



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

Título:

**“EVALUACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE LA EXTRACCIÓN
DE LA FIBRA DEL (*Cannabis sativa L*)”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieras Agroindustriales

Autoras:

Chacán Campos Jazmín Stefanía

Quispe Tocte Lorena Alexandra

Tutora:

Arias Palma Gabriela Beatriz Ing. M.Sc

LATACUNGA- ECUADOR

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chacán Campos Jazmín Stefanía, con cédula de ciudadanía No. **1726404195**; y, **Quispe Tocte Lorena Alexandra**, con cédula de ciudadanía No. **1725848004**; declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: **“Evaluación de dos metodologías de la extracción de la fibra del (*Cannabis sativa L.*)”**, siendo la Ingeniera M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica del Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 18 de marzo del 2022

Chacán Campos Jazmín Stefanía
Estudiante
CC: 1726404195

Quispe Tocte Lorena Alexandra
Estudiante
CC: 1725848004

Ing. M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma
Docente Tutora
CC: 1714592746

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CHACÁN CAMPOS JAZMÍN STEFANÍA**, identificada con cédula de ciudadanía N° **1726404195** de estado civil **soltera**, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector Encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica del Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Evaluación de dos metodologías de la extracción de la fibra del (*Cannabis sativa L.*)**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Fecha de inicio de la carrera: Octubre 2016 – Marzo 2017

Fecha de finalización: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo. - 7 de Enero del 2022

Tutora: Ing. M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma

Tema: “**Evaluación de dos metodologías de la extracción de la fibra del (*Cannabis sativa L.*)**”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de marzo del 2022.

Chacán Campos Jazmín Stefanía

Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

LA CEDENTE

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **QUISPE TOCTE LORENA ALEXANDRA**, identificada con cédula de ciudadanía N° **1725848004** de estado civil **soltera**, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector Encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica del Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Evaluación de dos metodologías de la extracción de la fibra del (*Cannabis sativa L.*)**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Fecha de inicio de la carrera: Abril 2017 – Agosto 2017

Fecha de finalización: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 7 de enero del 2022

Tutora: Ing. M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma

Tema: “**Evaluación de dos metodologías de la extracción de la fibra del (*Cannabis sativa L.*)**”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de marzo del 2022.

Quispe Tocte Lorena Alexandra

Ing. Ph.D Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

LA CEDENTE

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE LA EXTRACCIÓN DE LA FIBRA DEL (*CANNABIS SATIVA L.*)”, de Chacán Campos Jazmín Stefania y Quispe Tocte Lorena Alexandra, de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, consideramos que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 18 de marzo del 2022

Ing. M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma

DOCENTE TUTORA

C.C: 1714592746

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes **Chacán Campos Jazmín Stefanía** y **Quispe Tocte Lorena Alexandra**, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE LA EXTRACCIÓN DE LA FIBRA DEL (CANNABIS SATIVA L.)”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 18 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. M.Sc. Hernán Patricio Bastidas Pacheco

CC: 050188626-1

Lector 2

Q.A. M.Sc. Gustavo José Sandoval Cañas

CC: 171369753-8

Lector 3

Dra. Mg. Patricia Andrade Aulestia

CC: 050223755-5

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, quiero agradecer a Dios, por brindarme salud, fortaleza y haberme permitido llegar a la culminación de este proyecto, agradecer a mi querida Universidad por permitirme forjarme en sus aulas y llenarme de conocimientos. A mis queridos docentes y en especial a mi tutora por su paciencia, ayuda y dedicación me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto. A mi padre Ernesto Chacán y a mi madre Inés Campos quienes siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y consejos siendo los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mí, por los principios y valores que me han inculcado.

Agradecer de igual manera a mi hermana Shirly Chacán, que fue un pilar fundamental demostrando así su cariño y apoyo incondicional. A mi novio Fabián quien me brindo apoyo y comprensión absoluta.

Gracias a la vida por este nuevo logro. A todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de este proyecto.

Chacán Campos Jazmín Stefanía

AGRADECIMIENTO

Antes que nada, agradezco a Dios, nuestro señor por darme salud y vida para poder alcanzar cada uno de mis propósitos, así como las bendiciones que me brinda para seguir adelante y culminar este proyecto.

Agradezco a mis padres por nunca perder la esperanza y la fe a lo largo de esta hermosa trayectoria, gracias a su ejemplo de perseverancia me han enseñado a nunca desfallecer en el intento por lo cual me ha permitido cumplir una de mis metas más anheladas.

Gracias a mis hermanos y familia que de forma directa o indirecta me apoyaron durante mi vida estudiantil con sus palabras de aliento para seguir adelante.

Finalmente doy gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a los docentes de la Carrera Ingeniería en Agroindustria, en especial a la Ing. M.Sc. Gabriela Arias que es nuestra tutora de tesis por su paciencia, enseñanza y dedicación aportó para que se lleve a cabo esta investigación y así llegar a ser una buena profesional.

Quispe Tocte Lorena Alexandra

DEDICATORIA

Quiero dedicar a Dios por haberme dado inteligencia, salud y sabiduría para lograr mis metas, además de su infinita bondad y amor, a mis docentes, a mi querida institución la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme permitido llegar hasta este punto. A mi padre Ernesto Chacán y a mi madre Inés Campos por apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su confianza, amor y paciencia.

A mi hermana quien pese a todo siempre me brindó su apoyo incondicional en el trayecto de la vida estudiantil universitaria. A mi novio por sus consejos, apoyo y comprensión en el transcurso de la realización del proyecto.

Chacán Campos Jazmín Stefanía

DEDICATORIA

Dedico de todo corazón mi proyecto primeramente a mis padres Gustavo y Amelia por ser mi luz y mi sendero, sin ellos se me hubiera hecho imposible cumplir uno de mis anhelos más deseados, ellos son la fuente de apoyo incondicional, con su bendición a diario a lo largo de mi vida estudiantil me han llevado por el camino del bien, por esa razón dedico mi trabajo en homenaje a su paciencia, comprensión y amor de padres.

De la misma forma dedico mi trabajo a mis hermanos Henry, Jenny y Jefferson por ser quienes han estado siempre a mi lado apoyándome en las buenas y en las malas, dándome el impulso para seguir adelante y cumplir con mi objetivo.

Finalmente dedico este trabajo a mi madrina por ser la persona que me impulsó a continuar estudiando cuando ya no pensaba si estudiaría y menos una carrera tan larga como esta, ella confió en mí y puso todas sus esperanzas en que lo lograría.

Quispe Tocte Lorena Alexandra

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
TÍTULO: “EVALUACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE LA EXTRACCIÓN DE LA FIBRA DEL (*Cannabis sativa L*)”

AUTORAS:

Chacán Campos Jazmín Stefanía

Quispe Tocte Lorena Alexandra

RESUMEN

En el Ecuador no existe indicios que se haya realizado la extracción de las fibras del tallo del *Cannabis sativa L*, mucho menos con fines industriales debido a que la principal problemática que presentaba a la industria era por la penalización de la planta, es por ello que se reformó la Ley Orgánica de Prevención Integral del Fenómeno Socioeconómico de las Drogas y de Regulación y Control del Uso de Sustancias Catalogadas Sujetas a Fiscalización que entró en vigencia el 21 de junio de 2020 dando lugar a la nueva industria del cannabis siendo una alternativa que genera empleo en algunos sectores del país mediante el desarrollo de nuevas líneas de investigación ya que cuenta con características adecuadas para la creación de diferentes productos por su dureza y resistencia, actualmente en Ecuador existen 705 empresas a nivel nacional de las cuales se destacan Cannandes y Ecuacáñamo que se dedican al cultivo de la planta, por esta razón el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo la evaluación de dos metodologías de extracción de la fibra del *Cannabis sativa L* con fines industriales en el cual se utilizó el método biológico con el enriado con agua estancada y el método químico con el peróxido de hidrogeno e hipoclorito de sodio, también en esta investigación se aplicó una estadística descriptiva de las variables en estudio como fueron peso fibra fina, corta y estopa al igual que el porcentaje de humedad, densidad, fibra cruda, celulosa, lignina y rendimiento. A continuación, se realizó un análisis fisicoquímico en el Laboratorio SeidLaboratory y el Laboratorio de resistencia de materiales y geotécnica de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador de la fibra obtenida en la cual se obtuvo por el método biológico los siguientes resultados una fibra con 11,21% de humedad, 69,76% de celulosa, 9,95% de lignina, 0,0523 g/ml de densidad, 68,15% de fibra cruda y un rendimiento de 8,4% mientras que por el método químico se obtuvo una fibra con un 13,91% de humedad, 64,31% de celulosa, 8,18% de lignina, 0,0372 g/ml de densidad, 63,10% de fibra cruda y un rendimiento de 9,8%. Finalmente se llevó a cabo una determinación de costos con fines industriales de la fibra del cannabis en donde se calculó para el método biológico un costo de \$49,06 para la producción de 100 g de fibra es por eso que para la venta de 1g este costaría 0,49 ctvs mientras que para el método químico un costo de \$75,54 para la producción de 100g de fibra es por eso que para la venta de 1g este costaría 0,75 ctvs siendo no viable en la producción en el mercado además se formuló una propuesta como alternativa de uso de la fibra en la elaboración de papel kraft, envases biodegradables y eco ladrillos. Deduciendo que el mejor método de extracción es el método biológico debido a que presentó mejores parámetros de calidad y menor costo de producción.

Palabras claves: extracción, método, biológico, químico, celulosa, lignina, rendimiento, costos, fibra, cannabis.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES FACULTY
TOPIC: "TWO METHODOLOGIES ASSESSMENT FOR THE FIBER EXTRACTION
FROM (*Cannabis sativa L*)".

AUTHORS: Chacán Campos Jazmin Stefanía

Quispe Tocte Lorena Alexandra

ABSTRACT

In Ecuador there are no indications that the extraction of the fibers from the stem of *Cannabis sativa L* has been carried out, much less for industrial purposes because the main problem that it presented to the industry was the penalization of the plant, which is why The Organic Law for the Comprehensive Prevention of the Socioeconomic Phenomenon of Drugs and for the Regulation and Control of the Use of Cataloged Substances Subject to Supervision was reformed, which entered into force on June 21, 2020, giving rise to the new cannabis industry, being an alternative that generates employment in some sectors of the country through the development of new lines of research since it has adequate characteristics for the creation of different products due to its hardness and resistance, currently in Ecuador there are 705 companies nationwide, of which Cannandes and Ecuacáñamo stand out. are dedicated to the cultivation of the plant, for this reason the present research project had as its objective e evaluation of two methodologies for extracting the fiber of *Cannabis sativa L* for industrial purposes in which the biological method was used with retting with stagnant water and the chemical method with hydrogen peroxide and sodium hypochlorite, also in this investigation. Descriptive statistics were applied to the variables under study, such as the weight of fine, short and tow fiber, as well as the percentage of moisture, density, crude fiber, cellulose, lignin, and yield. Next, a physicochemical analysis was carried out at the SeidLaboratory Laboratory and the Resistance of Materials and Geotechnical Laboratory of the Faculty of Engineering of the Pontifical Catholic University of Ecuador of the fiber obtained, in which the following results were obtained by the biological method: fiber with 11.21% moisture, 69.76% cellulose, 9.95% lignin, 0.0523 g/ml density, 68.15% crude fiber and a yield of 8.4% while by the chemical method obtained a fiber with 13.91% humidity, 64.31% cellulose, 8.18% lignin, 0.0372 g/ml density, 63.10% crude fiber and a yield of 9.8%. Finally, a cost determination was carried out for industrial purposes of cannabis fiber where a cost of \$49.06 for the production of 100 g of fiber was calculated for the biological method, that is why for the sale of 1 g this would cost 0.49 cents while for the chemical method a cost of \$75.54 for the production of 100g of fiber is why for the sale of 1g this would cost 0.75 cents being not viable in the production in the market it was also formulated a proposal as an alternative for the use of fiber in the production of kraft paper, biodegradable packaging and eco-bricks. Deducing that the best extraction method is the biological method because it presented better quality parameters and lower production cost.

Keywords: extraction, method, biological, chemical, cellulose, lignin, yield, costs, fiber, cannabis.

ÍNDICE DE PRELIMINARES

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	vi
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	x
AGRADECIMIENTO.....	xi
DEDICATORIA	xiii
AGRADECIMIENTO.....	xii
DEDICATORIA	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
ÍNDICE DE PRELIMINARES.....	xvii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxii
ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS.....	xxii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xxiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xxv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1 Beneficiarios Directos.....	3
3.2 Beneficiarios Indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3

5. OBJETIVOS	4
5.1 Objetivo General	4
5.2 Objetivos Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1 Antecedentes	6
7.2 Marco Teórico.....	7
7.2.1 Planta de Cannabis (<i>Cannabis sativa L</i>).....	7
7.2.2 Importancia.....	8
7.2.3 Descripción botánica.....	8
7.2.4 Tipos de las variedades del cannabis.....	10
7.2.4.1 <i>Cannabis sativa L</i>	10
7.2.4.2 <i>Cannabis indica L</i>	10
7.2.4.3 <i>Cannabis ruderalis L</i>	11
7.2.5 Clasificación taxonómica del (<i>Cannabis sativa L</i>).....	12
7.2.6 Legislación ecuatoriana de licencias para el uso del Cannabis sativa L.....	12
7.2.7 Proceso de producción del (<i>Cannabis sativa L</i>)	14
7.2.8 Fibra de la planta del cannabis sativa (<i>Cannabis sativa L</i>)	14
7.2.8.1 Tipos de fibra del (<i>Cannabis sativa L</i>)	14
7.2.8.2 Propiedades y beneficios de la fibra	15
7.3 Los usos más comunes de las fibras en el mercado.....	15
7.3.1 Rendimiento de la fibra del cannabis (<i>Cannabis sativa</i>)	16
7.4 Cosecha y extracción de la fibra	17
7.5 Métodos de extracción de fibras vegetales	17
7.5.1 Método de extracción manual.....	18

7.5.2 Método de extracción biológico.....	18
7.5.2.1 Tipos de métodos biológicos	18
7.5.3 Método de extracción por desfibrado mecánico	19
7.5.4 Métodos de extracción química	19
7.5.4.1 Extracción con hidróxido de sodio.....	19
7.5.4.2 Extracción con sulfito de sodio.....	19
7.5.4.3 Extracción con peróxido de hidrógeno e hidróxido de sodio	20
7.5.5 Calidad de la fibra.....	20
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	21
8.1 Preguntas Directrices	21
8.2 Validación de las preguntas directrices	21
9. METODOLOGÍAS / DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
9.1 Modalidad de Investigación	22
9.1.1 Comparativo.....	22
9.2 Tipos de investigación	23
9.2.1 Investigación bibliográfica	23
9.3 Métodos de investigación.....	23
9.3.1 Método inductivo.....	23
9.4 Técnicas de Investigación	24
9.4.1 Observación.....	24
9.6 Materiales del proyecto de investigación	24
9.6.1 Materiales.....	24
9.6.2 Equipos.....	25
9.6.3 Reactivos.....	25
9.7 Metodología para la obtención de la fibra del cannabis	25
9.7.1 Método biológico.....	25

9.7.1.1 Descripción del método biológico (Enriado)	25
9.7.1.2 Diagrama de flujo de la extracción de la fibra por el método biológico.....	27
9.7.2 Método Químico.....	27
9.7.2.1 Descripción del proceso químico (peróxido de hidrógeno).....	28
9.7.2.2 Diagrama de flujo de la extracción de la fibra por el método químico.	29
9.7.3 Análisis Estadístico.....	30
9.7.3.1 Estadística Descriptiva	30
9.7.3.1.1 Humedad.....	30
9.7.3.1.2 Densidad.....	31
9.7.3.1.3 Celulosa.....	31
9.7.3.1.4 Lignina.....	32
9.7.3.1.5 Fibra cruda.....	32
9.7.3.1.6 Rendimiento.....	32
9.7.3.1.7 Representación Gráfica	33
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
10.1 Análisis estadístico de las variables en estudio de la fibra del <i>Cannabis sativa L</i> por el método de obtención de enriado y químico.....	33
10.2 Determinación del rendimiento de la fibra del <i>Cannabis sativa L</i>	40
10.2.1 Determinación de los costos con fines industriales de la obtención de la fibra	41
10.2.2 Elaboración de papel Kraft a partir de la fibra del <i>Cannabis sativa L</i>	43
10.2.3 Elaboración de un envase biodegradable de la fibra del <i>Cannabis sativa L</i>	47
10.2.4 Elaboración de eco ladrillos a partir de la fibra del <i>Cannabis sativa L</i>	50
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES, AMBIENTALES).....	53
11.1 Impactos técnicos	53
11.2 Impactos sociales.....	53
11.3 Impactos económicos.....	53

11.4 Impactos ambientales.....	53
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	54
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
13.1 Conclusiones	56
13.2 Recomendaciones	57
14. BIBLIOGRAFÍA.....	57
15. ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.	5
Tabla 2. Clasificación taxonómica del <i>Cannabis sativa</i> L	12
Tabla 3 Pesos de la fibra fina	33
Tabla 4. Pesos de la fibra corta	34
Tabla 5. Pesos de la Estopa.....	35
Tabla 6. Porcentaje de celulosa	36
Tabla 7. Porcentaje de lignina	36
Tabla 8. Porcentaje de humedad.....	37
Tabla 9. Porcentaje de Densidad	38
Tabla 10. Porcentaje de fibra cruda	39
Tabla 11. Costo de los materiales en la obtención de la fibra por el método biológico.....	41
Tabla 12. Costo de los materiales en la obtención de la fibra por el método químico.....	42
Tabla 13. Presupuesto del proyecto de Investigación	54

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

Flujograma 1. Extracción de la fibra por el método biológico	27
Flujograma 2. Extracción de la fibra por el método químico.	29
Flujograma 3. Elaboración del papel kraft a partir de la fibra del <i>Cannabis sativa</i> L.	47
Flujograma 4. Elaboración de envase biodegradable de la fibra del <i>Cannabis sativa</i> L.	50
Flujograma 5. Elaboración de eco ladrillos a partir de la fibra del <i>Cannabis sativa</i> L.	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución y Clasificación del <i>Cannabis sativa L</i>	9
Figura 2. Planta de <i>Cannabis sativa L</i> y flor femenina	10
Figura 3. Crecimiento y Floración del <i>Cannabis indica</i>	11
Figura 4. Propiedades y Aplicaciones del <i>Cannabis ruderalis L</i>	12
Figura 5. Moda Sostenible y Cultivo de Cáñamo	15
Figura 6. Peso de la fibra fina	34
Figura 7. Pesos de la fibra corta	34
Figura 8. Pesos de la estopa	35
Figura 9. Porcentaje de Celulosa	36
Figura 10. Porcentaje de Lignina.....	37
Figura 11. Porcentaje de Humedad.....	38
Figura 12. Porcentaje de Humedad.....	39
Figura 13. Porcentaje de fibra cruda.....	39

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Recepción y selección de la materia prima	65
Fotografía 2. Pesado.....	65
Fotografía 3. Lavado	65
Fotografía 4. Machacado	65
Fotografía 5. Inmersión	65
Fotografía 6. Fermentación o Reposo.....	65
Fotografía 7. Extracción	66
Fotografía 8. Lavado	66
Fotografía 9. Secado.....	66
Fotografía 10. Almacenamiento	66
Fotografía 11. Recepción y selección de la materia prima	67
Fotografía 12. Pesado.....	67
Fotografía 13. Lavado	67
Fotografía 14. Machacado	67
Fotografía 15. Inmersión	67
Fotografía 16. Reposo	67
Fotografía 17. Extracción	68
Fotografía 18. Lavado	68
Fotografía 19. Secado.....	68
Fotografía 20. Almacenamiento	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aval de traducción.....	61
Anexo 2. Hoja de vida de la tutora de titulación	62
Anexo 3. Hoja de vida de la autora 1.....	63
Anexo 4. Hoja de vida de la autora 2.....	64
Anexo 5. Evidencias de laboratorio del proceso de extracción por el método biológico de la fibra del <i>Cannabis sativa L</i>	65
Anexo 6. Evidencias de laboratorio del proceso de extracción por el método químico de la fibra del <i>Cannabis sativa L</i>	67
Anexo 7. Informe de características fisicoquímicas de la fibra del cannabis por el método de biológico	69
Anexo 8. Informe de características fisicoquímicas de la fibra del cannabis por el método químico.....	70
Anexo 9. Informe de características fisicoquímicas en la determinación del % de celulosa y lignina de la fibra del cannabis extraída por el método biológico y químico.....	71

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Evaluación de dos metodologías de la extracción de la fibra del (*Cannabis sativa L.*)”

Lugar de ejecución

Barrio Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi, zona 3, Universidad Técnica de Cotopaxi facultad, ubicado a 5 km de la panamericana Latacunga– Salcedo, sector occidental.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agroindustrial.

