línea]. 2018, 14(1). pp. 59-72. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.3108>



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS DE HUMEDAD DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Muestra	m	m1	m2	% SS	Constante	% Humedad (H)
R1	1,018	30,075	31,093	30,959	86,83	100	13,17
R2	1,097	27,043	28,140	27,994	86,65	100	13,35
R3	1,026	28,007	29,033	28,898	86,83	100	13,17
R4	1,054	29,474	30,528	30,388	86,70	100	13,30
R5	1,017	30,662	31,679	31,544	86,68	100	13,32

ANEXO B: ANÁLISIS DE CENIZAS DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Peso del crisol vacío	Crisol + Muestra + Incineración	Crisol + Muestra	% Cenizas (C)
	m (g)	m1 (g)	m2 (g)	
R1		30,075	30,284	20,88
R2		27,043	27,255	20,80
R3		28,007	28,216	20,84
R4		29,474	29,683	20,78
R5		30,662	30,868	20,58

ANEXO C: ANÁLISIS DE PROTEÍNA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Rep.	Normalidad HCl	Volumen HCl (ml)	Factor F	Constante	Muestra (g)	% Proteína (P)
	N	V			M	
R1	0,1	25	6,25	0,014	1,092	20,03
R2	0,1	24	6,25	0,014	1,047	20,06
R3	0,1	25	6,25	0,014	1,098	19,92
R4	0,1	25	6,25	0,014	1,101	19,87
R5	0,1	26	6,25	0,014	1,128	20,17

ANEXO D: ANÁLISIS DE GRASA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Peso del vaso vacío	Vaso + Grasa extraída	Peso de la muestra seca	% Grasa (G)
	A (g)	B (g)	C (g)	
R1		59,621	59,652	1,00
R2		59,491	59,525	1,10
R3		60,148	60,184	1,19
R4		59,543	59,579	1,16
R5		60,341	60,374	1,09

ANEXO E: ANÁLISIS DE FIBRA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Peso del	Masa	Masa	% Fibra (F)
	crisol	antes	después	
	m (g)	P1	P2	
R1	30,253	31,256	30,354	10,07
R2	29,675	30,680	29,781	10,55
R3	29,528	30,531	29,628	9,97
R4	28,981	29,982	29,080	9,89
R5	30,334	31,336	30,439	10,48

ANEXO F: ANÁLISIS DE CARBOHIDRATOS DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa	Fibra	Extracto libre de nitrógeno
	% H	% C	% P	% G	% F	%ELN
R1	13,168	20,879	20,03	1,00	10,070	34,85
R2	13,348	20,805	20,06	1,10	10,547	34,14
R3	13,170	20,837	19,92	1,19	9,970	34,91
R4	13,298	20,775	19,87	1,16	9,890	35,01
R5	13,318	20,579	20,17	1,09	10,479	34,37

ANEXO G: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CANNABIDIOL (CBD) DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO EN HPLC-MS.



Cannabis Analyzer

Certificate of Analysis

Date: 2022-09-02T10:10:35
 LightLab: LABORATORIO CANNANDES
 Serial: LL030352
 Operator: Jeniffer Herrera
 Method: LightLab HPLC
 Test Type: CBD Dominant Plant
 Moisture: 0.0%
 Weight: 0.205 g
 Solvent: 30 ml
 Temperature: 19.5 °C
 Cultivar:
 Sample ID: Residuo de la biomasa de cannabis no Psicoactivo (Repetición – R1)
 Notes:

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.73	ND	Δ8-THC*	5.9	ND
Δ9-THC	0.73	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.73	2.1	THCV-A	--	--
CBD	0.73	1.4	THCV	--	--
CBG-A	0.73	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.73	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.73	ND	HHC	--	--
CBN	0.73	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.73	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.73	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.2			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



CannAndes

Approved

Date

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.