Nombres de equipo de investigadores:

Docente tutor:

Ing. M.Sc. Arias Palma Gabriela Beatriz

Autoras:

Chacán Campos Jazmín Estefanía

Quispe Tocte Lorena Alexandra

Área de conocimiento:

Área: Ingeniería, industria y construcción.

Sub área: Industria y producción.

Línea de investigación:

Línea: Procesos Industriales.

Sub línea: Análisis cualitativo, cuantitativo y sensorial de alimentos y no alimentos de productos agroindustriales.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad la industria del cannabis industrial (*Cannabis sativa L.*) no tiene gran relevancia, incluso la utilización de estas fibras naturales extraídas de los tallos es nula, por lo que el aprovechamiento de cualquier cadena productiva dentro del mercado de fibras se retrasara en posesionarse como suministro de materia prima, ya que únicamente se han realizado investigaciones para la producción de la fibra, obtención del papel y diferentes usos. (Pino Herrera, 2019)

En cuanto al uso del aprovechamiento de las fibras extraídas del tallo, Ospina Díaz et al (2015), manifiestan que es importante hablar de las fibras que se obtiene de los tallos, que han sido usadas desde hace mucho tiempo atrás con el propósito de manufactura donde científicamente se debate que la variedad de la planta para uso industrial, contiene menos del 1% de THC (delta-9 tetrahidrocannabinol) uno de los principales principios psicoactivos de la planta.

Por este caso particular, cabe recalcar que el cannabis (*Cannabis sativa L.*) es un cultivo que cuenta con impacto ecológico muy bajo para la producción de fibra manteniendo el concepto de la conservación del medio ambiente como prioridad y obteniendo un producto completamente limpio como principio. De manera que se puede extraer fibra de los tallos para diversos usos y su obtención será menos costosa comparada con las fibras del algodón, asimismo entre sus usos se encuentran los materiales para la construcción, la producción del papel, producción de plástico biodegradable, cosmética, fibras, entre otros etc. (Arencibia-Pardo et al., 2020).

Ahora bien, puede ser una alternativa interesante que podría generar empleo en algunos sectores del Ecuador mediante el desarrollo de nuevas líneas de investigación en pro del desarrollo científico y para el desarrollo de nuevos productos industriales desde las fibras extraídas de los tallos del *Cannabis sativa L.* Este proyecto se relaciona debido a que estudia una alternativa ambiental para abastecer a las industrias en este caso, a las referentes de la manufactura que proveen mejorar la eficiencia, los impactos que genera y crear una nueva matriz para producir y funcionar que, a su vez, puede implicar un aumento o disminución de costos y de la misma forma influir en los beneficios que perciben las empresas con su actividad.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Beneficiarios Directos

A partir de esta investigación los beneficiarios directos serán los productores del *Cannabis sativa L* de acuerdo con el MAG son 705 empresas a nivel nacional de las cuales se destacan (CANNANDES, IHP, BARAD, ECUACAÑAMO), personas jurídicas legalmente constituidas en el Ecuador que tengan interés de conocer sobre la extracción de la fibra y desean cultivar esta planta e implementar la idea de transformar la matriz productiva por productos derivados de las fibras del *Cannabis sativa L*.

3.2 Beneficiarios Indirectos

Por otra parte, los beneficiarios indirectos serán todos los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, que se forjen en la carrera de Agroindustrias, que deseen enfocar posteriores proyectos de investigación en donde usen como materia prima la fibra del *Cannabis sativa L* en la elaboración de diferentes productos agroindustriales, fomentando nuevas metodologías de extracción en el proceso industrial y así también la Universidad Técnica de Cotopaxi como ente investigativo.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el Ecuador no existe indicios que se haya realizado la extracción de las fibras del tallo del cannabis (*Cannabis sativa L.*), mucho menos con fines industriales, de manera que representa un material poco utilizado, pero de características adecuadas para la creación de diferentes productos por su dureza y resistencia que ofrece este tipo de fibras naturales, puesto que tienen particular importancia industrial en el mercado de las fibras y a futuro presenta un crecimiento acentuado de gran importancia estratégica en varias industrias ecuatorianas (Pastrana & Buitrago, 2020).

De igual forma, la falta de apoyo e implementación de tecnologías en los sectores que presentan dicha materia prima con alto valor agroindustrial, ha provocado que no se explote y se desconozca sus usos. La principal problemática que presenta la industria del *Cannabis sativa L* es la penalización de la planta porque en vez de favorecer al mercado se muestra como monopolio, sin poder acceder libremente a semillas certificadas, e incluso las pymes ya existentes trabajaban de forma ilícita y los productos derivados resultaban costosos (Escalante Pai, 2020).

En Ecuador con el fin de contribuir a la industria naciente, en el mes de diciembre de 2019 se reforma la Ley orgánica que tiene como objeto la prevención integral del fenómeno socioeconómico de las Drogas, el control y regulación del uso de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización y de la misma manera entra en vigencia el 21 de junio de 2020 dando lugar a la nueva industria del cannabis. Así mismo el desarrollo de la normativa que regula las actividades agroindustriales avanza a pasos acelerados por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería en conjunto con otras entidades con el fin de que se legalicen los productos y usos derivados del cannabis no psicoactivo (Samaniego, 2020).

Por lo tanto, el establecer la extracción de las fibras en algunas zonas del Ecuador con el propósito de obtener materia prima vegetal con bajo costo y de rápido desarrollo podría sustituir e incluso mitigar las consecuencias negativas que genera el uso de los derivados del petróleo en el medio ambiente, contribuyendo al cuidado del ecosistema y generando una alternativa de economía menos contaminante con una fuente particularmente prometedora debido a su relativa sostenibilidad y el aprovechamiento de las fibras beneficiará a diferentes industrias existentes en Ecuador.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Evaluar dos metodologías de la extracción de la fibra del *Cannabis sativa L* con fines industriales.

5.2 Objetivos Específicos

- Comparar las técnicas de extracción por el método biológico y el método químico.
- Evaluar los parámetros de calidad de la fibra obtenida por cada uno de los métodos de extracción.
- Determinar el rendimiento, costos de producción y formular una propuesta alternativa para el uso de la fibra del *Cannabis sativa L*.

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

Tabla 1.

Actividades y Sistema de Tareas en Relación a los Objetivos Planteados.

Objetivos	Actividad	Resultados de la actividad	Medios de Verificación
Comparar las técnicas de extracción por el método biológico y el método químico.	Aplicar el uso de dos metodologías de extracción para obtener la fibra.	Obtención de la fibra.	Análisis en el proceso.
Evaluar los parámetros de calidad de la fibra obtenida por cada uno de los métodos de extracción.	Analizar el porcentaje de contenido de humedad, densidad, de lignina, de celulosa y fibra cruda.	Características de la fibra. Determinar el mejor método de extracción.	Análisis y parámetros de calidad.
Determinar el rendimiento, costos de producción y formular una propuesta alternativa para el uso de la fibra del <i>Cannabis sativa L.</i>	Relacionar la cantidad de fibra obtenida por cada uno de los métodos con la cantidad inicial de materia prima ingresada. Establecer el costo de producción de la obtención de la fibra. Formular una propuesta como alternativa de uso de la fibra.	Establecer el beneficio. Costo de producción. Determinar el uso de los 3 tipos de fibra del <i>Cannabis sativa L.</i>	Análisis del porcentaje de ganancia, cálculos de los costos de operación y la alternativa del uso de la fibra.

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Antecedentes

Respecto al gran interés de contribuir con el medio ambiente, varias empresas a nivel mundial se encuentran implementando diferentes alternativas que ayuden a combatir el calentamiento global, una de estas alternativas es el cambiar las prácticas de comercialización y producción a métodos más ecológicos, trascendiendo oportunidades para la industria del cáñamo. Previamente la gente consiguió fibras vegetales por sencilla destrucción de la corteza o por el raspado de tallos, no obstante, Ferreira (2018), deja en evidencia que dichos materiales únicamente permitían la producción de artículos con poco acabados, ásperos y firmes.

De acuerdo a Calderón Rojas (2003), en el estudio realizado de los posibles usos de la fibra del *Cannabis sativa L* en la industria como una solución a la problemática de los cultivos ilícitos, se evidenció el uso de los métodos de extracción biológico y desfibrado para la obtención de la fibra, estos métodos favorecieron a la calidad de la fibra, ya que se desprende con el mínimo roce dando como resultado una fibra totalmente limpia y biodegradable. Considerando los resultados de este trabajo, es posible identificar como materia prima alternativa e interesante para las industrias del plástico, los zapatos, los textiles y los cueros.

De acuerdo con Vallejos (2006), en el tema investigado estudia la posibilidad del uso total de la planta del cannabis no psicoactivo a modo de refuerzo en matrices termoplásticas tipo polipropileno, menciona que los filamentos de cáñamo se designa a la producción de pastas papeleras y fibras textiles, estas generan un subproducto designado cañamiza que abastecería el aprovechamiento integral de la planta y a la vez generaría un costo agregado a la producción de cáñamo que compensa los costos de producción que surgen del cultivo del cáñamo en un mayor proceso industrial y social en las zonas que se cultiva. El autor tiene la certeza que el aprovechamiento del uso de los filamentos de cáñamo como material de refuerzo será un excelente complemento.

En los últimos años las fibras denominadas lignocelulósicas se han convertido en agentes de refuerzo para la elaboración de bioplásticos con resultados muy positivos a comparación de las fibras sintéticas que presentan mayor cantidad de propiedades

mecánicas pero no son biodegradables por lo que ha generado una elevada retrogradación en la matriz termoplástica. Con respecto a la producción de materiales reforzados para la elaboración de los compósitos reforzados las fibras más utilizadas son el cáñamo, yute, sisal, bagazo de caña, piña, etc. Por ende, el estudio realizado por Huanaco Pariona (2019), concluye que la incorporación de las fibras vegetales aporta grandes beneficios en la mejora de las propiedades mecánicas en un 100% con respecto a la matriz termoplástica.

Ahora bien, entrando en el contexto nacional de acuerdo a los datos publicados por el diario el Expreso, la Industria Hemp Partners ubicada en Urcuquí, Ibarra, planea el cultivo de las primeras 50 hectáreas *del Cannabis sativa L* con el propósito de crear oportunidades, negociar en la bolsa de Nueva York y generar nuevos mercados internacionales. Es por eso que al estar vigente la reglamentación del uso de los derivados del cannabis promueve que las empresas vean al Ecuador como ente industrial y muestra de ello es China Power que por medio de una refinería desea invertir 25 millones de dólares para la producción de biocombustible (Lizarzaburo, 2021).

En cuanto a los datos obtenidos en la investigación se encuentra que en el Ecuador es posible el cultivo del *Cannabis sativa L* aprovechando las fibras extraídas de los tallos como materia prima destinados para la creación de productos de manufactura como una gran alternativa para sustituir los recursos que se están disminuyendo rápidamente y urgen soluciones sostenibles y ecológicas (Monte González, 2020).

7.2 Marco Teórico

7.2.1 Planta de Cannabis (*Cannabis sativa L*)

Es conocida como una de las plantas más importantes del reino vegetal, se define como hierba dioica, perteneciente a la familia de las cannabáceas, con una concentración de 1% de THC, por tanto es considerada como cannabis no psicoactivo, no genera efectos no deseados y se pueda favorecer de todos sus usos (Fassio et al., 2013).

De acuerdo con Small (2015), manifiesta que la planta del *Cannabis sativa L* se ha utilizado durante miles de años como el nacimiento de una fibra de tallo (tanto la planta como la fibra llamada "cáñamo"), rara vez monopolizada con fines narcóticos y como una sustancia embriagadora resinosa. Del mismo modo, la planta constituye gran relevancia

histórica dentro de la civilización Islámica referente a los usos industriales. Sin embargo se desconoce las razones del porque no se realizaron las investigaciones suficientes de la historia del cáñamo en el Islam clásico (Lozano, 2017).

De la misma forma, el *Cannabis sativa L* es conocida en Ecuador como cáñamo industrial planta originaria de la cordillera del Himalaya que la podemos encontrar en la pequeña ciudad de Tabacundo donde se radicó CannAndes, la primera empresa en el país que expresamente consiguió todos los permisos oficiales para la explotación y aprovechamientos de los usos que se derivan de la planta del cannabis (Carrasco, 2021).

7.2.2 Importancia

Hoy en día el uso de las plantas de las que se pueden obtener fibras tiene gran importancia económica general, aún más en las sociedades rurales y campesinas que se encuentran en todo el mundo. Prácticamente los pueblos que se encuentran alejados de la ciudad subsisten de la comercialización de los productos realizados con fibras vegetales, aplicando el llamado trueque o intercambio de productos, no obstante es interesante saber que los objetos artesanales hoy en día mayormente son predestinan a la venta como souvenirs a los turistas (Jardín Botánico Atlántico de Gijón, 2009)

Por lo que se conoce también al *Cannabis Sativa L* y a la fibra que se produce de forma similar con fines industriales, como uno de los recursos renovables más importantes para ser utilizados como materia prima, además tuvo alta relevancia para la producción de diversos productos e importancia económica industrial. En este contexto se busca potencializar una nueva industria de la mano de las iniciativas gubernamentales que incentivan la producción agrícola y su proceso con el fin de frenar la industria contaminante de los petroleros, los algodóneros, etc. Según Pino Herrera (2019), afirma que el cultivo del cáñamo pueda ingresar al país como potencial industria, por sus características a resolver problemáticas sociales, ambientales y económicas.

7.2.3 Descripción botánica

De acuerdo con Fassio et al. (2013), afirman que la planta forma parte de la familia Cannabaceae que fue bautizada botánicamente por primera vez en el año 1753 por Carl Linnaeus, con el paso del tiempo se descubre otra especie a la cual denomina *Cannabis*

indica y actualmente se reconoce tres especies incluidas *C. sativa* L, *C. indica* y *C. ruderalis*.

Raíz: Es conocida como pivotante, fibrosa o fusiforme, llegando a alcanzar varios metros de profundidad, también la raíz es utilizada como uso medicinal, saborizantes y alimento para animales.

Tallo: De acuerdo con Small (2015), afirma que los tallos son una fuente importante de fibra, con escasas ramificaciones e interior poco leñoso, casi hueco y por lo general alcanza de 1 a 5 metros si son seleccionados para la fibra.

Hojas: Son palmeadas compuestas de folíolos lanceolados con los bordes dentados toscamente, puede llegar a medir 7 cm de largo y cada hoja se forma de 3 a 9 hojillas que nacen de un mismo punto y son muy reconocidas a diferencia de otras plantas (Small, 2015)

Flores: Las flores masculinas poseen un color verde formado por pequeños racimos, mientras que las flores femeninas son aglomeradas con 5 tépalos libres y aplicados sobre el pistilo (Fassio et al., 2013).

Frutos y semillas: Se presentan en forma ovoide de color blanco verdoso y son muy útiles para la producción de cerveza, harina y saborizantes, etc. (Sánchez, 2019)

Figura 1.

Evolución y Clasificación del Cannabis sativa L



Nota. Adaptada de “Evolución y Clasificación del Cannabis sativa L” (p. 193), por E. Small, 2015, Botanical Review, 81(3).

7.2.4 Tipos de las variedades del cannabis

7.2.4.1 *Cannabis sativa L*

En cuanto a la variedad del *Cannabis sativa L* es considerada como la variedad más popular y común a nivel mundial, poseen un contenido de cannabinoides más bajo en general, menos ramas laterales y son más altos porque han sido cultivadas para la producción de fibra. Además, crece en climas cálidos, es originaria de Sudamérica, posee características suaves en comparación a la *Cannabis indica*, del mismo modo su floración tiende a ser tardía porque requiere un alto número de horas de oscuridad para la inducción floral que influye directamente en la producción y calidad de la obtención de las fibras. No obstante, debido a los actuales esfuerzos de mejoramiento se han creado plantas de *Cannabis sativa L* con un aspecto semejante a la marihuana y elevados niveles de fitocannabinoides que no son THC (Schilling et al., 2020).

Figura 2.

Planta de Cannabis sativa L y flor femenina



Nota. Adaptada de “*Cannabis sativa L*” (pag.8), por Schilling et al., 2020, Magazine, 30(1).

7.2.4.2 *Cannabis indica L*

De acuerdo con Erkelens & Hazekamp (2014), manifiestan que las plantas denominada *Cannabis indica* son plantas psicoactivas que crecen en climas más cálidos que sus anteriores variedades productoras de fibra provenientes de Europa, son de menor elevación con hojas más anchas, también presentan muchas ramificaciones por lo que es

ideal para el cultivo en macetas sin mucho espacio, en cuanto a la floración suelen ser mucho más rápidas que la sativas en condiciones semejantes por lo que su cultivo es en tan solo en 6 semanas y se utiliza principalmente para la relajación, el alivio del estrés y con frecuencia son usadas con fines médicos en el tratamiento de diferentes enfermedades. En lo que concierne al tipo de efectos esta variedad tiene más de 400 sustancias activas, entre estas 60 son cannabinoides y por supuesto el más predominante y biológicamente más activo es el THC.

Figura 3.

Crecimiento y Floración del Cannabis indica



Nota. Reproducida de gráfico de Crecimiento y floración del Cannabis indica, de Hash Marihuana & Hemp Museum, 2021.

7.2.4.3 *Cannabis ruderalis* L.

Esta variedad del cannabis proviene del término “ruderal” reconocida como planta silvestre de una variación de la sativa que puede crecer en diferentes ambientes, se diferencia de las anteriores por su menor contenido de THC y mayor contenido de CBD en el aspecto narcótico es el principal principio psicoactivo de los efectos alucinógenos, suele ser más pequeña y menos ramificada en comparación a las anteriores variedades del cannabis de la misma manera se describe que esta variedad es denominada "auto florecientes", que le permiten tener inflorescencias con un contenido medio-bajo de ingredientes activos y finalmente se caracteriza por tener una altura de 0,3 a 1 m con una gran resistencia a la capacidad de florecer independientemente del nivel de luminosidad (Gómez et al., 2021)

Figura 4.*Propiedades y Aplicaciones del Cannabis ruderalis*

Nota. Reproducida del gráfico de los duros orígenes del ruderalis, de Hash Marihuana & Hemp Museum, 2021.

7.2.5 Clasificación taxonómica del (*Cannabis sativa L*)**Tabla 2.***Clasificación taxonómica del Cannabis sativa L*

Reino:	<i>Plantae</i>
Sub reino:	<i>Magnoliophyta</i>
División:	<i>Manoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Urticales</i>
Familia:	<i>Cannabaceae</i>
Género:	<i>Cannabis</i>
Especie:	<i>Cannabis Sativa L.</i>

Nota. Adaptada de la Clasificación taxonómica del cannabis sativa L, Slideshare, 2015 (<https://es.slideshare.net/glorybenitez1/cannabis-sativa-44996207>)

7.2.6 Marco jurídico del *Cannabis sativa L* en el Ecuador

En cuanto a la legislación ecuatoriana, se ha regulado el cultivo del cannabis no psicoactivo con limitación a la previa autorización de entidades del gobierno nacional, como procedemos a enunciar, aplica solo para personas jurídicas, cooperativas asociadas o comunas, Universidades, legalmente constituidas en la República del Ecuador (Gómez et al., 2021).

El Artículo 127, añade que la Ley Orgánica Reformatoria al Código Orgánico Integral Penal, transforma la disposición general 3 de la Ley Orgánica de Prevención Integral de regulación que se excluye al cannabis no psicoactivo o cáñamo como sustancias

catalogadas sujetas a fiscalización tomando como referencia a la planta que sea menor al 1% en peso seco del contenido de THC (delta-9- tetrahidrocannabinol) dicha regulación recae sobre la responsabilidad de la Autoridad Agraria Nacional (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020)

Por consiguiente, la Reforma de la Ley Penal se aprobó el 19 de octubre de 2020, por medio del Ministerio de Agricultura que emitió el Acuerdo Ministerial No. 109-2020 donde se regulariza la importación, cultivo, cosecha, almacenamiento, demás actividades para comercialización y exportación del denominado cannabis no psicoactivo o cáñamo para uso industrial.

De acuerdo con Samaniego (2021), afirma que este reglamento intuye a cumplir con los requisitos para conseguir los siete tipos de licencias que consisten en las siguientes actividades en lo que respecta al cannabis o cáñamo de concentración de THC menor al 1%

1. Licencia específica para la importación y comercialización de la semilla del cannabis no psicoactivo o cáñamo para uso industrial.
2. Licencia para la importación y comercialización de cannabis no psicoactivo, además de las semillas del cannabis no psicoactivo y semillas para uso industrial.
3. Licencia para el cultivo del cannabis no psicoactivo.
4. Licencia para el cultivo del cannabis no psicoactivo para uso industrial.
5. Licencia para el procesamiento del cannabis no psicoactivo y también para la producción de los derivados del cáñamo.
6. Licencia para fitomejoramiento y/o bancos e investigación de germoplasma.
7. Licencia para la adquisición del cannabis no psicoactivo o derivados del mismo y/o biomasa o flores, o biomasa para uso industrial y para exportación.

Por consiguiente, el 25 de febrero de 2021 por medio de la Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) se decreta la Resolución N° ARCSA-DE-002-2021-MAFG, mediante la norma técnica sanitaria para la regulación, control de productos de empleo y consumo humano que tengan cannabis no psicoactivo o derivados del mismo.

Samaniego (2021), concluye que el marco regulatorio del *Cannabis sativa L* avanza a pasos agigantados, así mismo las autoridades son conscientes que la industria del cannabis

puede constituirse en el territorio ecuatoriano en términos de indagación e inversión siempre y cuando los actores cumplan con los requisitos para el desarrollo de diversos productos, debido a que Ecuador es un territorio exclusivo para el cultivo y apertura de la nueva industria para que se logre transformarse en líder de indagación y desarrollo de productos del cannabis que en el futuro se venderán internacionalmente.

7.2.7 Proceso de producción del (*Cannabis sativa L*)

El auge de producción del *Cannabis sativa L* se encontraba en su mejor época entre los años 40 y 50, fue el período de máximo esplendor posicionándose como uno de los cultivos industriales más importantes, sin embargo en los años 60 los Estados Unidos prohibió el uso de las fibras obtenidas de los tallos del cannabis y se reemplazó con las fibras sintéticas (Alonso-Esteban et al., 2021).

7.2.8 Fibras del tallo extraídas de la planta del cannabis (*Cannabis sativa L*)

La fibra es una de las partes más valiosas de la planta de cannabis sativa, se encuentra en el interior del tallo y puede llegar a medir desde 80 cm hasta los 4m de largo. Normalmente la fibra es de color blanco crema, café, gris, negro o verde, esta fibra es denominada como una de las maravillas de la naturaleza porque es utilizada en todo ámbito de la industria manufacturera, detallando se desde el relleno de muebles y cuerdas, hasta textiles de alta gama. Los problemas ambientales generados por el uso a gran escala de madera han llevado a la industria del papel a enfocarse estratégicamente en el camino del desarrollo sostenible, aunando esfuerzos para reducir significativamente su impacto ambiental, además de la escasez ecológica mediante el uso de diferentes especies de fibra de alta calidad y crecimiento más rápido (que los recursos tradicionales) como materias primas alternativas (Fassio et al., 2013)

7.2.8.1 Tipos de fibra del (*Cannabis sativa L*)

En cuanto a la fibra de *Cannabis sativa L*, se distingue entre las llamadas fibras primarias, que no están alineadas, los haces cortos de fibra y las llamadas fibras de línea que son fibras largas (Jose Vicente, 2015).

- ❖ Las fibras cortas producidas durante el proceso de separación se conocen como fibras técnicas que se utilizan principalmente en la industria automotriz, para la obtención de papel y también para la producción de compuestos a base de biocombustibles.

- ❖ La línea de fibra puede ser increíblemente larga, dependiendo de la altura de la planta y una sola hebra puede tener hasta 5 metros de longitud por lo que se utiliza para aplicaciones de alta gama en la industria textil.
- ❖ En cuanto a las fibras cortas o denominadas estopa y se encuentra que contienen niveles más altos de lignina por lo que se utiliza para el relleno o el hilado de hilo grueso.

7.2.8.2 Propiedades y beneficios de la fibra

La fibra del *Cannabis sativa L* catalogada como la principal fibra vegetal desde tiempos milenarios por su resistencia, versatilidad y contenido de celulosa son un excelente sustituto de las fibras derivadas de la madera, por lo que se comenta que a futuro podría sustituir a las fibras del algodón de su gran trayectoria, de acuerdo algunas investigaciones de los últimos años se concluye que las fibras del cannabis serían los grandes aliados de las industrias de manufactura trascendiendo y respondiendo de los seres humanos (Ferreira, 2018).

Figura 5.

Moda Sostenible y Cultivo de Cáñamo



Nota. Adaptado de Moda sostenible y cultivo de cáñamo, por V. Ferreira, 2018, Andariega_Hemp (https://ods.gub.uy/images/Andariega_Hemp_uy.pdf)

7.3 Los usos más habituales de las fibras en el mercado

Desde hace mucho tiempo atrás hablar acerca de los derivados del *Cannabis sativa L*, no es solo hablar de fibras textiles o de un producto muy resistente con el que se puede crear otros productos, además es reconocida como una alternativa redonda para la producción agroindustrial, sustentable y económicamente circular que sea amigable con el medio ambiente (Natura Grande, 2020).

Se pueden obtener cerca de 25000 productos derivados del cannabis por parte de algunas

industrias:

Teniendo en cuenta el alto contenido de lignina, celulosa y el largo de las fibras como parámetros de calidad es posible utilizar las fibras del cannabis para la industria papelera en elaboración del papel para impresión, papel fino, papel kraft, papel filtro, papel de diario y cartón o empaques, ya que el contenido de celulosa beneficia directamente al rendimiento de la pulpa (Fassio et al., 2013) recalcando que

De la misma manera, se considera que la pulpa del *Cannabis sativa L* se usa para materiales de refuerzo/carga, dado que el polipropileno no absorbe humedad debido a su naturaleza química hidrofóbica, mientras que los filamentos del *Cannabis sativa L* pierden casi un 3% de su peso, dando como resultado la eliminación del contenido de humedad, además la absorción de esta incrementa el contenido de refuerzo dando mayor resistencia a los materiales como la fibra vulcanizada, aislamientos, sustituto de fibra de vidrio, cemento, motores y tuberías (Vallejos, 2006).

Recientemente se añadió su poder de generar biocombustibles, que pueden quemarse nada más o procesarse para hacer carbón, metanol, metano, (gas) o gasolina y sus fibras han sido tratados también para producir plásticos.

Por otro lado al ser fibras resistentes y versátiles se les asocia para la creación de diferentes productos de manufactura de los cuales se menciona los cordeles, sogas, redes, lonas, alfombras, geotextiles, fibras vegetales, costura de costales, colchones, mueblería y entre otros (Vallejos, 2006)

7.3.1 Rendimiento de la fibra del cannabis (*Cannabis sativa*)

Según el estudio realizado por el documento del USDA, el 3.5% del peso del cannabis industrial verde se puede transformar en fibra de línea seca y el 1% en papel de arrastre seco. Mientras que Ferreira (2018), en su estudio realizado afirma que con la misma cantidad de tierra se puede producir 250% mayor proporción de fibra que el algodón y también con un 600% de acrecentamiento que la fibra del lino es decir que se usa la misma cantidad de tierra para obtener rendimientos iguales de manera que estos resultados se ubican al cáñamo en una ventaja muy superior a comparación de otras fibras.

7.4 Cosecha y extracción de la fibra

El *Cannabis sativa L* se cultiva en áreas permitidas las plantas crecen en hilera de manera que se obtiene tallos rectos y altos, el cultivo se ejecuta cuando las plantas macho abren las flores y desalojan el polen, desde ese instante dejan de crecer, por lo que no se espera que culmine el ciclo de floración, debido a que este tipo de cultivo favorece a la obtención de la fibra de cáñamo industrial que muestra concentraciones significativas de polisacáridos (lignina, hemicelulosa y celulosa), los cuales son elementos básicos. Esta especie además tiene extractos y otros compuestos que tienen la posibilidad de ser el punto de inicio para el desarrollo de nuevos productos (Fassio et al., 2013).

La cosecha de los tallos se realiza de manera manual o mecánica, si se realiza de manera manual los tallos se cortan en la base removiendo los foliolos y los frutos para agruparlos en cantidades de 20 a 30 tallos que se secarán por tres o cuatro días. La mayoría de las fibras que se obtienen de los tallos se desarrollan por la actividad secundaria del procambium (Vallejos, 2006).

Además, el tallo seco se somete al proceso de extracción conocido como método biológico, proceso que permite una separación más fácil de la estopa (también conocida como hurd) consiste en dejar los tallos en el suelo en capas uniformes por 15 días, tras este tiempo transcurrido se somete al proceso de desfibrado en el cual los tallos se pasan por dos rodillos con el objetivo de quebrar las partes leñosas del tallo en pequeños trozos sin que se dañe la parte fibrosa para continuar con el proceso final de extracción de la fibra denominado peinado (Vidal & Hormazábal, 2016)

7.5 Métodos de extracción de fibras vegetales

La forma en que se obtiene las fibras vegetales con el tiempo han evolucionado, es decir que en tiempos ancestrales se limitaban a trabajos manuales y procedimientos rústicos, con el pasar de los años apareció el proceso de extracción denominado biológico y el descortezado mecánico, cuyos procesos aceleró la producción e industrialización de las fibras por métodos de extracción que se clasifican según los procedimientos de separación estos pueden ser biológicos, químicos o mecánicos, además se evalúan según los costos económicos, ambientales, el tiempo, la calidad y la cantidad de fibra que obtiene en cada uno de ellos (Guevara Ochoa, 2013).

7.5.1 Método de extracción manual

Según Guevara Ochoa (2013), manifiesta que este proceso destruye las fibras en forma simultánea dando como resultado el ablandamiento del material no fibroso separando las fibras bruscamente por lo que no es utilizado con regularidad y hoy en día se opta por varias formas para desarrollar este proceso una de ellas consiste en raspar las hojas o tallos con un cuchillo para separar la corteza de los materiales no fibrosos que cubren las fibras.

7.5.2 Método de extracción biológico

Según Vidal & Hormazábal (2016), afirma que el método biológico emplea para extraer las fibras blandas, se puede llevarse a cabo por diferentes técnicas o también de forma artificial adicionando algunas sustancias químicas estas pueden ser ácidos o bases que permitan una mejor separación de las fibras sin afectar la calidad de la misma.

El proceso consiste en poner en remojo la materia prima para que se descompongan los tejidos blandos del tallo u hojas mediante la descomposición de la materia prima que se encuentra macerada en agua estancada y permita extraer la fibra de manera sencilla.

7.5.2.1 Tipos de métodos biológicos

❖ Enriado aprovechando el rocío.

Según Moreno Saenz & Neusa Rey (2021), afirman que este proceso consiste se realiza en el campo al aire libre mediante la maceración de los tallos por medio de la humedad del suelo, este proceso es demasiado lento y al ser desarrollado en el suelo da como resultado fibras de baja calidad pero a un bajo precio comparado con otros procedimientos del método biológico (enriado)

❖ Enriado en agua estancadas.

Es un proceso que se realiza habitualmente en España consiste en colocar partes del tallo a macerar en el interior del estanque o charcas que estaban previamente llenas de agua por varios días con el fin de obtener fibras con mejor apariencia y mejor calidad en comparación al enriado que se realiza al rocío, este proceso requiere de un tiempo variable de 7 a 14 días dependiendo de la temperatura de la atmósfera o la calidad del agua que se pone turbia y desprende un olor desagradable. La temperatura del agua debe ser

aproximadamente de 35°C para generar la descomposición de los materiales no celulósicos (Guevara Ochoa, 2013).

7.5.3 Método de extracción por desfibrado mecánico

Este método es usado habitualmente para la producción de fibras duras como la cabuya, abacá, el bonote y el sisal, el desfibrado consiste en hacer pasar los tallos por medio de la máquina que separa los materiales no celulósicos de las fibras. Cabe mencionar que existen diferentes tipos de desfibradores mecánicos donde la más común es la conformada por un tambor que en su superficie contiene paletas en forma transversal o diagonal y una barra fija (Guevara Ochoa, 2013).

7.5.4 Métodos de extracción química

De acuerdo con Moreno Saenz & Neusa Rey (2021), el método químico consiste en diluir soluciones que sean alcalinas o ácidas para conseguir la separación de las fibras empleando diferentes concentraciones y tiempos. Además, para realizar este proceso de separación de fibras se utiliza una solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) al utilizar una solución ácida es más rugosa y no se recomienda para el proceso de extracción de materia prima vegetal.

7.5.4.1 Extracción con hidróxido de sodio

Este procedimiento ha ido evolucionando a través del uso, cabe recalcar que el uso del hidróxido de sodio hoy en día no genera diferencia en los proceso de extracción, liberación y blanqueo de las fibras, por otra parte la cantidad de hidróxido que se utilice tampoco depende de los tiempos de saturación y extracción al sumergir los tallos machacados previamente (García Alcocer et al., 2019).

De acuerdo con García Alcocer et al. (2019), manifiesta que el proceso consiste en realizar el hundimiento de los tallos en dos diferentes baños para obtener fibras con buena consistencia y de calidad, asimismo en un estudio realizado se encuentra que el primer paso consiste en sumergir en un baño de saturación para después realizar el denominado baño de remoción de lignina, dando como resultado el tercer paso que consiste en aplicar en soluciones acuosas de hidróxido de sodio a diferentes concentraciones de 25, 31 o 50 g/L, donde el tiempo estipulado para trabajar es entre 10 a 30 min, en el baño remoción de lignina y mientras en el baño de impregnación con un tiempo de 10 a 20 min.

7.5.4.2 Extracción con sulfito de sodio

El método de extracción con sulfito de sodio consiste en separar de forma sencilla el material no fibroso del contenido de fibra, se puede observar que a mayor tiempo de inmersión se consigue fibras con mayor separación, es decir hasta un cierto nivel porque si el tiempo de inmersión excede en un nivel demasiado alto como es el de 240 minutos, los tallos junto con las fibras se destruyen ya que estos reactivos deslignificantes empiezan a atacar a la lignina y la celulosa de los tallos, cabe señalar que el uso de los ácidos debilita a las fibras del cáñamo dejándolas demasiado inestables para su uso (Ferreira, 2018).