LightLab3
by Orange Photonics

Cannabis
Analyzer

Certificate of Analysis

Date:	2022-09-03T08:34:03	Method:	LightLab HPLC
LightLab:	LABORATORIO CANNANDES	Test Type:	CBD Dominant Plant
Serial:	LL030352	Moisture:	0.0%
Operator:	Jeniffer Herrera	Weight:	0.214 g
Sample ID:	Residuo de la biomasa de cannabis no Psicoactivo (Repetición – R2)	Solvent:	30 ml
Notes:		Temperature:	20.7 °C
		Cultivar:	

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.73	ND	Δ8-THC*	5.9	ND
Δ9-THC	0.73	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.73	2.7	THCV-A	--	--
CBD	0.73	1.0	THCV	--	--
CBG-A	0.73	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.73	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.73	ND	HHC	--	--
CBN	0.73	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.73	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.73	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.4			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



CannAndes

Approved

Date

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.



LightLab3
by Orange Photonics

Cannabis
Analyzer

Certificate of Analysis

Date:	2022-09-03T08:51:16	Method:	LightLab HPLC
LightLab:	LABORATORIO CANNANDES	Test Type:	CBD Dominant Plant
Serial:	LL030352	Moisture:	0.0%
Operator:	Jeniffer Herrera	Weight:	0.209 g
Sample ID:	Residuo de la biomasa de cannabis no Psicoactivo (Repetición – R3)	Solvent:	30 ml
Notes:		Temperature:	22.1 °C
		Cultivar:	

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.73	ND	Δ8-THC*	5.9	ND
Δ9-THC	0.73	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.73	2.4	THCV-A	--	--
CBD	0.73	1.5	THCV	--	--
CBG-A	0.73	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.73	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.73	ND	HHC	--	--
CBN	0.73	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.73	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.73	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.6			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



CannAndes

Approved

Date

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.



LightLab3
by Orange Photonics

Cannabis
Analyzer

Certificate of Analysis

Date:	2022-09-03T09:28:10	Method:	LightLab HPLC
LightLab:	LABORATORIO CANNANDES	Test Type:	CBD Dominant Plant
Serial:	LL030352	Moisture:	0.0%
Operator:	Jeniffer Herrera	Weight:	0.212 g
		Solvent:	30 ml
Sample ID:	Residuo de la biomasa de cannabis no Psicoactivo (Repetición – R4)	Temperature:	23.0 °C
Notes:		Cultivar:	

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.73	ND	Δ8-THC*	5.9	ND
Δ9-THC	0.73	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.73	2.2	THCV-A	--	--
CBD	0.73	1.7	THCV	--	--
CBG-A	0.73	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.73	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.73	ND	HHC	--	--
CBN	0.73	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.73	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.73	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.6			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



Approved

Date

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.



LightLab3
by Orange Photonics

Cannabis
Analyzer

Certificate of Analysis

Date:	2022-09-03T10:02:36	Method:	LightLab HPLC
LightLab:	LABORATORIO CANNANDES	Test Type:	CBD Dominant Plant
Serial:	LL030352	Moisture:	0.0%
Operator:	Jeniffer Herrera	Weight:	0.211 g
		Solvent:	30 ml
Sample ID:	Residuo de la biomasa de cannabis no Psicoactivo (Repetición – R5)	Temperature:	23.7 °C
Notes:		Cultivar:	

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.73	ND	Δ8-THC*	5.9	ND
Δ9-THC	0.73	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.73	2.5	THCV-A	--	--
CBD	0.73	1.3	THCV	--	--
CBG-A	0.73	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.73	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.73	ND	HHC	--	--
CBN	0.73	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.73	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.73	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.5			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



Approved

Date

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.

Repeticiones	Total, CBD
R1	3,20
R2	3,40
R3	3,60
R4	3,60
R5	3,50

ANEXO H: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

	<i>Humedad</i>	<i>Cenizas</i>	<i>Proteína</i>	<i>Grasa</i>	<i>Fibra</i>	<i>Carbohidratos</i>	<i>CBD</i>
Media	13,26	20,78	20,01	1,11	10,19	34,66	3,46
Error típico	0,04	0,05	0,05	0,03	0,13	0,17	0,07
Mediana	13,30	20,80	20,03	1,10	10,07	34,85	3,50
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	3,60
Desviación estándar	0,09	0,12	0,12	0,07	0,30	0,38	0,17
Varianza de la muestra	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,14	0,03
Curtosis	-3,01	3,04	-0,89	0,18	-2,90	-2,10	0,54
Coefficiente de asimetría	-0,41	-1,63	0,16	-0,61	0,44	-0,70	-1,09
Rango	0,18	0,30	0,30	0,19	0,66	0,87	0,40
Mínimo	13,17	20,58	19,87	1,00	9,89	34,14	3,20
Máximo	13,35	20,88	20,17	1,19	10,55	35,01	3,60
Suma	66,30	103,88	100,05	5,54	50,96	173,28	17,30
Cuenta	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Coefficiente de Variación	0,64	0,56	0,59	6,61	2,96	1,09	4,84

ANEXO I: ELABORACIÓN DE HARINA A PARTIR DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.