7.5.4.3 Extracción con peróxido de hidrógeno e hidróxido de sodio

En el presente proceso de extracción se considera como reactivo el peróxido de hidrógeno e hidróxido de sodio para crear una reacción que actúe de manera muy lenta entre el reactivo de peróxido de hidrógeno y los materiales no celulósicos del tallo, teniendo en cuenta que la temperatura debe ser menor a la ebullición del agua, no debe superar los 60 minutos para sumergir los tallos de manera que transforme los juncos duros y ásperos en fibras. Este proceso se desarrolla en soluciones de peróxido de hidrógeno a diferentes concentraciones de 24, 37.5 y por tanto el peso exacto de la solución es de 50%. Además, cabe recalcar que el tiempo de hundimiento del baño de remoción de la lignina varía entre 60, 120, 180 y 240 min, haciendo que el hipoclorito de sodio actúe como un agente blanqueador, además que esta mezcla se realiza con el hipoclorito a una concentración de 3% en peso total de la solución y la concentración de cloro activo se encuentra en el ion hipoclorito (Bonilla et al., 2009).

7.5.5 Calidad de la fibra

Para comprender los parámetros de calidad de la fibra debemos conocer el momento en que se cosecha la planta por lo general la cosecha temprana resulta de mayor calidad si se permite la floración la calidad se reduce, mientras que la cosecha del cannabis sativa vigoroso se realiza a los 70-90 días después de la siembra esto es crítico para producir fibras de calidad. La calidad tiene mucho que ver con algunas características de las fibras como el largo, el contenido de humedad, el contenido de lignina y alto contenido de celulosa que proporciona mayor viabilidad para materia prima de producción dentro de la industria papelera. (Fassio et al., 2013).

El diámetro (finura) es uno de los principales parámetros que determinan la calidad de la fibra. El diámetro de la fibra del *Cannabis Sativa L* varía en un rango de 15 a 45 micras. Asimismo, la densidad de la fibra aparente se calcula por medio de la relación de la masa por la unidad de volumen que contiene la fibra, eso quiere decir que la fibra con mayor densidad se considera de buena calidad y el valor de la densidad de la fibra del cannabis sativa es determina en un 1,2 a 1,48 g/cm³ (Jose Vicente, 2015)

Según Jose Vicente (2015), manifiesta que la propiedad más significativa de una fibra es la resistencia, esta se define como la capacidad de soportar un esfuerzo, se determina por la tenacidad a la rotura, además proporciona a la fibra textil durabilidad y firmeza al deteriorar. La resistencia se mide en gramos por denier, en el caso de la fibra del *Cannabis Sativa L* presenta un valor de 5,6 a 6,7 g/denier (pp. 40-41).

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

8.1 Preguntas Directrices

- ¿El método biológico frente al método químico influye en la obtención de la fibra del *Cannabis sativa L*?
- ¿El porcentaje de celulosa, lignina, humedad, densidad, fibra cruda obtenida en la fibra del Cannabis sativa L tendría alguna ocupación en algún producto a nivel agroindustrial?
- ¿El rendimiento y costo de la fibra influirá en los costos de producción de la fibra obtenida a un nivel industrial?

8.2 Validación de las preguntas directrices

¿El método biológico frente al método químico influye en la obtención de la fibra del *Cannabis sativa L*?

En el presente trabajo de investigación los métodos de extracción si influyen en la obtención de la fibra del *Cannabis sativa L* debido a que el método biológico arrojó resultados muy favorables en cuanto al porcentaje de humedad, densidad, celulosa y lignina esto quiere decir que presento mejores parámetros de calidad mientras que los que fueron proporcionados por el método químico arrojaron porcentajes mayores de humedad lo que quiere decir que es más propensa a la proliferación de microorganismo mientras que en el rendimiento el método químico presentó mayor rendimiento que el

método biológico al igual que en los costos ya que el método biológico arrojó menos costos que el método químico.

¿El porcentaje de celulosa, lignina, humedad, densidad, fibra cruda obtenida en la fibra del *Cannabis sativa L* tendría alguna ocupación en algún producto a nivel agroindustrial?

En el proyecto de investigación es muy importante el análisis de celulosa, lignina, humedad, densidad, fibra cruda debido a que son los parámetros de calidad de la fibra los cuales nos permiten tener fibras de mejor calidad a más de esto nos permiten determinar que productos se pueden realizar a base de la fibra del *Cannabis sativa L* entre los productos que se pueden realizar está el papel kraft, envases biodegradables entre otros.

¿El rendimiento y costo de la planta *Cannabis sativa L* influirá en los costos de producción de la fibra obtenida a un nivel industrial?

El costo de la planta *Cannabis sativa L* si influye en el costo de producción debido a que si la planta tiene un costo muy elevado el costo de producción también será elevado, en cuanto al rendimiento de la fibra si influye en los costos de producción debido a que el método químico brindó mayor rendimiento obteniendo mayor cantidad de fibra.

9. METODOLOGÍAS / DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Modalidad de Investigación

9.1.1 Comparativo

La modalidad comparativa experimenta si existen diferencias entre dos o más grupos que están siendo estudiados en donde no existe ninguna clase de manipulación (Garay, 2020).

La modalidad ayudó con la comparación de las dos metodologías mostrando cuál de las dos tuvo mejores parámetros de calidad en cuanto a los porcentajes de humedad, densidad, celulosa, lignina, fibra cruda y rendimiento de la fibra del *Cannabis Sativa L*.

9.2 Tipos de investigación

9.2.1 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva pretende explicar sobre las propiedades, los tipos y los complementos que corresponden a los siguientes grupos, procesos, objetos o fenómenos sin entrar en detalles establecer su estructura o comportamiento como objetivo central para obtener un panorama más preciso de la magnitud del problema o situación (Gallardo, 2017).

Este tipo de investigación se aplicó para la recolección, análisis estadístico y comparación de los datos y resultados obtenidos de los métodos de extracción biológico y químico.

9.2.2 Investigación bibliográfica

Según Gallardo Serrano (2016), afirma que “La investigación bibliográfica es una La secuencia de pasos que se inician por la definición de la consulta, luego con su traducción, la elección de fuentes donde realizar, la construcción de la resolución de búsqueda y su realización, la recuperación de la inquisición y finalmente su indagación”.

El presente trabajo corresponde a este tipo de investigación debido a que para la evaluación de dos metodologías de extracción para la obtención de la fibra del *Cannabis Sativa L* fue necesaria la recopilación de información a través de referencias bibliográficas como pdf, revistas, artículos científicos entre otros que proporcionan información importante para que se lleve a cabo la investigación.

9.3 Métodos de investigación

9.3.1 Método inductivo

De acuerdo con Castellanos Prieto (2017), manifiesta que el método inductivo permite tener una estrategia de razonamiento a modo de hipótesis que genera conclusiones y ayudan a organizar fundamentos teóricos que optimiza tiempos de las muestras hasta llegar a configurar hechos o prácticas particulares con datos verdaderos y aceptados para deducir el razonamiento lógico.

Este método de investigación ayudó a la recopilación de información, organización de

fundamentos teóricos y obtención de datos.

9.4 Técnicas de Investigación

9.4.1 Observación

Según Bernal (2017), afirma que la observación es la una de las técnicas fundamentales para el trabajo que no se consigue información previa o suficiente, esta técnica forma parte básica para adquirir gran parte de los conocimientos científicos para obtener datos, hechos, fenómenos propios de la investigación para registrarlos y realizar su posterior análisis.

Se utilizó la técnica de observación directa para evaluar la conducta de las características presentas en la planta *Cannabis Sativa L*, además de conseguir conocimiento de hechos que ocurren con cada uno de los métodos de extracción para la recolección de datos con el fin de determinar el rendimiento y de costo de la fibra

9.5 Instrumentos de investigación

9.5.1 Ficha de observación

La ficha de observación consiste en el registro ordenado de la recolección de los datos al inicio de la investigación donde se describe específicamente lugares o personas y es muy útil para recolectar la mayor información por medio de la observación de algo de gran duración o corta duración (Garay, 2020).

Este instrumento de investigación se utilizó para el desarrollo de los resultados y el registro de los datos estadísticos de los distintos análisis físico-químicos realizados.

9.6 Materiales del proyecto de investigación

9.6.1 Materiales

- Cocina
- Ollas
- Recipientes con una capacidad de 20 litros
- Cuchillo
- Regla
- Vasos de precipitación
- Agua Destilada

9.6.2 Equipos

- Balanza
- Termómetro
- Machacadora

9.6.3 Reactivos

- Peróxido de Hidrógeno
- Hipoclorito de sodio

9.7 Metodología para la obtención de la fibra del cannabis

9.7.1 Método biológico

Enriado por agua estancada

Consiste en extraer las fibras del tallo al sumergir en agua, estos son previamente lavados, y machacados con el fin de facilitar la extracción, este proceso se da con la ayuda de la proliferación de microorganismos en la etapa de reposo que dura 3 semanas, cuando se visualiza que las fibras se empiezan a desprender solas están listos los tallos para que se empiece con el proceso de extracción de la fibra.

9.7.1.1 Descripción del método biológico (Enriado)

- 1. Recepción y selección:** Se verificó el estado vegetativo de los tallos en cuanto al tamaño, color, agentes extraños y plagas procurando que la materia prima se encuentre en buen estado con el fin de obtener unas fibras de calidad.
- 2. Pesado:** Se cortó los tallos de 20 cm utilizando una regla de 30 cm la cual permitió una mayor exactitud para que sea mucho más fácil la inmersión de cada uno de los tallos luego se procedió a pesar se pesó 1525 g *Cannabis sativa L.*
- 3. Lavado:** Los tallos seleccionados fueron lavados 3 veces con 8 litros de agua para eliminar impurezas o presencia de agentes extraños que podrían encontrarse en los tallos del *Cannabis sativa L.*
- 4. Machacado:** Los tallos limpios se colocaron en una superficie plana, después con la ayuda de una machacadora se procedió a triturar con golpes suaves evitando el rompimiento de las fibras logrando con esto suavizar las fibras

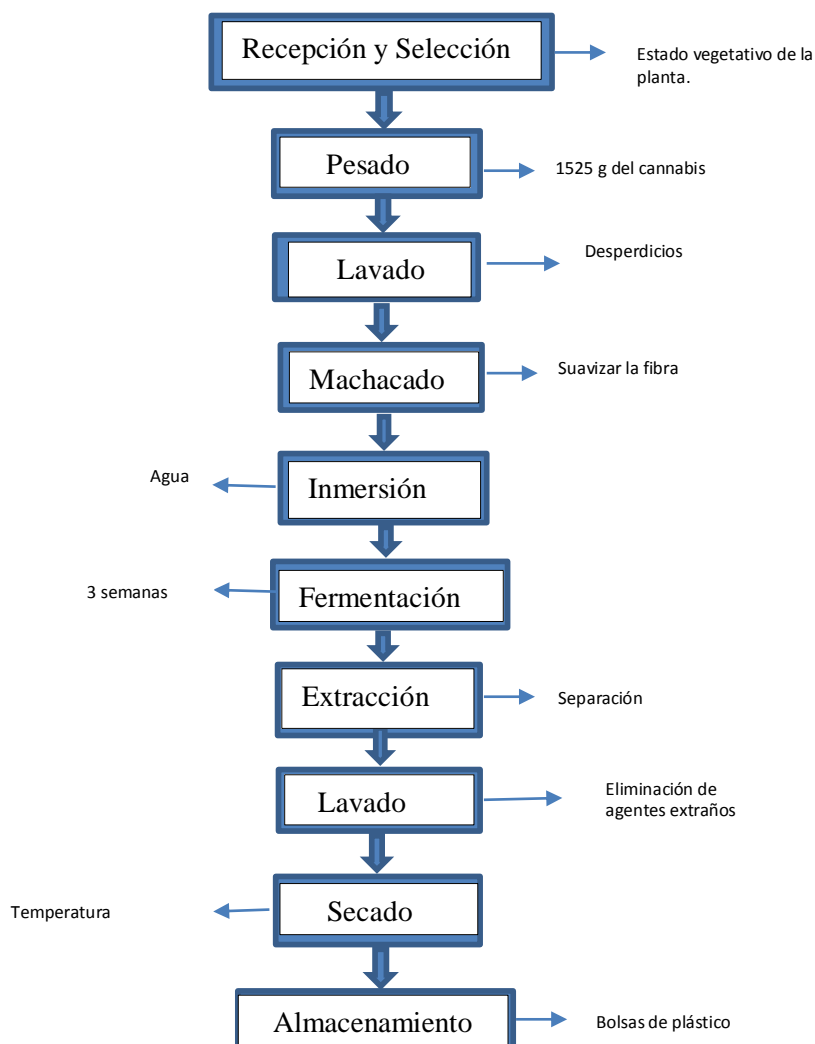
durante el proceso de inmersión.

5. **Inmersión:** Para este proceso se utilizó un balde de 20 litros, donde se colocó los tallos con 8 litros de agua en cada uno de los baldes e intentar que los tallos del cannabis estén cubiertos en su totalidad por el agua para que se genere el proceso de fermentación.
6. **Fermentación o Reposo:** El proceso de fermentación o reposo se realizó por un periodo de 3 semanas en donde el agua se volvió turbia y desprendió un olor poco agradable y se podía ver que las fibras comenzaban a desprenderse solas.
7. **Extracción:** Después del remojo los tallos fueron machacados por segunda vez con la ayuda de una agramadora, separando la fibra de la parte leñosa con la ayuda de una espátula se procedió al raspado con movimientos de arriba hacia abajo y con cuidado para no dañar las fibras.
8. **Lavado:** La fibra obtenida fue lavada 3 veces con agua para remover la presencia de cualquier impureza que se encuentre presente.
9. **Secado:** En este punto se peinó la fibra con un cepillo casual y para completar el proceso se colgó las fibras en alambres para un secado más rápido durante una semana en días soleados.
10. **Almacenamiento:** La fibra obtenida se colocó en fundas plásticas ziploc para evitar contaminación para luego ser enviada al laboratorio en donde se efectuará su respectivo análisis.

9.7.1.2 Diagrama de flujo de la extracción de la fibra por el método biológico.

Flujograma 1.

Extracción de la fibra del *Cannabis sativa L* por el método biológico



Fuente: Chacán & Quispe (2022)

9.7.2 Método Químico

Extracción con peróxido de hidrógeno.

El método químico consiste en sumergir los tallos en soluciones con peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio a una concentración de 37.5 y 3% equitativamente, donde el tiempo de inmersión es de 60 minutos con movimientos envolventes y dos días de reposo.

9.7.2.1 Descripción del proceso químico (peróxido de hidrógeno).

- 1. Recepción y selección:** Se verificó el estado vegetativo de los tallos en cuanto al tamaño, color, agentes extraños y plagas procurando que la materia prima se encuentre en buen estado con el fin de obtener unas fibras de calidad.
- 2. Pesado:** Se cortó los tallos de 20 cm utilizando una regla de 30 cm la cual permitió una mayor exactitud para que sea mucho más fácil la inmersión de cada uno de los tallos luego se procedió a pesar se pesó 1525 g *Cannabis sativa L*
- 3. Lavado:** Los tallos seleccionados fueron lavados 3 veces con 8 litros de agua para eliminar impurezas o presencia de agentes extraños que podrían encontrarse en los tallos del *Cannabis sativa L*.
- 4. Machacado:** Los tallos limpios se colocaron en una superficie plana, después con la ayuda de una machacadora se procedió a triturar con golpes suaves evitando el rompimiento de las fibras logrando con esto suavizar las fibras durante el proceso de inmersión.
- 5. Inmersión:** Para este proceso se utilizó un balde o un recipiente de 20 litros, este baño consistió en una concentración de 37.5 % de peróxido de hidrógeno y 3% de hipoclorito de sodio con volumen de la solución de 15250 ml.
- 6. Fermentación o Reposo:** El proceso de fermentación o reposo se realizó por un periodo de 60 minutos con movimientos constantes para que la solución de peróxido de hidrógeno con hipoclorito de sodio que cubrió en su totalidad a los tallos de cannabis sativa L con un reposo de 2 días.
- 7. Extracción:** Después del remojo los tallos fueron machados por segunda vez con la ayuda de una agramadora, separando la fibra de la parte leñosa con la ayuda de una espátula se procedió al raspado con movimientos de arriba hacia abajo y con cuidado para no dañar las fibras.
- 8. Lavado:** La fibra obtenida fue lavada 3 veces con agua para remover la presencia de cualquier impureza que se encuentre presente.

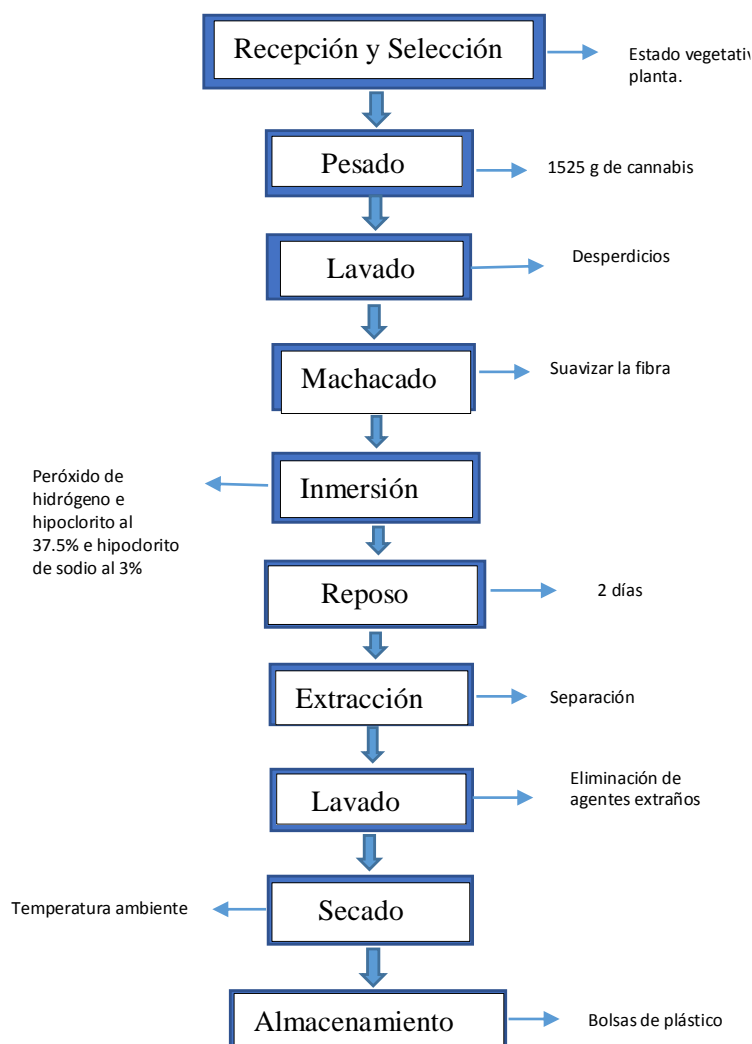
9. Secado: En este punto se peinó la fibra con un cepillo casual y para completar el proceso se colgó las fibras en alambres para un secado más rápido durante una semana en días soleados.

10. Almacenamiento: La fibra obtenida se colocó en fundas plásticas ziploc para evitar contaminación para luego ser enviada al laboratorio en donde se efectuará su respectivo análisis.

9.7.2.2 Diagrama de flujo de la extracción de la fibra por el método químico.

Flujograma 2.

Extracción de la fibra del *Cannabis sativa L* por el método químico.



Fuente: Chacán & Quispe (2022)

9.7.3 Análisis Estadístico

9.7.3.1 Estadística Descriptiva

En la investigación se aplicó la estadística descriptiva debido a que esta busca recoger y almacenar datos a través de tablas o gráficos, esto permite presentar los datos obtenidos de forma más ordenada para lo cual se usó un peso total de 3050 g de la planta del *Cannabis sativa L* el cual fue dividido en dos teniendo 1525 g para el método biológico y 1525 g para el método químico de los cuales se obtuvo un peso final de fibra fina, corta y estopa en donde se buscó analizar los parámetros de calidad de la fibra fina a través de los análisis de humedad, celulosa, lignina, densidad y fibra cruda.

9.7.3.1.1 Humedad

Es indispensable realizar el análisis del contenido de humedad de la fibra debido a que mientras más contenido de humedad tenga la fibra menos tiempo de vida útil tendrá la fibra debido a que la humedad permite el crecimiento de microorganismo que no son beneficiosos para las fibras provocando que estas se descompongan de forma más rápida teniendo una pérdida no beneficiosa para el proyecto es por eso que para determinar el contenido de humedad. Para determinar este análisis se tomó 2 g de material tamizado y se mantuvo en una malla de 60, hasta que se analizó el contenido de humedad y después cortar 2 g de fibras en longitudes de 3 cm para obtener el contenido de humedad inicial. En estos dos casos, las muestras fueron llevadas a la estufa, se recolectaron dentro de las 3 horas desde este punto la humedad permaneció invariable, a 105 ± 5 °C, se enfriaron en desecador y se pesaron (Guevara Ochoa, 2013).

El porcentaje de humedad fue calculado usando la siguiente formula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_{mi} - P_{mf}}{P_{mi}} * 100$$

En donde:

P_{mi}: Peso inicial de la muestra

P_{mf}: Peso final de la muestra

9.7.3.1.2 Densidad

Debido a la densidad de las fibras, el número de fibras que pasan por la parte central también son importante porque afectan a la respuesta estructural del elemento y por lo que se definen como las fibras que pasan por la parte media y la región (Mínguez Algarra et al., 2019).

La densidad es un parámetro de calidad de la fibra que hace referencia al grosor de la misma es por eso que para la industria textil es mejor que las fibras tengan menor densidad debido a que estas son más suaves y se usan para hacer telas más ligeras. Basándose en las técnicas descritas (Mínguez Algarra et al., 2019). Se usó una muestra blanda, un hidrómetro Mettler Toledo, una balanza analítica Denver Instrument, una muestra AA-200, 0,0001g y agua destilada como líquido de hundimiento para determinar el compuesto final.

9.7.3.1.3 Celulosa

Es muy importante el contenido de celulosa de la fibra debido a que esto permite saber que productos se pueden realizar con la fibra obtenida es decir todos los productos que se pueden realizar con la fibra del cannabis no requieren el mismo contenido de celulosa es por eso que la determinación del porcentaje de celulosa se llevó a cabo de acuerdo a la norma TAPPI T 203 os74, en el cual se tomaron 5 g de madera anhidra sin extracto y se transfirió a un matraz, se le agregó NaOH al 17,5% a $25 \pm 0,2$ °C, luego de 30 min, 100 ml de agua destilada a una temperatura adicional de 25 ° C La varilla de vidrio se agitó y luego se colocó en un baño de agua a $25 \pm 0,2$ °C durante 30 min adicionales, lo que resultó en un tiempo de exposición total de NaOH de 60 min. Luego filtrar a través de un crisol de porosidad media, desechar los primeros 10-20 mL y obtener 100 mL. Tomar 25 ml de solución y 10 ml de dicromato de potasio 0,5 N, transferir a un matraz de 250 ml, agregar 50 ml de ácido sulfúrico concentrado, calentar por 15 min, luego agregar otros 50 ml. agua y enfriar a temperatura ambiente. Luego agregue de 3 a 4 gotas de indicador de ferritina y titule a violeta con solución de sulfato de amonio 0.1 N. Las valoraciones en blanco se realizaron con 12,5 ml de NaOH al 17,5 % y 12,5 ml de agua (Guevara Ochoa, 2013). El porcentaje de celulosa fue calculado usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{Celulosa} = \frac{\text{peso filtrado seco}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

9.7.3.1.4 Lignina

El análisis del contenido de lignina de la fibra del cannabis es indispensable debido a que nos permite saber si el porcentaje de lignina presente en la fibra es el más adecuado para realizar distintos productos es por eso que para determinar el porcentaje de lignina se utilizó el patrón TAPPI T 222 os-74, donde se toma 1 g de muestra de materia prima anhidra sin extracto, se agrega 15 ml de ácido sulfúrico al 72%, para continuar agitando al baño maría a 20 ± 1 °C y transferir a agua destilada (500-400 ml), enjuagar con agua y diluir al 3% de concentración de ácido y volumen 575 ml. Luego se sometió a reflujos durante 4 h para incluir una cantidad constante de agua. Verter la solución para inclinar el matraz hasta que se separe el material final, filtrar a través de un crisol Gooch con orificios finos, enjuagar con agua caliente y secar a 105 ± 3 °C hasta la masa final (Guevara Ochoa, 2013).

El porcentaje de lignina fue calculado usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{Lignina} = \frac{\text{peso filtrado seco}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

9.7.3.1.5 Fibra cruda

Para este método secuencial se utilizó ácidos y álcalis en condiciones generales que se valoró de manera importante el método del contenido de fibra dietética total que se disuelve una mayor porción de la hemicelulosa y lignina en cantidades variables de celulosa y toda la fibra soluble. Los valores de fibra cruda no tienen correlación con el valor verdadero de FD de los alimentos humanos porque son generalmente de 3 a 5 veces mayores que los valores de fibra cruda y no se puede hacer un factor de corrección ya que la relación entre las dos fibras varía dependiendo de los componentes químicos.

9.7.3.1.6 Rendimiento

En el proyecto de investigación el rendimiento es una de las variables más relevantes debido a que permite realizar una comparación para poder saber cuál de los dos métodos de extracción brinda mayor rendimiento para lo cual se usó la siguiente fórmula.

$$\% R = \frac{\text{Pesofinal fibra}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

En donde el peso final de la fibra obtenida se divide para el peso inicial de la planta y el resultado de esto es multiplicado por cien.

9.7.3.1.7 Representación Gráfica

Las representaciones gráficas en la estadística es una forma de presentar datos ordenados cuantitativos mediante recursos visuales de los denominados gráficos lineales que incorporan una serie de datos que son representados por puntos en un diagrama circular o gráfica de pastel se utiliza para representar la proporción de cada uno de los elementos, eso se denomina como polígono de periodicidad que se construye a partir de los llamados puntos medios de cada variedad y el diagrama de barras se utiliza para datos de variables cualitativas o discretas que se representa mediante dibujos (Hernandez, 2018).

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 Análisis estadístico de las variables en estudio de la fibra del *Cannabis sativa L* por el método de obtención de enriado y químico.

En el proyecto de investigación se obtuvieron los siguientes datos después de la extracción de la fibra *Cannabis sativa L* el peso de la fibra fina, fibra corta y la denominada estopa estas se analizó de acuerdo a los parámetros de calidad de la fibra fina con los siguientes análisis de humedad, densidad, celulosa, lignina y fibra cruda.

Tabla 3

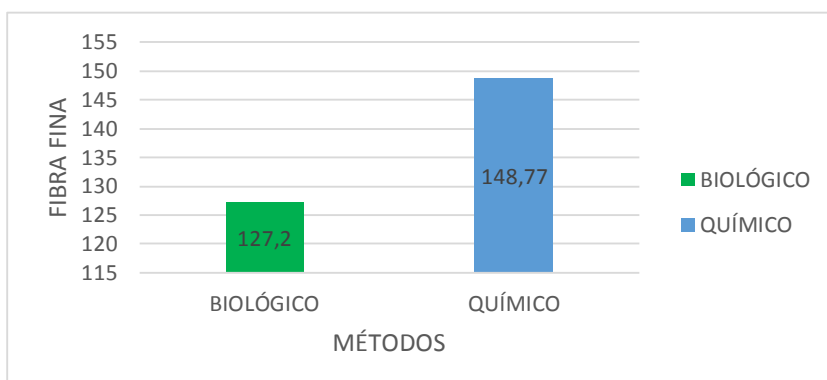
Pesos de la fibra fina

Métodos de Extracción	Peso fibra fina (g)
Biológico	127,20
Químico	148,77

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Gráfico 1

Peso de la fibra fina



Fuente: Chacán & Quispe (2022)

En el gráfico 1 se puede observar que los métodos de extracción presentan diferencias numéricas entre ellos, ya que en el método de extracción biológico se obtuvo 127,20 g de fibra fina mientras que el método químico se obtuvo 148,77 g del peso inicial de la planta esto quiere decir que la fibra del cannabis extraída por el método químico presentó mayor cantidad de fibra.

Tabla 4.

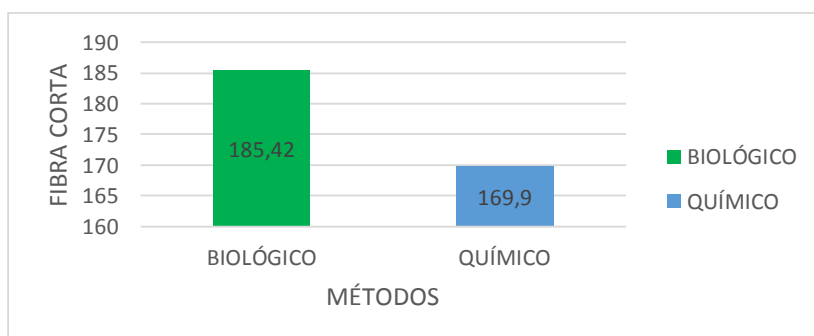
Pesos de la fibra corta

Métodos de Extracción	Peso fibra corta(g)
Biológico	185,42
Químico	169,90

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Gráfico 2

Pesos de la fibra corta



Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Según los datos obtenidos se puede observar que los métodos de extracción presentan diferencias numéricas, ya que en el método de extracción biológico se obtuvo 185,42 g de fibra corta mientras que el método químico se obtuvo 169,90 g del peso inicial de la planta esto quiere decir que la fibra del cannabis extraída por el método químico presentó mayor cantidad de fibra.

Tabla 5.

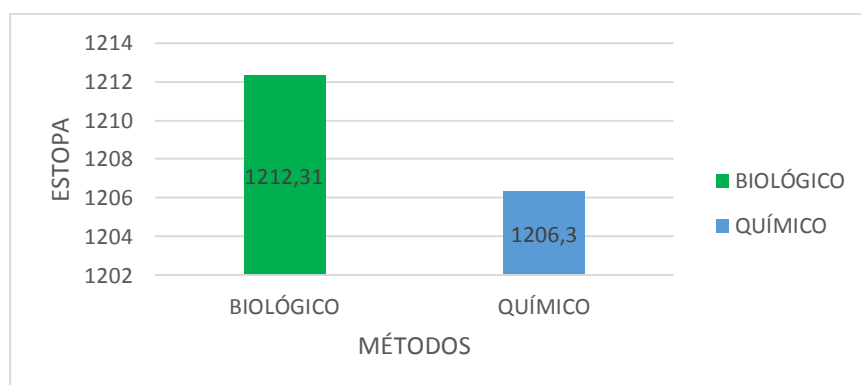
Pesos de la Estopa

Métodos de Extracción	Peso estopa (g)
Biológico	1212,31
Químico	1206,33

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Gráfico 3

Pesos de la estopa



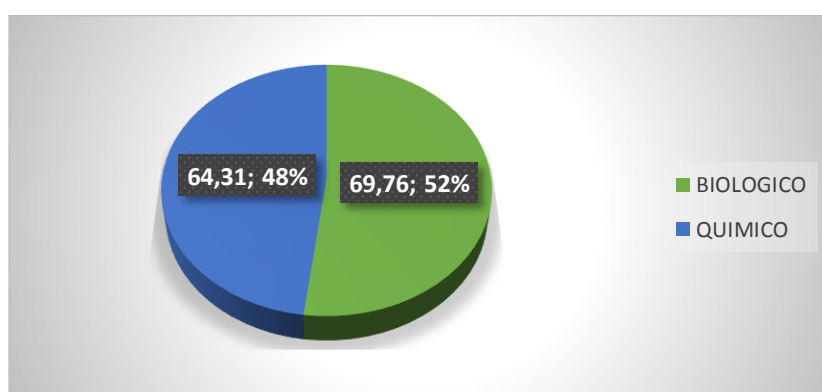
Fuente: Chacán & Quispe (2022)

En relación a la cantidad de estopa obtenida se puede observar que los métodos de extracción presentan diferencias numéricas, ya que en el método de extracción biológico se obtuvo 1212,31 g de fibra fina mientras que el método químico se obtuvo 1206,33 g del peso inicial de la planta esto quiere decir que la fibra del cannabis extraída por el método químico presentó mayor cantidad de fibra.

Tabla 6.*Porcentaje de celulosa*

Métodos de Extracción	%Celulosa
Biológico	69,76
Químico	64,31

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Gráfico 4*Porcentaje de Celulosa*

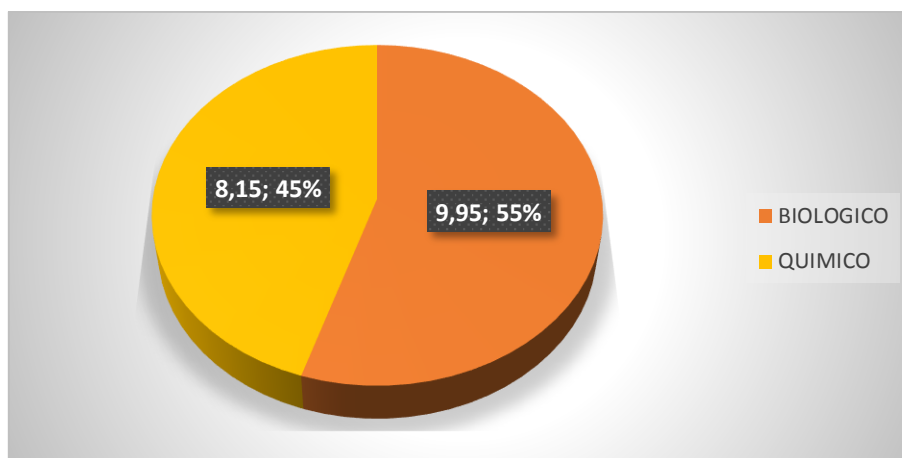
Fuente: Chacán & Quispe (2022)

En cuanto a la descripción de los resultados obtenidos se demostró que los métodos de extracción si presentan desigualdades numéricas, ya que el método biológico presenta un % de celulosa de 69,76 mientras que el método químico presenta un % de Celulosa de 64,31, indicando que el método biológico es el más apto para la extracción de la fibra del cannabis puesto que se observa que aporta con mayor cantidad de celulosa y concuerda con Jose Vicente (2015) que “químicamente la composición de las fibras de cáñamo es del 70-85% celulosa, 8,2% lignina y 7% de pectinas, ceras y hemicelulosa”

Tabla 7.*Porcentaje de lignina*

Métodos de Extracción	%Lignina
Biológico	9,95
Químico	8,15

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Gráfico 5*Porcentaje de Lignina*

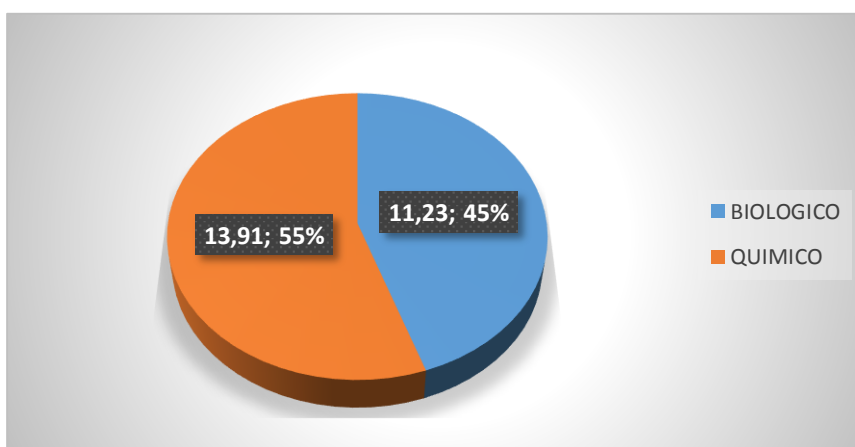
Fuente: Chacán & Quispe (2022)

En relación al porcentaje de lignina se puede observar que los métodos de extracción presentan diferencias numéricas, ya que el método de biológico contiene un % lignina de 9,95 mientras que el método químico presenta un % de lignina de 8,18, indicando que el método químico es el más adecuado para la extracción de la fibra del cannabis ya que con el 8,18% de lignina estaría dentro de lo que estipula Jose Vicente (2015) dice que “químicamente la composición de las fibras de cáñamo es del 70-85% celulosa, 8,2% lignina y 7% de pectinas, ceras y hemicelulosa

Tabla 8.*Porcentaje de humedad*

Métodos de Extracción	% Humedad
Biológico	11,23
Químico	13,91

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Gráfico 6*Porcentaje de humedad*

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

En el gráfico 6 del porcentaje de humedad se puede observar que los métodos de extracción presentan 38 diferencias numéricas, ya que el método biológico presentó una humedad de 11,24% mientras que el método químico presenta una humedad de 13,90%. Por otro lado, Según Salvador, y otros, (2016) mencionan “Que la fibra del cáñamo tiene una humedad de 3.5 a 8% debido a esto la fibra obtenida presenta porcentaje por encima del 8%” esto quiere decir que la fibra del cáñamo extraída por el método biológico si se encuentra dentro de los estándares de calidad en cuanto a la humedad de la fibra mientras que la fibra extraída por el método químico sobrepasa este rango esto quiere decir que esta tiene a tener una proliferación de microorganismo más rápida lo cual afecta la calidad de la fibra.