ANEXO J: ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Tamiz	Masa de la muestra de harina (g)	Masa del papel sin harina (g)	Masa - papel con la fracción de harina (g)	% MR	% Pasa
3.15 mm	100	1,620	1,840	0,22	99,78
2 mm	100	0,840	2,280	1,44	98,56
1 mm	100	0,840	2,920	2,08	97,92
0,500 mm	100	0,860	3,570	2,71	97,29
0,250 mm	100	1,650	4,660	3,01	96,99
0,200 mm	100	1,650	5,830	4,18	95,82
0,100 mm	100	1,650	8,870	7,22	92,78

ANEXO K: ANÁLISIS DE HUMEDAD DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Muestra	m1	m2	m3	Constante	% Humedad (H)
R1	1,0435	29,533	30,577	30,481	100	9,18
R2	1,0721	28,506	29,578	29,481	100	9,03
R3	1,0345	30,194	31,229	31,134	100	9,14
R4	1,0664	27,825	28,892	28,792	100	9,33
R5	1,0111	30,180	31,191	31,096	100	9,40

ANEXO L: ANÁLISIS DE CENIZAS DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Peso del Crisol vacío	Crisol + Muestra + Incineración	Crisol + Muestra	% Cenizas (C)
	m (g)	m1 (g)	m2 (g)	
R1	28,060	28,223	29,060	16,30
R2	27,098	27,261	28,097	16,32
R3	29,531	29,692	30,535	16,04
R4	30,132	30,293	31,137	16,02
R5	30,716	30,881	31,724	16,37

ANEXO M: ANÁLISIS DE PROTEÍNA DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Normalidad	Volumen	Factor F	Constante	Muestra	% Proteína
	HCl	HCl (ml)			(g)	(P)
	N	V			M	
R1	0,1	31	6,25	0,014	1,161	23,36
R2	0,1	27	6,25	0,014	1,029	22,96
R3	0,1	28	6,25	0,014	1,026	23,88
R4	0,1	30	6,25	0,014	1,102	23,82
R5	0,1	28	6,25	0,014	1,034	23,69

ANEXO N: ANÁLISIS DE GRASA DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Peso del	Vaso + Grasa	Peso de la	% Grasa
	vaso vacío	extraída	muestra seca	(G)
	A (g)	B (g)	C (g)	
R1	60,515	60,555	3,106	1,29
R2	59,594	59,633	3,099	1,26
R3	59,636	59,676	3,070	1,31
R4	60,573	60,614	3,097	1,34
R5	60,538	60,575	3,020	1,22

ANEXO O: ANÁLISIS DE FIBRA DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Peso del	Masa antes	Masa después	% Fibra
	crisol	incineración	incineración	(F)
	m (g)	P1	P2	
R1	29,533	30,536	29,748	21,44
R2	27,505	28,510	27,725	21,89
R3	30,194	31,196	30,415	22,06
R4	28,825	29,826	29,029	20,38
R5	30,179	31,181	30,398	21,86

ANEXO P: ANÁLISIS DE CARBOHIDRATOS DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa	Fibra	Extracto Libre de Nitrógeno
	% H	% C	% P	% G	% F	%ELN
R1	9,18	16,30	23,36	1,29	21,44	28,43
R2	9,03	16,32	23,88	1,26	21,89	27,62
R3	9,14	16,04	22,96	1,31	22,06	28,49
R4	9,33	16,02	23,82	1,34	20,38	29,11
R5	9,40	16,37	23,69	1,22	21,86	27,46

ANEXO Q: ANÁLISIS DE PH DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	pH
R1	7,47
R2	7,49
R3	7,49
R4	7,48
R5	7,49

ANEXO R: ANÁLISIS DE ACIDEZ DE LA HARINA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

Repeticiones	muestra (ml)	Normalidad NaOH	Volumen NaOH (ml)	mEq Ácido Sulfúrico	% ACIDEZ
	M	N	V NaOH	mEq	
R1	10,00	0,02	32,000	0,049	0,31
R2	10,00	0,02	30,000	0,049	0,29
R3	10,00	0,02	28,000	0,049	0,27
R4	10,00	0,02	31,000	0,049	0,30
R5	10,00	0,02	28,000	0,049	0,27

ANEXO S: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CANNABIDIOL (CBD) EN LA HARINA OBTENIDA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.