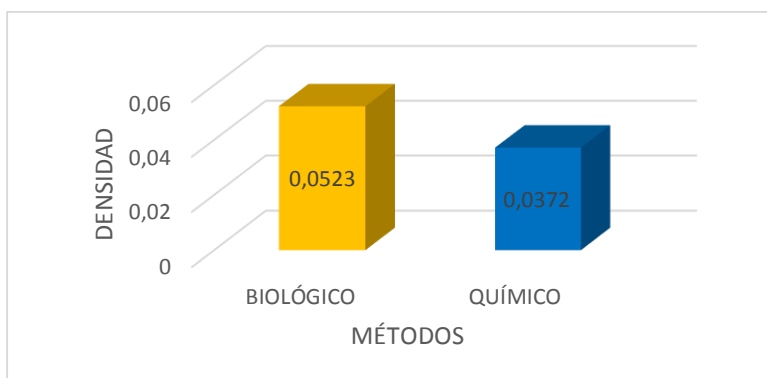
Tabla 9.*Porcentaje de Densidad*

Métodos de Extracción	Densidad
Biológico	0,0523
Químico	0,0372

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Gráfico 7

Porcentaje de Humedad



Fuente: Chacán & Quispe (2022)

En relación a los datos obtenidos de la cantidad de densidad de cada uno de los métodos de extracción, se puede observar que los métodos de extracción presentan diferencias numéricas, ya que el método biológico presenta una densidad de 0,0521500 con un porcentaje de 99,94785 % mientras que el método químico presenta una densidad de 0,0370000% estaría dentro de lo que estipula (Salvador, y otros, 2016) menciona que la fibra del cáñamo tiene una densidad de 1,48 % por lo tanto la fibra extraída tanto por el método biológico como por el método químico si se encuentran dentro del rango mencionado para la fibra del *Cannabis Sativa L.*

Tabla 10.

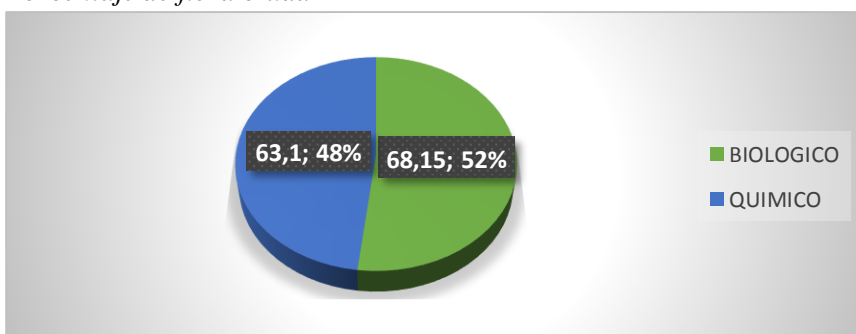
Porcentaje de fibra cruda

Métodos de Extracción	%Fibra Cruda
Biológico	68,15
Químico	63,1

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Gráfico 8

Porcentaje de fibra cruda



Fuente: Chacán & Quispe (2022)

En los datos obtenidos del porcentaje de fibra cruda se puede evidenciar diferencias numéricas debido a que el método que presentó mayor porcentaje de fibra cruda es el método biológico con 68,100 % frente al método químico con 63,065% en el cual se observa un bajo porcentaje de fibra cruda en la fibra cruda se encuentra el contenido de celulosa, contenido de hemicelulosa y contenido de lignina son elementos fibrosos de pared celular vegetal.

10.2 Determinación del rendimiento de la fibra del *Cannabis sativa L.*

En el método biológico se obtuvo 127,2 g de fibra fina el cual nos dio el siguiente rendimiento.

$$\% R = \frac{\text{Pesofinal fibra}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$\% R = \frac{127,2 \text{ g fibra}}{1525 \text{ g}} \times 100$$

$$\% R = 8,4 \text{ Método biológico}$$

En el método químico se obtuvo 148,77g de fibra fina el cual nos dio el siguiente rendimiento.

$$\% R = \frac{\text{Pesofinal fibra}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$\% R = \frac{148,77 \text{ g fibra}}{1525 \text{ g}} \times 100$$

$$\% R = 9,8 \text{ Método químico}$$

En cuanto a los resultados que se obtuvieron del rendimiento de la fibra fina por cada uno de los métodos se evidenció que por el método biológico se obtiene un porcentaje de 8,4 mientras que por el método químico se obtiene un porcentaje de 9,8 por lo que se deduce que el método químico es el mejor procedimiento para obtener mayor rendimiento de fibra.

10.2.1 Determinación de los costos con fines industriales de la obtención de la fibra

COSTOS

Tabla 11.

Costo de los materiales usados en la obtención de la fibra por el método biológico

Materiales	Unidad	Cantidad	Unitario	C. Total
Cannabis sativa L.	Planta	4	\$ 5,00	\$ 20,00
Agua	Gal	1	\$ 2,50	\$ 2,50
Subtotal 1				\$ 22,50
Empaque	Unidad	Cantidad	Unitario	C. Total
Fundas Ziploc	Funda	2	\$ 0,08	\$ 0,16
Subtotal 2				\$ 0,16
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Unitario	C. Total
Colaboradores	Horas	5	\$ 2,00	\$ 10,00
Colaboradores	Horas	5	\$ 2,00	\$ 10,00
Subtotal 3				\$ 20,00
Subtotal				Costos
1. Materiales				\$ 22,50
2. Empaque				\$ 0,16
3. Mano de obra				\$ 20,00
Costos de Producción				\$ 42,66
Utilidad		15%		\$ 6,40
Total en 100g				\$ 49,06
Presentación para la venta en 1g				0,49

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

De acuerdo con las tablas de determinación de costos de producción de la fibra obtenida por el método biológico para fines industriales se puede observar que para extraer 100 g de fibra tiene un costo de \$49,06 por lo cual el precio por la presentación para la venta en 1g es de \$ 0,49 es decir que es rentable dentro del mercado de producción de fibras de fuentes vegetales.

Tabla 12.

Costo de los materiales usados en la obtención de la fibra por el método químico

Materiales	Unidad	Cantidad	Unitario	C. Total
Cannabis sativa L.	Planta	4	\$5,00	\$ 20,00
Peróxido de Hidrogeno	ml	10312,6	\$10,89	\$ 10,89
Hipoclorito de Sodio	ml	4575	\$1,14	\$ 1,14
Agua Destilada	Gal	3	\$4,50	\$ 13,50
Subtotal 1				\$ 45,53
Empaque	Unidad	Cantidad	Unitario	C. Total
Fundas	Funda	2	\$0,08	\$ 0,16
Subtotal 2				\$ 0,16
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Unitario	C. Total
Colaboradores	Horas	5	\$2,00	\$ 10,00
Colaboradores	Horas	5	\$2,00	\$ 10,00
Subtotal 3				\$ 20,00
Subtotal				Costos
1. Materiales				\$45,53
2. Empaque				\$0,16
3. Mano de obra				\$20,00
Costos de production				65,69
Utilidad 15%				9,85
Total, 100 g				75,54
Presentación para la venta en 1 g				0,75

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

De acuerdo con las tablas de determinación de costos de producción de la fibra obtenida por el método biológico para fines industriales se puede observar que para extraer 100 g de fibra tiene un costo de \$75,54 por lo cual el precio por la presentación para la venta en 1g es de \$ 0,75 es decir que es rentable dentro del mercado de producción de fibras de fuentes vegetales.

10.2.2 Elaboración de papel Kraft a partir de la fibra del *Cannabis sativa L*

En el Ecuador la producción de papel a base de la fibra del *Cannabis sativa L* es muy escasa siendo la mayoría de papel que se usa en el país proveniente de la deforestación de la naturaleza para lo cual la elaboración del papel kraft ayuda disminuir los índices de deforestación y a mejorar el impacto ambiental, con este papel se estaría participando de manera directa con el crecimiento del país es por eso que la elaboración de papel kraft a partir de la fibra es una propuesta generada por el Ing. Pérez Escobar Josué Israel, citado por (Chacan & Quispe, 2020, p. 33) en su trabajo de investigación con el tema de **“EVALUACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE LA EXTRACCIÓN DE LA FIBRA DEL (*Cannabis sativa L*)”**

1. Materiales, Aditivos y equipos

Materiales

- Fibra del *Cannabis sativa L*

Aditivos Químicos

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

Equipos y utensilios

- Calefactor de 750 watts
- 4 placas de acero de carbono de 6plg.
- Bastidor de 40 mesh.
- Pesa o eje de 10 kg
- 2 gavetas
- 2 peroles pequeños de 20 L
- 1 tina
- Papel toalla de cocina
- Placo con manijas para el bastidor
- 2 vasos de precipitación.

- 1 balanza analítica.
- 1 varilla de agitación
- 1 balanza
- 1 balde
- 1 canasto

2. Metodología

1. Recepción: Se inspecciona la materia prima en este caso los tallos del *Cannabis sativa* L en donde se revisó que la planta se encuentre en buen estado vegetativo y que no presente ninguna clase de plagas u hongos.

2. Remojo de la fibra: Se procede a utilizar una gaveta de aproximadamente 50 L o un envase en el cual se pueda colocar la fibra, se coloca por cada libra de fibra 2 litros de agua, tomando en cuenta que el agua añadida en esta la cubra en su totalidad, con esto se asegura que la fibra se hidrate bien y poder tener un manejo más fácil de la misma, en el lapso de un día se procederá a retirar la fibra ya totalmente humectada.

3. Ecurrido de la fibra: La fibra ya previamente humectada se retira del envase que la contiene y con precaución que esta no se enrede se procede a retirar el exceso de agua.

4. Cocción de las fibras: Se coloca en la cocina un recipiente pequeño de acero inoxidable con una capacidad aproximada de 20 L con las 10 lb de fibra en la cual se utilizará dos sustancias químicas y la disponibilidad de fibra será mitad y mitad es decir 10 lb y 10 lb para las dos diferentes sustancias de cocción y 20 L de agua, asegurándose que el agua cubra a la fibra en su totalidad y mejore la cocción durante 6 horas con el fin de que esta se suavice y la lignina se desprenda.

5. La cocción se realizó con dos tipos de químicos.

5.1 Sulfato de Sodio: La preparación de la solución es al 5% es decir 0,50 lb – 226,79 g de Sulfato de Sodio en un recipiente removiendo constantemente con una varilla de agitación y después la colocamos sobre el recipiente con la fibra.

5.2 Carbonato de Calcio: La preparación de la solución es al 5% es decir 0,50lb – 226,79g de Carbonato de Calcio en un vaso de precipitación, removiendo constantemente con una varilla de agitación, luego la vertimos sobre el recipiente con la fibra.

5.3 Colado de las fibras: Después de 5 horas que la fibra ha permanecido en cocción a fuego constante se la retira y con la ayuda de unos guantes se traspasa a otro recipiente teniendo cuidado de que la mezcla resultante se riegue o haya contacto directo con la misma y con la ayuda de un colador asegurarse que toda la mezcla de la cocción se elimine en su totalidad.

6. Proceso de blanqueado de la fibra: En este proceso la pulpa ya cocida y colada se lava con sustancias blanqueadoras que ayuden a mejorar su color este se realizó con dos tipos de químicos que son el dióxido de cloro y el agua oxigenada.

6.1 Dióxido de Cloro: Para la preparación de la solución se coloca una relación del 25% es decir 1,25 L de dióxido de cloro en un vaso de precipitación, mezclamos durante unos minutos y la dejamos reposar por 3 horas la fibra comprobando que la misma quede más homogénea y tengo un color distinto es decir cambie de color.

6.2 Agua Oxigenada: En la preparación de la solución de agua oxigenada se añadió una relación del 25% 1,25 L de agua oxigenada en un vaso de precipitación, mezclamos durante unos minutos y la dejamos reposar por 3 horas la fibra asegurándonos que la misma quede más homogénea es decir cambie su color a un tono más claro.

7. Licuado de la fibra ya ablandada: Se Coloca la fibra en una licuadora con una cantidad mínima de agua para que ayude a una mejor trituración a velocidad máxima durante 3 minutos.

8. Formación de la hoja: La fibra ya triturada se la coloca en un balde de aproximadamente 20 L y con un bastidor de acero inoxidable de 40 mesh luego lo sumergimos en la mezcla y colamos las partículas en suspensión y realizamos pequeños y suaves movimientos ondulares logrando que las partículas se separen sirve distribuyéndose equitativamente en las mallas.

9. Prensado de la hoja: Colocamos papel toalla y esperamos un tiempo de absorción 10cm³ durante cinco minutos sobre la pulpa tomada para que absorba la humedad luego una tapa de acero de carbono sobre el bastidor evitando que se formen grumos en la pasta en un solo lugar lo cual no permite una buena distribución. Finalmente se coloca una mesa redonda de 10 kg sobre la tapa para que ayude a prensar y escurrir el exceso de agua durante 5 minutos hasta que la hoja está formada.

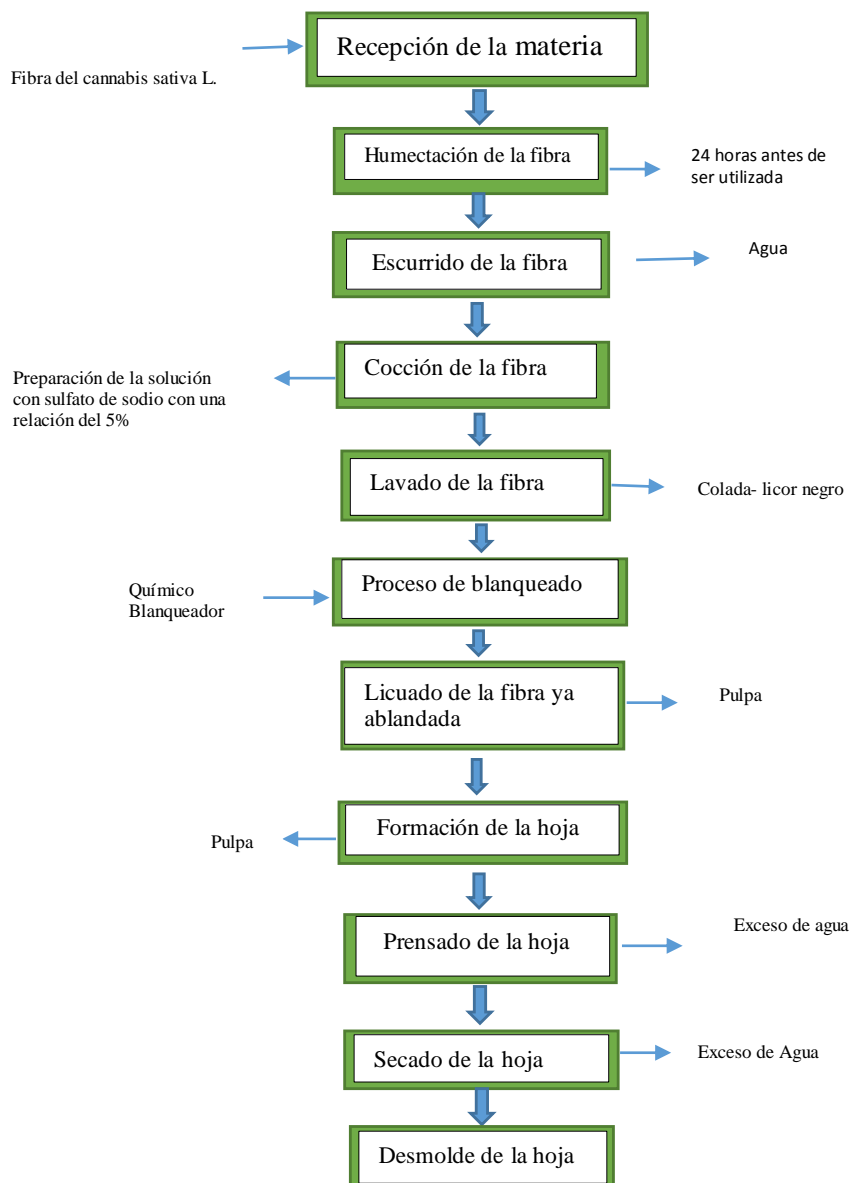
10. Secado de la hoja: Una vez ya formada la hoja y con una humedad relativamente baja esta se coloca sobre una placa de acero de carbono de 6 plg cubierta con toallas de papel y se la tapa con una placa del mismo espesor, evitando así que la hoja no se deforme al momento de aplicar calor.

Las placas ya con la hoja formada se las somete a un calefactor de 750 watts durante 4 horas teniendo en cuenta que hay que voltear las placas y asegurarnos que las hojas se sequen por los dos lados y no se quemen.

11. Desmolde de la hoja: La hoja ya seca se desmolda con cuidado se retiran las placas y las toallas de papel.

Flujograma 3.

Elaboración del papel kraft a partir de la fibra del *Cannabis sativa L.*



Fuente: Chacán & Quispe (2022)

10.2.3 Elaboración de un envase biodegradable a partir de la fibra del *Cannabis sativa L.*

En Ecuador hay poca conciencia del daño al medio ambiente producido por los materiales plásticos causantes del deterioro ambiental es por eso que los plásticos biodegradables a base de la fibra del *Cannabis sativa L* son más amigables con el medio ambiente se descomponen por completo en un plazo menor a 6 meses a diferencia de los que son elaborados de plástico que se demoran años en desaparecer de la naturaleza

es por eso que la elaboración del envase biodegradable a partir de la fibra es una propuesta generada por la Ing. Edgar Huerta & Edison Tenorio, citado por (Chacan & Quispe, 2020, p. 33) en su trabajo de investigación con el tema de “**EVALUACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE LA EXTRACCIÓN DE LA FIBRA DEL (*Cannabis sativa L*)**”

1. Materiales, Insumos y equipos

Materiales

- Cuchillos
- Tijera industrial
- Recipientes
- Moldes de acero inoxidable
- Cepillos de acero
- Mandil
- Cofia
- Mascarilla

Materia prima

- Fibra del *Cannabis sativa L*

Insumos

- Agua purificada 62 ml.
- Glicerina 62 ml.
- Vinagre 18 ml.
- Maicena 20 g
- Materia prima
- Fécula de maíz 20 g.

Equipos y utensilios

- Balanza
- Cocina industrial
- Batidora industrial

- Molino mecánico (triturador)
- Marmitas
- Prensa hidráulica

2. Metodología

1. Recepción: En la recepción de la materia prima es decir la fibra del *Cannabis sativa L* se inspecciono que esta se encuentre libre de cualquier agente extraño como exceso de humedad también se midió el largo de las fibras y el color que tenían.

2. Molienda Mecánica: En la molienda con ayuda de un triturador mecánico se tritura la fibra hasta obtener las partículas de polvo más pequeñas.

3. Tamizado: Se procede a separar las partículas grandes de las pequeñas con un tamiz hasta obtener el polvo de la fibra más homogéneo.

4. Mezclado: Se procede a mezclar 42g de polvo de la fibra, con 62 ml el agua purificada, con 62ml de glicerina, con 18ml de vinagre, con 20g de maicena y 20g de fécula de maíz en un envase.

5. Cocción: Se realiza la cocción para disminuir la carga microbiana y obtener una pasta más homogénea durante 6 minutos a una temperatura de 40°C.

6. Laminado: El laminado se realiza en moldes de forma de lámina plana para que estos tengan un mejor secado.

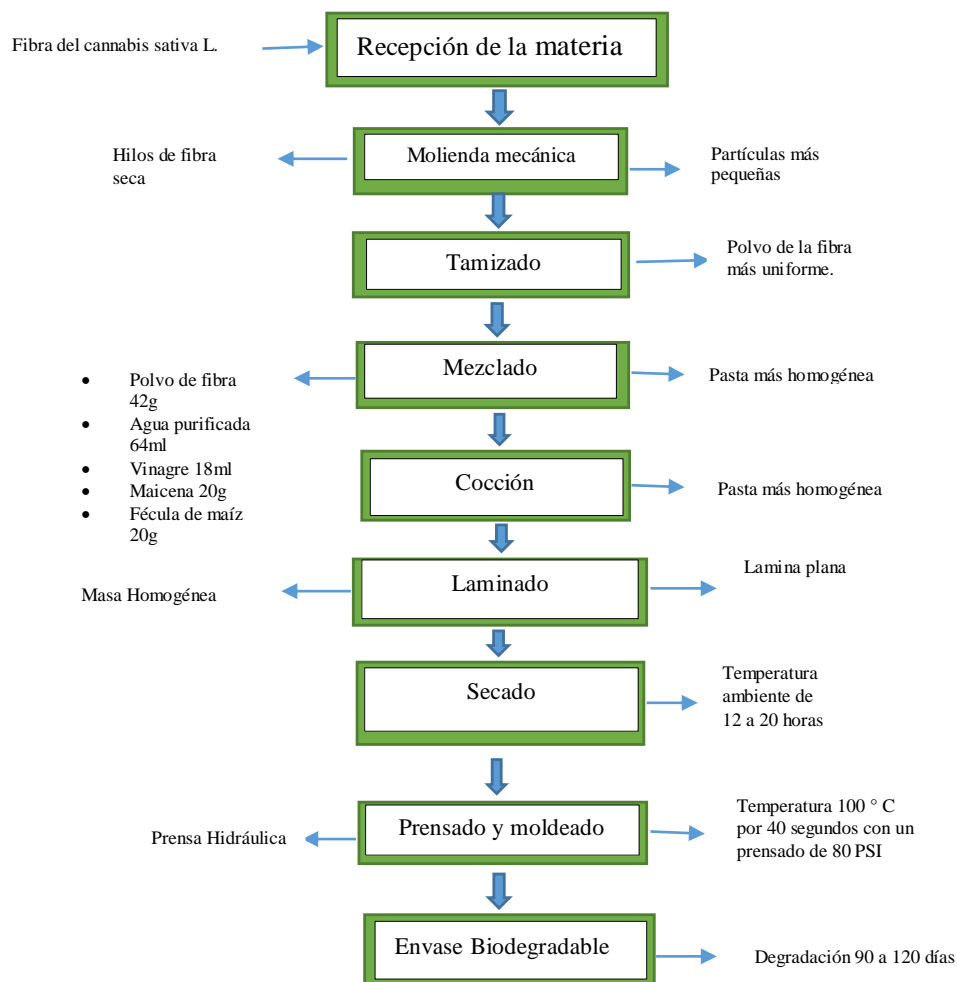
7. Secado: Una vez que este ya ha sido laminado el secado de las láminas se efectúa durante un tiempo de 20 horas a temperatura ambiente.

8. Prensado y moldeado: Se coloca las láminas en la prensa hidráulica a una presión de 80 Psi en donde son prensados dándole al recipiente la forma, la rigidez y la firmeza necesaria para lo cual es colocada sobre la matriz de la prensa siendo presionada y liberada a una temperatura de 100 °C durante 40 segundos.

9. Análisis de laboratorio: Una vez obtenido el producto se procede a tomar muestras para el respectivo análisis fisicoquímico y microbiológico.

Flujograma 4.

Elaboración de envase biodegradable a partir de la fibra del *Cannabis sativa L.*



Fuente: Chacán & Quispe (2022)

10.2.4 Elaboración de eco ladrillos a partir de la fibra del *Cannabis sativa L.*

En la siguiente propuesta se refleja la visión de construir con cáñamo desde hace 100.000 años atrás y en países como España pretenden retomaron las construcciones con esta materia prima renovable porque además su cultivo tiene como efecto la restauración ecológica, tiene múltiples usos en la construcción es por eso que los eco ladrillos a base del *Cannabis sativa L* son muy resistentes es por eso que la elaboración de eco ladrillos a partir de la fibra es una propuesta generada por Oscar Andrés Ospina Pedraza, citado por (Chacan & Quispe, 2020, p. 33) en su trabajo de investigación con

el tema de “EVALUACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE LA EXTRACCIÓN DE LA FIBRA DEL (*Cannabis sativa L*)”

3. Materiales, Insumos y equipos

Materiales

- Arena
- Cal hidratada
- Cemento
- Agua
- Moldes
- Cubeta

Materia prima

- Fibra y estopa del *Cannabis sativa L*

Equipos y utensilios

- Balanza
- Palustre
- Pala
- Chipeadora

4. Metodología

1. Recepción: La materia prima en este caso la fibra del *Cannabis sativa L* el cual se obtuvo una pequeña cantidad de manera artesanal por el investigador remojando los tallos del cannabis durante tres semanas, machacándose con la agramadora, después del previo remojo y pudrición de las hojas, utilizando el raspado de la fibra con una espátula se obtuvo finalmente la fibra, y dejándolas secar por un día de manera vertical evitando que se enrede esta fibra.

2. Trituración: Se utiliza una chipeadora mecánica, para la molienda de la fibra hasta obtener las partículas de polvo más pequeñas.

3. Tamizado: Con ayuda de un tamiz se procede a separar las partículas grandes de las pequeñas, hasta obtener el polvo de la fibra más uniforme

4. Mezclado: Se procede a realizar la mezcla el polvo de fibra, con el cemento, cal y la arena, se adiciona agua hasta crear una mezcla homogénea proceso desarrollado en un balde y mezcla con palustre durante 8 minutos.

5. Moldeado: Se pasa la mezcla obtenida a moldes para esto se realizó una prueba con un molde de madera y otra con un molde de metal, al final se determinó que se utilizará el de metal debido su fácil maniobrabilidad y dimensionamiento similar al de un ladrillo convencional

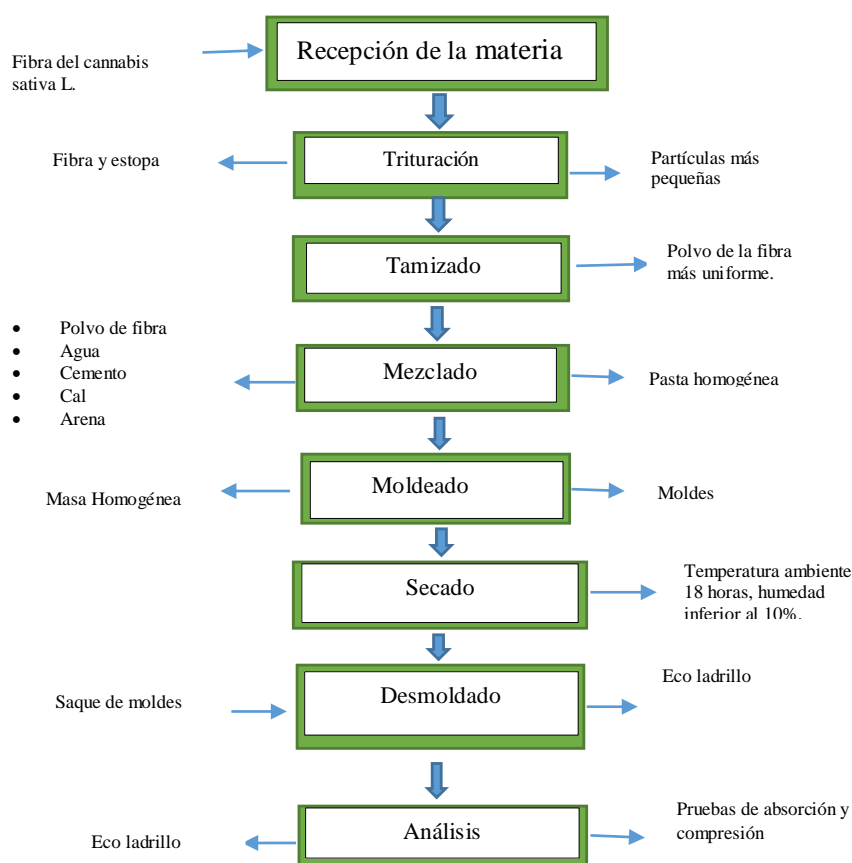
6. Secado: Se deja secar a temperatura ambiente durante 18 horas, humedad inferior al 10%

7. Desmoldado: Una vez transcurrido este tiempo se retiran los moldes de los ladrillos la forma de estos depende de la forma que tenga el molde.

8. Análisis: Luego de obtener el producto final eco ladrillos se realizan las pruebas de absorción y compresión.

Flujograma 5.

Elaboración de eco ladrillos a partir de la fibra del *Cannabis sativa L.*



Fuente: Chacán & Quispe (2022)

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES, AMBIENTALES)

11.1 Impactos técnicos

La fibra del *Cannabis sativa L* es un gran potencial para la industria debido a los usos que se le puede dar teniendo muy en cuenta las características que esta contiene en su composición la cual permite la elaboración de productos nuevos innovando la matriz productiva aportando con conocimientos técnicos agroindustriales necesarios para aprovechar la materia prima existente en las empresas que se dedican a la producción de la planta del *Cannabis sativa L* en Ecuador.

11.2 Impactos sociales

Es un impacto positivo para la industria debido a que con esta investigación se quiere llevar a cabo el aprovechamiento y la obtención de la fibra *Cannabis sativa L* mediante dos metodologías de extracción metodología biológica y metodología química las cuales permitirán brindar fuentes de trabajo y nuevos emprendimientos a la población al promover que estas empiecen a sembrar y cultivar esta planta para la obtención de la fibra y elaboración de distintos objetos como plástico biodegradable entre otros.

11.3 Impactos económicos

El proyecto de investigación proyecta un gran impacto económico ya que genera un cambio en las empresas que se dedican a la producción de la planta del *Cannabis sativa L* generando recursos económicos e incentivando a estudios tecnológicos y agroindustriales en cuanto a la siembra y cosecha de la planta al igual que sus métodos de extracción lo que les permitirá tener un desarrollo en el ámbito económico a las comunidades y personas jurídicas para la generación de microempresas que se dediquen a la extracción de la fibra y elaboraciones de distintos productos.

11.4 Impactos ambientales

La realización del presente proyecto de investigación no pretende atentar contra la flora silvestre de la región andina, más bien busca incentivar el aprovechamiento de la planta del *Cannabis sativa L* debido a que tan pronto como se siembra su semilla esta comienza a repercutir de forma positiva con su entorno ya que sus raíces ayudan a prevenir la erosión del suelo, contribuyendo a reducir la contaminación del agua, también al obtener la fibra se pueden fabricar papel, plásticos biodegradables que son amigables con el medio ambiente al durar menos tiempo en descomponerse y desaparecer.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 13.

Presupuesto del proyecto de Investigación

RECURSOS HUMANOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tutora	1	-	-	-
Lectores	3	-	-	-
Postulantes	2	-	-	-
MATERIALES, EQUIPOS Y ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS				
Peróxido de Hidrógeno	10312,6	ml	\$ 0,01	\$ 10,89
Hipoclorito de sodio	4575	ml	\$1,14	\$ 1,14
Agua destilada	3	galón	\$ 4,50	\$ 13,50
Vasos de precipitación	2	Unidad	\$ 3,00	\$ 6,00
Fundas ziploc	1	Funda	\$ 0,16	\$ 0,32
Baldes plásticos	2	Unidad	\$ 2,50	\$5,00
Tanque de gas	1	Unidad	\$ 1,60	\$1,60
Balanza	1	Depreciación	\$ 3,66	\$ 3,66
Termómetro	1	Unidad	\$ 7,00	\$ 7,00
Cocina industrial	1	Depreciación	\$ 10,35	\$ 10,35
Agramadora	1	Unidad	\$10,00	\$10,00
Cannabis	8	Unidad	\$ 5,00	\$ 40,00
Copias	280	Unidad	\$ 0,02	\$ 5,60
Impresiones	230	Unidad	\$ 0,10	\$ 23,00
Esferos	2	Unidad	\$ 0,35	\$ 0,70
Anillados	3	Unidad	\$1,25	\$ 3,75
Carpetas	3	Unidad	\$0,75	\$ 2,25
Empastados	2	Unidad	\$ 15,00	\$ 30,00
CD de portada	3	Unidad	\$1,50	\$4,50

Humedad	2	Unidad	\$ 8,00	\$16,00
Densidad	2	Unidad	\$ 14,00	\$ 28,00
Fibra bruta	2	Unidad	\$ 11,00	\$ 22,00
Celulosa	2	Unidad	\$ 33,60	\$67,20
Lignina	2	Unidad	\$ 33,60	\$67,20
Subtotal				\$379,66
15%				\$56,94
GASTOS VARIOS				\$ 200,00
TOTAL				\$636,60

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

De acuerdo con la tabla del presupuestos se evidencia que se gastó entre materiales, análisis fisicoquímicos, equipos, asuntos varios un total de \$636,60 dólares lo que quiere decir que el proyecto es factible siempre y cuando se realice cultivos propios de la planta del cannabis, tipo invernaderos para la obtención de la materia prima a un menor costo donde se pueda aprovechar en su totalidad todas las propiedades de la misma, en este caso la cosecha para la obtención de la fibra será previa a la floración de la planta para emplear la en distintos productos del sector industrial como es la industria manufacturera.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- En las técnicas de extracción para la obtención de la fibra del *Cannabis sativa L* el método biológico mostró ser un método eficaz debido a que dejó una fibra con menor cantidad de humedad, más porcentaje de celulosa, lignina y fibra cruda también un color claro, menor rendimiento, una textura suave, un olor agradable, mayor tiempo para su extracción, menor costo para su extracción mientras que el método químico el cual fue realizado con distintos químicos como el peróxido de hidrógeno con hipoclorito de sodio presentó más humedad, un color más claro, más rendimiento, una textura suave, un olor agradable, menor tiempo para su extracción y mayor costo para su extracción es por eso que el mejor método de extracción fue el método biológico al presentar mejores características.
- Al realizar el proceso de extracción de fibra del *Cannabis sativa L* por los dos métodos de extracción planteados, tanto por el método biológico y el método químico se obtuvo una fibra con humedad de 11.21%, 69,77% de celulosa, 9,95% de lignina, densidad de 0.0523 g/ml y una fibra cruda de 68.15% mientras que por el método químico se obtuvo una fibra con una humedad de 13,91%, 64,31% de celulosa, 8,18% de lignina, una densidad de 0.0372 g/ml y una fibra cruda de 63.10% siendo el método biológico fue el mejor método de extracción al presentar mejores parámetros de calidad.
- De acuerdo con la determinación de costos con fines industriales de la fibra del *Cannabis sativa L* se calculó que para la extracción de la fibra por el método biológico se obtuvo un costo de \$49,06 para la producción de 100 g de fibra es por eso que para la venta de 1g este costaría 0,49 centavos mientras que para la extracción de la fibra por el método químico se obtuvo un costo de \$75,54 para la producción de 100 g de fibra es por eso que para la venta de 1g este costaría 0,75 centavos esto quiere decir que el método biológico fue el mejor método de extracción al generar menores costos de producción, por otro lado, por las características que posee esta fibra se propulsó el usar en la elaboración de papel kraft, en la fabricación de envases biodegradables y producción de los eco ladrillos como alternativas amigables con el medio ambiente.

13.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar más investigaciones sobre la planta *Cannabis sativa L.*, su siembra, cosecha y métodos de extracción para poder obtener fibras de mejor calidad.
- Realizar análisis de humedad, densidad, lignina y celulosa con el objetivo de obtener parámetros exactos de la calidad de la fibra del *Cannabis sativa L.*
- Incentivar a más investigaciones sobre el uso de la fibra del *Cannabis sativa L.*, debido a que se pueden realizar varios objetos como envases biodegradables, papel, entre otros que aportan al cuidado de la naturaleza al tener un bajo impacto ambiental.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Esteban, J. I., Sánchez-Mata, D. C. M., & Torija-Isasa, E. (2021). *Evolución histórica de la clasificación taxonómica del cáñamo Historical evolution of taxonomic classification of hemp.* 147–154. <https://doi.org/10.29077/bol.115.e04.alonso>
- Arencibia-Pardo, F. R., Peña-Rodríguez, B., & Goyeneche-Rosas, J. F. (2020). Aprovechamiento integral del cannabis sativa como material de refuerzo/carga del polipropileno. *Mundo Fesc*, 10(19), 67–79.
- Bonilla, O., Trujillo, H., Guerra, S., Hugo, V., & López, C. (2009). Extracción y Caracterización de la fibra de la hoja de la Lengua de Suegra (*Sansevieria trifasciata*). *Revista Politécnica*, 30(1), 167–178. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5549>
- Calderón Rojas, C. (2003). Utilización de la fibra de cáñamo en la industria textil: Una nueva opción para la problemática de los cultivos ilícitos en Colombia. *Departamento de Diseño Textil*, 1116/MENKE(8), 1–22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2012.06.047> <http://www.geohaz.org/news/images/publications/gesi-report-with-prologue.pdf> http://ec.europa.eu/echo/civil_protection/civil/pdffdocs/earthquakes_en.pdf <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2011.06.005>
- Carrasco, M. (2021, julio 16). *En Tabacundo, la “capital mundial de las rosas”, ya se cosecha el primer cultivo legal de cannabis en Ecuador.* El Universo. <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/en-la-capital-mundial-de-las-rosas-ya-se-cosecha-el-primer-cultivo-legal-de-cannabis-en-ecuador-nota/>
- Castellanos Prieto, B. J. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos de Contabilidad*, 18(46), 1–27.