Cannabis Analyzer

Certificate of Analysis

Date:	2022-09-02T10:36:56	Method:	LightLab HPLC
LightLab:	LABORATORIO CANNANDES	Test Type:	CBD Dominant Plant
Serial:	LL030352	Moisture:	0.0%
Operator:	Jeniffer Herrera	Weight:	0.182 g
Sample ID:	Repetición - R1	Solvent:	30 ml
Notes:	Harina del residuo de la biomasa de cannabis no psicoactivo	Temperature:	20.8 °C
		Cultivar:	

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.82	ND	Δ8-THC*	6.6	ND
Δ9-THC	0.82	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.82	2.1	THCV-A	--	--
CBD	0.82	1.5	THCV	--	--
CBG-A	0.82	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.82	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.82	ND	HHC	--	--
CBN	0.82	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.82	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.82	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.3			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



Approved

Date

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.

Date: 2022-09-02T11:03:49 Method: LightLab HPLC
 LightLab: LABORATORIO CANNANDES Test Type: CBD Dominant Plant
 Serial: LL030352 Moisture: 0.0%
 Operator: Jeniffer Herrera Weight: 0.213 g
 Solvent: 30 ml
 Sample ID: Repetición - R2 Temperature: 21.8 °C
 Cultivar:
 Notes: Harina del residuo de la biomasa de cannabis no psicoactivo

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.70	ND	Δ8-THC*	5.6	ND
Δ9-THC	0.70	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.70	2.2	THCV-A	--	--
CBD	0.70	1.5	THCV	--	--
CBG-A	0.70	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.70	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.70	ND	HHC	--	--
CBN	0.70	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.70	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.70	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.4			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



Approved _____

Date _____

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.



LightLab³
by Orange Photonics

Cannabis
Analyzer

Certificate of Analysis

Date:	2022-09-02T11:40:15	Method:	LightLab HPLC
LightLab:	LABORATORIO CANNANDES	Test Type:	CBD Dominant Plant
Serial:	LL030352	Moisture:	0.0%
Operator:	Jeniffer Herrera	Weight:	0.214 g
Sample ID:	Repetición - R3	Solvent:	30 ml
Notes:	Harina del residuo de cannabis no psicoactivo	Temperature:	23.1 °C
		Cultivar:	

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.70	ND	Δ8-THC*	5.6	ND
Δ9-THC	0.70	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.70	2.3	THCV-A	--	--
CBD	0.70	1.5	THCV	--	--
CBG-A	0.70	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.70	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.70	ND	HHC	--	--
CBN	0.70	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.70	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.70	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.5			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



CannAndes

Approved

Date

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.



LightLab³
by Orange Photonics

Cannabis
Analyzer

Certificate of Analysis

Date:	2022-09-02T11:59:38	Method:	LightLab HPLC
LightLab:	LABORATORIO CANNANDES	Test Type:	CBD Dominant Plant
Serial:	LL030352	Moisture:	0.0%
Operator:	Jeniffer Herrera	Weight:	0.21 g
Sample ID:	Repetición - R4	Solvent:	30 ml
		Temperature:	23.6 °C
		Cultivar:	
Notes:	Harina del residuo de la biomasa de cannabis no psicoactivo		

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.71	ND	Δ8-THC*	5.7	ND
Δ9-THC	0.71	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.71	2.2	THCV-A	--	--
CBD	0.71	2.0	THCV	--	--
CBG-A	0.71	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.71	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.71	ND	HHC	--	--
CBN	0.71	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.71	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.71	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.9			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



CannAndes

Approved

Date

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.



LightLab³
by Orange Photonics

Cannabis
Analyzer

Certificate of Analysis

Date:	2022-09-02T12:17:18	Method:	LightLab HPLC
LightLab:	LABORATORIO CANNANDES	Test Type:	CBD Dominant Plant
Serial:	LL030352	Moisture:	0.0%
Operator:	Jeniffer Herrera	Weight:	0.206 g
Sample ID:	Repetición - R5	Solvent:	30 ml
Notes:	Harina del residuo de biomasa de cannabis no psicoactivo	Temperature:	23.9 °C
		Cultivar:	

Cannabinoid Profile

Analyte	LOQ	%	Analyte	LOQ	%
THC-A	0.73	ND	Δ8-THC*	5.8	ND
Δ9-THC	0.73	ND	Δ10-THC	--	n/a
CBD-A	0.73	2.4	THCV-A	--	--
CBD	0.73	1.6	THCV	--	--
CBG-A	0.73	ND	Δ9-THC-O	--	--
CBG	0.73	ND	Δ8-THC-O	--	--
CBN-A	0.73	ND	HHC	--	--
CBN	0.73	ND	Δ9-THCP	--	--
CBC-A	0.73	ND	Δ8-THCP	--	--
CBC	0.73	ND	Terpenes		Low
Total THC		ND			
Total CBD		3.7			

ND = Not Detected; n/a = Not Analyzed; LOQ = Limit of Quantification; Total THC = (0.877 x THC-A) + Δ9-THC; Total CBD = (0.877 x CBD-A) + CBD. * Δ8THC has lower precision and higher detection limit than other cannabinoids



CannAndes

Approved

Date

The signatory confirms that the Operator has performed the sample preparation according to the LightLab User's Guide. This report is for quality assurance purposes only. These results relate only to the sample included on this report. Orange Photonics makes no claims as to the efficacy, safety, or risks associated with any detected or non-detected level of any compounds reported herein. Orange Photonics makes no claims regarding the adherence to sample preparation guidelines, by the operator, as outlined in the LightLab User's Guide.

Repeticiones	Total, CBD
R1	3,30
R2	3,40
R3	3,50
R4	3,90
R5	3,70

ANEXO T: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA HARINA OBTENIDA A PARTIR DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

	<i>Humedad</i>	<i>Cenizas</i>	<i>Proteína</i>	<i>Grasa</i>	<i>Fibra</i>	<i>HC</i>	<i>CBD</i>	<i>pH</i>	<i>Acidez</i>
Media	9,22	16,21	23,54	1,28	21,52	28,22	3,56	7,48	0,29
Error típico	0,07	0,07	0,17	0,02	0,30	0,30	0,11	0,00	0,01
Mediana	9,18	16,30	23,69	1,29	21,86	28,43	3,50	7,49	0,29
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	7,49	0,27
Desviación estándar	0,15	0,17	0,38	0,05	0,68	0,68	0,24	0,01	0,02
Varianza de la muestra	0,02	0,03	0,15	0,00	0,46	0,46	0,06	0,00	0,00
Curtosis	-1,41	-3,12	-0,04	-0,45	2,71	-1,56	-0,95	0,31	-2,32
Coefficiente de asimetría	0,02	-0,50	-1,06	-0,35	-1,68	0,09	0,60	1,26	0,05
Rango	0,37	0,35	0,92	0,12	1,68	1,65	0,60	0,02	0,04
Mínimo	9,03	16,02	22,96	1,22	20,38	27,46	3,30	7,47	0,27
Máximo	9,40	16,37	23,88	1,34	22,06	29,11	3,90	7,49	0,31
Suma	46,08	81,04	117,72	6,42	107,6	141,1	17,80	37,4	1,46
Cuenta	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
C.V	1,60	1,03	1,63	3,59	3,16	2,40	6,76	0,12	6,00

ANEXO U: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL ANÁLISIS DE MINERALES DE LA HARINA OBTENIDA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.