- Erkelens, J. L., & Hazekamp, A. (2014). *Eso que llamamos Indica , con ningún otro nombre olería tan dulce*. 9(1), 9–16.
- Escalante Pai, C. A. (2020). *Economía popular y solidaria entorno a la nueva industria del cannabis: Caso Ecuador*.
- Fassio, A., Rodríguez, M. J., & Ceretta, S. (2013). Cáñamo (*Cannabis sativa L.*) [Internet]. Uruguay: INIA. http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/canamo_inia_uruguay.pdf
- Ferreira, V. (2018). Sostenible, Moda Cáñamo, Y Cultivo D E. *Andariega Hemp*.
- García Alcocer, N. K., Salgado García, S., Cordoba Sanchez, S., Castañeda Ceja, R., De la Cruz Burelo, P., & Turrado Saucedo, J. (2019). *Evaluation of calcium oxide and calcium hydroxide for the obtaining of cellulose fiber*. 12, 3–9. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1433%0AEvaluation>
- Gómez, F., Jaimes, D., & Jhorleny, F. (2021). Tratamiento Tributario del Cultivo y Uso del Cannabis en Productos Transformados en Colombia. *Universidad Jorge Tadeo Lozano*, 1–30. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/24268>
- Guevara Ochoa, V. H. (2013). Estudio de extracción de fibra de formio (*phormium tenax*) con métodos tradicionales de desfibrado. *Escuela Politécnica Nacional*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5923>
- Huanaco Pariona, J. J. (2019). Compósitos reforzados con fibras naturales. *Universidad Científica Del Sur. Facultad de Ciencias Ambientales. Ingeniería Ambiental.*, 1–126. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/965/TB-BaqueA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jardín Botánico Atlántico de Gijón. (2009). Fibras vegetales, tejiendo plantas. *La Fibra Sensible*. <https://xdoc.mx/documents/la-fibra-sensible-jardin-botanico-5f5699d6aa4bc>
- Jose Vicente, A. F. (2015). Manual control de calidad en productos textiles y afines. *Manual Control De Calidad En Productos Textiles Y Afines*, 301. <http://oa.upm.es/38763/1/Binder1.pdf>
- Lozano, C. I. (2017). Cultivo y usos etnobotánicos del cañamo (*Cannabis Sativa L.*) en la ciencia árabe (siglos VIII-XVII). *Asclepio*, 69(2), 197. <https://doi.org/10.3989/asclepio>
- Mínguez Algarra, J., González Cabrera, D., & Vicente Cabrera, M. (2019). Influencia de la orientación

- y la densidad de las fibras en la resistencia a tracción por flexión de hormigones. *ScienceDirect*, 70. <https://doi.org/10.33586/hya.2019.2037>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *Reglamento Para La Importación, Siembra, Cultivo, Cosecha, Post Cosecha, Almacenamiento, Transporte, Procesamiento, Comercialización Y Exportación De Cannabis No Psicoactivo O Cañamo Y Cañamo Para Uso Industrial*. 1–38.
- Monte González, K. (2020). *El cáñamo, un posible generador de empleo y dinamizador de economía poscoronavirus*. *Expreso*. <https://www.expreso.ec/actualidad/economia/canamo-posible-generador-poscoronavirus-actualidad-economia-nacional-11428.html>
- Moreno Saenz, D. A., & Neusa Rey, J. S. (2021). Evaluación para la obtención de una fibra textil a partir de pseudotallo de plátano. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 10–27. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8317/1/6161797-2021-1-IQ.pdf>
- Natura Grande. (2020). *Ponencia Cannabis México potencial industrial sustentable.pdf* (pp. 4–17). https://www.iica.int/sites/default/files/2021-10/Mesa_4_1_Ponencia_Cannabis_México_potencial_industrial_sustentable.pdf
- Ospina Díaz, J. M., Manrique Abril, F. G., Ospina Ariza, P. A., & Manrique Abril, A. (2015). LEGALIZACION DE LA MARIHUANA EN COLOMBIA : Legalization of marijuana in Colombia : economic perspective . *Revista Salud Historia y Sanidad*, 10(2), 3–22.
- Pastrana, J. V., & Buitrago, O. Y. (2020). Diseño de una planta para la fabricación de derivados de cannabis en el mercado emergente colombiano y evaluación de eficiencia del layout propuesto. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 21(1), 1–9.
- Pino Herrera, O. F. (2019). Cáñamo industrial en la provincia de Pichincha para la creación de una empresa productora y procesadora de fibra de cáñamo industrial en la provincia de pichincha para la exportación al mercado alemán en el periodo 2019-2029. *Trabajo de Titulación Previo a La Obtención Del Título de Licenciado*.
- Samaniego, F. (2021, mayo 27). La industria emergente del cannabis y el cáñamo de Ecuador. *Corral Rosales*. <https://corralrosales.com/industria-emergente-del-cannabis-y-canamo-en-ecuador/>
- Sánchez, A. (2019, febrero 27). *El cáñamo industrial crece en México (y puede hacerlo más)*. *Expansión*. <https://expansion.mx/empresas/2019/02/27/el-canamo-industrial-crece-en-mexico-y-puede-hacerlo-mas>
- Schilling, S., Melzer, R., & McCabe, P. F. (2020). Cannabis sativa. *Current Biology*, 30(1), R8–R9. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.10.039>
- Small, E. (2015). Evolution and Classification of Cannabis sativa (Marijuana, Hemp) in Relation to

Human Utilization. *Botanical Review*, 81(3), 189–294. [https://doi.org/10.1007/s12229-015-9157-](https://doi.org/10.1007/s12229-015-9157-3)

3

Vallejos, M. E. (2006). *Aprovechamiento integral del Cannabis sativa como material de refuerzo carga del polipropileno*. (84th-690th-006 ed.). 25 de Abril de 2006. <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/7793/tmev.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Vidal, G., & Hormazábal, S. (2016). Las Fibras Vegetales y sus aplicaciones. *Grupo de Ingeniería y Biotecnología Ambiental (GIBA-UDEC)*, 0, 1–100.

15. ANEXOS

Anexo 1. Aval de traducción



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

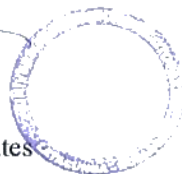
La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE LA EXTRACCIÓN DE LA FIBRA DEL (Cannabis sativa L)”** presentado por: **Chacán Campos Jazmín Stefania** y **Quispe Tocte Lorena Alexandra**, estudiantes de la Carrera de: **Ingeniería Agroindustrial** perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 14 abril del 2022

Atentamente,

Mg. Marco Paul Beltrán Semblantes



CENTRO
DE IDIOMAS

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

Anexo 2. Hoja de vida de la tutora de titulación**Datos personales****Apellidos:** Arias Palma**Nombres:** Gabriela Beatriz**Estado civil:** Casada**Cedula de ciudadanía:** 1714592746**Lugar y fecha de nacimiento:** Quito, 3 de Junio de 1983**Dirección domiciliaria:** Cdla. Tiobamba. Panamericana sur km 3,5**Teléfono convencional:** **Teléfono celular:** 084705462**Correo electrónico:** gabriela.arias@utc.edu.ec / gameli83@hotmail.com**Estudios realizados y títulos obtenidos**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT	CODIGO DEL REGISTRO SENESCYT
Tercer	Ingeniera Agroindustrial	Escuela Politécnica Nacional	26-05-2009	1001-09-919392
Cuarto	Diplomado superior en gestión para el aprendizaje universitario	Escuela Politécnica del ejército	31-08-2012	1004-12-750886
Cuarto	Magister en Ingeniería industrial y productividad	Escuela Politécnica Nacional	31-10-2016	1001-2016-1756024

Historial profesional**Facultad en la que labora:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**Carrera a la que pertenece:** Ingeniería Agroindustrial**Área del conocimiento en la cual se desempeña:** Ingeniería, industria y construcción;

Industria y producción Investigación Operativa, Biotecnología

Fecha de ingreso a la UTC: 05 de Octubre del 2009

Firma

Anexo 3. Hoja de vida de la autora 1

Datos personales

Nombres Completos: JAZMÍN STEFANÍA CHACÁN CAMPOS
Dirección Domiciliaria: QUITO, GUAMANÍ, SAN FERNANDO calle S56A
Ciudad: QUITO
Provincia: PICHINCHA
Estado civil: SOLTERA
Teléfono: 0990918068
E-mail: JAZMIN.CHACAN4195@UTC.EDU.EC
Lugar de nacimiento y fecha: 29/08/1997
CI:1726404195



ESTUDIOS REALIZADOS

ESTUDIOS SUPERIORES

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ESTUDIOS SECUNDARIOS

COLEGIO: EXPERIMENTAL "QUITO", PICHINCHA- ECUADOR 2009-2015

BACHILLER: ESPECIALIZACIÓN, CIENCIAS

ESTUDIOS PRIMARIOS:

ESCUELA: UNIDAD EDUCATIVA "VINCENT VAN GOGH", PICHINCHA-ECUADOR 2003-2009

IDIOMAS

INGLÉS: INTERMEDIO (B1)

DEPARTAMENTO DE IDIOMAS, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, LATACUNGA, COTOPAXI.

CURSOS

II SEMINARIO INTERNACIONAL AGROINDUSTRIAL DESAFÍO EN NUESTRA REGIÓN EN PROCESOS TECNOLÓGICOS, DESARROLLO E INNOVACIÓN Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS.

SEMINARIO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL, ASESORÍA DE DESARROLLO NACIONAL ADN CONSULTORÍAS Y TECNOLOGÍA COTOPAXI, LATACUNGA.

Anexo 4. Hoja de vida de la autora 2

Datos personales

Nombres: Lorena Alexandra

Apellidos: Quispe Tocte

Numero de cedula: 1725848004

Fecha de nacimiento: 22 de Junio de 1993

Teléfono móvil: 0968997313

Dirección: San Francisco de las Pampas, Plaza 10 de Agosto

Ciudad: San Francisco de las Pampas

Estado Civil: Soltera

E-mail: quispe.lorena8004@utc.edu.ec

Perfil Profesional: Egresada de Ingeniería Agroindustrial.

FORMACIÓN ACADÈMICA

SECUNDARIA

Especialidad: Bachiller en Ciencias Generales

Institución: Instituto Tecnológico Superior Benito Juárez

INSTRUCCIÓN BÁSICA

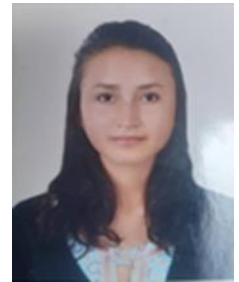
Escuela Fiscal Diego de Almagro, San Francisco de las Pampas

Idioma extranjero: Inglés nivel intermedio

Talleres y cursos: Avances en la Industria Alimentaria y Normativa Vigente.

Normativas Alimentarias Y Control De Calidad.

Equipos Agroindustriales: Normativas, Usos Y Adquisición.



Lorena Alexandra Quispe Tocte

C.C. 1725848004

Anexo 5. Evidencias de laboratorio del proceso de extracción por el método biológico de la fibra del *Cannabis sativa L*

Fotografía 1. Recepción y selección de la materia prima



Fotografía 2. Pesado



Fotografía 3. Lavado



Fotografía 4. Machacado



Fotografía 5. Inmersión



Fotografía 6. Fermentación o Reposo



Fotografía 7. Extracción**Fotografía 8. Lavado****Fotografía 9. Secado****Fotografía 10. Almacenamiento**

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Anexo 6. Evidencias de laboratorio del proceso de extracción por el método químico de la *fibra del Cannabis sativa L*

Fotografía 11. Recepción y selección de la materia prima



Fotografía 12. Pesado



Fotografía 13. Lavado



Fotografía 14. Machacado



Fotografía 15. Inmersión



Fotografía 16. Reposo



Fotografía 17. Extracción**Fotografía 18. Lavado****Fotografía 19. Secado****Fotografía 20. Almacenamiento**

Fuente: Chacán & Quispe (2022)

Anexo 7. Informe de características fisicoquímicas de la fibra del cannabis por el método de biológico



INFORME DE ENSAYO NR.245213

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	QUISPE LORENA ALEXANDRA		
Dirección:	SANTO DOMINGO		
Nombre Producto :	FIBRA VEGETAL DEL CANNABIS SATIVA (CAÑAMO INDUSTRIAL) MÉTODO BIOLÓGICO		
Fecha de Elaboración:	ND	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	ND	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA ZIPLOC CERRADA	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	245213-1	Contenido Encontrado:	106.9 Gramos
Fecha Recepción:	2022/01/31	Fecha Inicio Ensayo:	2022/01/31
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	19 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		A2LA	SAE		
DENSIDAD APARENTE	SE.MI	*	*	g/ml	0.0523
FIBRA CRUDA	SE.MI	*	*	%	68.15
HUMEDAD	SE.MI	*	*	%	11.21

INCERTIDUMBRE		
PARAMETRO	INCERTIDUMBRE	
HUMEDAD	L+/- 5.0% (Rangos Mayores al 5.0%)	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de un 95%.
	L.-/- 8.0% (Rangos Menores al 5.0%)	

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"

Datos tomados de DENS pág. 15 / H-RG-02 pág. 623 / F-RG-01 pág. 148

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

"SEIDLaboratory Cía. Ltda no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente.

22/02/09

FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por: MAYRA
YADIRA VIÑUEZA MANOSALVAS
Fecha y hora: 2022-02-09 16:30:39

Muestra 245213-1 de 245213-1

Pg 1 / 1

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras percibibles: 8 días calendario; Muestras no percibibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad director@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec

Melchor Touza N61-65 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476514 - 022483145 - 0995450911 - 0992750653



Anexo 8. Informe de características fisicoquímicas de la fibra del cannabis por el método químico



INFORME DE ENSAYO NR.245212

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	QUISPE LORENA ALEXANDRA		
Dirección:	SANTO DOMINGO		
Nombre Producto :	FIBRA VEGETAL DEL CANNABIS SATIVA (CAÑAMO INDUSTRIAL) MÉTODO QUÍMICO		
Fecha de Elaboración:	ND	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	ND	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA ZIPLOC CERRADA	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	245212-1	Contenido Encontrado:	119.0 Gramos
Fecha Recepción:	2022/01/31	Fecha Inicio Ensayo:	2022/01/31
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	19 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFOQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		A2LA	SAE		
DENSIDAD APARENTE	SE.MI	*	*	g/ml	0.0372
FIBRA CRUDA	SE.MI	*	*	%	63.10
HUMEDAD	SE.MI	*	*	%	13.91

INCERTIDUMBRE		
PARAMETRO	INCERTIDUMBRE	
HUMEDAD	L+- 5.0% (Rangos Mayores al 5.0%)	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de un 95%.
	L+- 8.0% (Rangos Menores al 5.0%)	

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"

Datos tomados de DENS pág. 15 / H-RG-02 pág. 623 / F-RG-01 pág. 148

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

"SEIDLaboratory Cía Ltda no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente.

22/02/09
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por MAYRA
YADIRA VINUEZA MANOSALVAS
Fecha y hora: 2022-02-09 16:30:22

Muestra 245212-1 de 245212-1

Pg 1 / 1

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directordecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec

Melchor Toza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



Anexo 9. Informe de características fisicoquímicas en la determinación del % de celulosa y lignina de la fibra del cannabis extraída por el método biológico y químico



PUCE

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS,
PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ÁREA DE CEMENTOS

INFORME DE ENSAYO



DETERMINACIÓN DE LIGNINA Y CELULOSA EN FIBRAS

PROYECTO: Tesis: Evaluación de dos Metodologías para la obtención de la Fibra del Cannabis Sátiva
LOCALIZACIÓN: Latacunga
MUESTRA: Tomada por el Cliente
NORMA DE REFERENCIA: TAPPI T-222 os-74 / TAPPI T-203 os-74
DESCRIPCIÓN: Cannabis Sátiva

SOLICITADO POR: Lorena Quispe y Jazmín Chacón
FISCALIZACIÓN:
CONTRATISTA:
FECHA DE INGRESO: 22/02/2022
FECHA DE EMISIÓN: 04/03/2022
ORDEN DE TRABAJO N°: 666 C
HOJA: 1 de 1

Determinación de Lignina				
Muestra	Biológica		Química	
	1	2	1	2
Identificación				
Fecha de Ensayo	04/03/2022			
Peso de la muestra (gr)	1,0028	1,0153	1,0248	1,0113
Volumen (H ₂ SO ₄ 72%) (ml)	15	15,0	15,0	15,0
Peso crisol gooch vacío (g)	24,7521	28,0494	21,0953	27,6270
Peso crisol gooch + filtrado seco (g)	24,8504	28,1519	21,1783	27,7099
Peso filtrado seco (g)	0,0983	0,1025	0,0830	0,0829
Lignina (%)	9,80	10,10	8,10	8,20
Lignina promedio (%)	9,95%		8,15%	

Determinación de Celulosa				
Muestra	Biológica		Química	
	1	2	1	2
Identificación				
Fecha de Ensayo	04/03/2022			
Peso de la muestra (gr)	1,2143	1,1371	1,0082	1,1066
Volumen (Etanol + HNO ₃ C) 2 adiciones (ml)	20 + 5	21 + 5	22 + 5	23 + 5
Peso crisol gooch vacío (g)	23,2871	22,1973	31,0561	29,6670
Peso crisol gooch + filtrado seco (g)	24,1495	22,9763	31,7144	30,3678
Peso filtrado seco (g)	0,8624	0,7790	0,6583	0,7008
Celulosa (%)	71,02	68,51	65,29	63,33
Celulosa promedio (%)	69,76%		64,31%	

- Fórmula de cálculo tanto para lignina como para celulosa:

$$\% = \frac{\text{Peso filtrado seco}}{\text{Peso de la muestra}} \cdot 100$$

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Mtr. Pablo Pozo P
Responsable Químico

Ing. María Inés Calvo, M.Sc.
Responsable de Área

Ing. Jorge Albuja, M.Sc.
Director

Veintimilla y Av. 12 de Octubre
Telf.: 593 2 299 1529
Cel.: 098 704 9430
Quito - Ecuador
LMC-PUCE@puce.edu.ec
www.puce.edu.ec

Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad...



JESUITAS ECUADOR