	<i>Calcio (Ca)</i>	<i>Hierro (Fe)</i>	<i>Magnesio (Mg)</i>	<i>Zinc (Zn)</i>
Media	3,34	345,26	107,08	7793,44
Error típico	0,01	0,40	0,21	0,19
Mediana	3,35	344,89	107,28	7793,69
Moda	3,35	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	0,03	0,90	0,47	0,43
Varianza de la muestra	0,00	0,81	0,22	0,18
Curtosis	-1,22	1,66	4,71	-3,16
Coefficiente de asimetría	-0,83	1,44	-2,15	-0,58
Rango	0,06	2,19	1,13	0,87
Mínimo	3,30	344,53	106,24	7792,94
Máximo	3,36	346,72	107,37	7793,81
Suma	16,68	1726,28	535,41	38967,22
Cuenta	5,00	5,00	5,00	5,00
Coefficiente de Variación	0,75	0,26	0,44	0,01

ANEXO V: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA OBTENIDA DEL RESIDUO DE LA BIOMASA DEL CÁÑAMO.



INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 222797
Informe N° 222797A
Hoja 1 de 2

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: Jeniffer Herrera
Dirección: Cayambe
Muestra: Harina del residuo de cannabis no psicoactivo
Descripción: Polvo
Contenido declarado: 100g
Fecha Elaboración: 11 de agosto del 2022
Fecha Vencimiento: 11 de septiembre del 2022
Lote: —
Envase: Envase PET
Conservación de la muestra: Ambiente

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 15 de agosto del 2022
Toma de muestra por: Cliente
Temperatura: 30°C ± 2°C
Humedad Relativa: 70 ± 5 %

ORGANOLÉPTICO:

CARACTERISTICA	15 de agosto del 2022	22 de agosto del 2022	31 de agosto del 2022	11 de septiembre del 2022
*COLOR	Verde	Verde	Verde	Verde
*OLOR	Característico	Característico	Característico	Característico
*SABOR	Característico	Característico	Característico	Característico
*ASPECTO	Polvo fino	Polvo fino	Polvo fino	Polvo fino

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARAMETRO (UFC/g)	15 de agosto del 2022				
	R1	R2	R3	R4	R5
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Recuento de Mohos	1,0 x 10 ¹	1,1 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹
Recuento de Levaduras	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

PARAMETRO (UFC/g)	22 de agosto del 2022				
	R1	R2	R3	R4	R5
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Recuento de Mohos	1,4 x 10 ¹	1,3 x 10 ¹	1,3 x 10 ¹	1,4 x 10 ¹	1,3 x 10 ¹
Recuento de Levaduras	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

NOTA: Se realizó una estabilidad NORMAL en su empaque original y a la temperatura y humedad antes mencionadas por un tiempo de 30 DIAS.

LABOLAB se responsabiliza solo por el lote analizado.

* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

* Autorización de envío vía electrónica: Dra. Cecilia Luzuriaga – Gerente

Fecha emisión: 13/09/2022

INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 222797
Informe N° 222797A
Hoja 2 de 2

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARAMETRO (UFC/g)	31 de agosto del 2022				
	R1	R2	R3	R4	R5
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Recuento de Mohos	1,9 x 10 ¹	2,0 x 10 ¹			
Recuento de Levaduras	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

PARAMETRO (UFC/g)	11 de septiembre del 2022				
	R1	R2	R3	R4	R5
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Recuento de Mohos	2,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ¹
Recuento de Levaduras	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADOS				
		R1	R2	R3	R4	R5
Calcio (%)	Standard Methods 3030B, 3111B	3,35	3,36	3,30	3,32	3,35
Hierro (mg/kg)	AOAC 944.02	344,89	346,72	345,49	344,53	344,65
Zinc (mg/kg)	AOAC 999.10	107,31	106,24	107,28	107,37	107,21
Magnesio (mg/kg)	Standard Methods 3030B, 3111B	7793,69	7793,02	7792,94	7793,81	7793,76

NOTA: Se realizó una estabilidad NORMAL en su empaque original y a la temperatura y humedad antes mencionadas por un tiempo de 30 DIAS.

LABOLAB se responsabiliza solo por el lote analizado.

* Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Cecilia Luzuriaga
Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada, tal como fue recibida en LABOLAB.

LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

* Autorización de envío vía electrónica: Dra. Cecilia Luzuriaga – Gerente

Fecha emisión: 13/09/2022



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jeniffer Jazmín Herrera Reinoso
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniera Agroindustrial
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

α


DIRECCIÓN DE PROCESOS TÉCNICOS
Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE
Y LA INVESTIGACIÓN
 Ing. Jhonatan Parreño Uquillas MBA
ANALISTA DE BIBLIOTECA 1

0946-DBRA-UTP-2023

