



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR
DE LA FIBRA DE AGAVE”.**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingenieros
Agroindustriales

Autores:

Huerta Andrade Edgar Daniel
Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo

Tutor:

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg

Latacunga – Ecuador

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

HUERTA ANDRADE EDGAR DANIEL, con C.C.: 035004131-5 y TENORIO CHISAGUANO EDISON RODRIGO, con C.C.: 172439448-9 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE LA FIBRA DE AGAVE”**, siendo la Ing. ZAMBRANO OCHOA ZOILA ELIANA Mg. tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de 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 exclusiva responsabilidad.

Huerta Andrade Edgar Daniel

C.I: 0350041315

Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo

C.I: 1724394489

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

C.I: 0501773931

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra de una parte Edgar Daniel Huerta Andrade, identificado con C.C. N° 0350041315 de estado civil soltero, con domicilio en la ciudad de Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es la persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Diseño de un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de agave**” el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Fecha de inicio de carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016.

Fecha de finalización: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Aprobación en el Honorable Consejo Directivo: 07 de Julio del 2020

Tutor. - Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

Tema: “Diseño de un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de agave”

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/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

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

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) 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/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

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

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

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL 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 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 Septiembre del 2020.

.....

Huerta Andrade Edgar Daniel

EL CEDENTE

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

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 Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo, identificado con C.C. N° 1724394489, de estado civil soltero, con domicilio en la ciudad de Salcedo, a quien en lo sucesivo se denominarán **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **EL CEDENTE** es la persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Diseño de un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de agave**” el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Fecha de inicio de carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016.

Fecha de finalización: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Aprobación en el Honorable Consejo Directivo: 07 de Julio del 2020

Tutor. - Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

Tema: “Diseño de un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de agave”

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/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) 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/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

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

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

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL 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 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 Septiembre del 2020.

.....

Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo

EL CEDENTE

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE LA FIBRA DE AGAVE”, de Huerta Andrade Edgar Daniel y Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 18 de Septiembre 2020

El Tutor

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

C.I: 0501773931

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Huerta Andrade Edgar Daniel y Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo, con el título de Proyecto de Investigación “DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE LA FIBRA DE AGAVE” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, 18 de Septiembre 2020

Para constancia firman:

Ing. Trávez Castellano Ana Maricela Mg.
MSc.

LECTOR 1 (PRESIDENTE/A)

CC: 0502270937

Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz

LECTOR 2

CC: 1714592746

Q. A. Sandoval Cañas Gustavo José MSc.

LECTOR 3

CC: 1713697538

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios por la sabiduría e inteligencia que me ha dado en su infinita misericordia, durante todo mi transcurso académico. A la Ing. Eliana Zambrano, tutora de este proyecto de titulación, quien, con su paciencia y amplia experiencia, nos orientó en el desarrollo de dicho proyecto. A nuestros lectores de tesis, quienes, con su perfil profesional y competitivo, nos dieron mejoras para el proyecto.

Huerta Andrade Edgar Daniel

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar agradezco a Dios por las metas cumplidas en todo el trayecto académico. A la Ing. Eliana Zambrano Mg, tutor de nuestro proyecto de investigación, quien con sus conocimientos y apoyo nos guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscamos. A mis lectores de tesis que quienes con su conocimiento aportaron con mejoras al presente proyecto.

Tenorio Edison Rodrigo Edison

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico rotundamente a mis padres, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de los resultados adquiridos en todo este tiempo por parte mía, son suyos también, por ende, incluyo este esfuerzo. Sus sacrificios y oraciones hacia mi persona, fue el mejor apoyo y empuje para culminar con éxitos esta transición universitaria. Siempre confiaron en mi aún lejos de casa, gracias padre y madre.

Huerta Andrade Edgar Daniel

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación lo dedico principalmente a mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años de formación académica, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, es un orgullo y privilegio ser su hijo, eres la mejor madre, un ejemplo de lucha y esfuerzo.

Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE LA FIBRA DE AGAVE”

Autores: Huerta Andrade Edgar Daniel
Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo

RESUMEN

Los envases biodegradables, conforme pasa el tiempo, se han establecido, en indicadores de concientización social y sobre todo ambiental. Los cuales son fabricados a partir de diferentes materiales compuestos, adquiriendo así características de resistencia, impermeabilidad y degradación. De este modo la presente investigación tiene como objetivo primordial el de diseñar un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de agave, de dos diferentes especies, como son: *Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*, mediante un repertorio de literatura, aprovechando específicamente las hojas (fibra) como materia prima. En cuanto a la metodología, la inductiva, deductiva y sintética, fueron empleadas, para la búsqueda de información, mediante una recopilación bibliográfica de diferentes documentos (tesis, artículos científicos, proyectos de investigación, libros y revistas científicas), de rigor científico, que date del año 2015 en adelante, que, a su vez, se hayan llevado acabo. De este modo se realizó la comparación de resultados y selección de información. Las actividades realizadas parten desde una comparación bibliográfica de metodologías de extracción de la fibra del agave, para escoger cualitativamente las metodologías propicias, posterior a esto, mediante un manual se dio a conocer las especificaciones del molde, luego bibliográficamente se llevó a cabo una comparación cuantitativa de los datos, con respecto a las presiones hidráulicas, finalmente se desarrolló una guía para el análisis de la características fisicoquímicas y microbiológicas del envase. Obteniendo como resultados: 1) una metodología de extracción de la fibra diferente al juntar tres de

ellas (sumersión en agua por un día, cocción de las pencas de tres a cuatro horas y finalizando con un cepillado de la fibra) las cuales fueron seleccionadas por una tabla comparativa. De igual modo: 2) se estima las dimensiones para el molde, tanto del punzón como de la matriz, cuyas dimensiones de la matriz fue; parte externa de (170x170mm), su parte interna de (140x140mm) y que el diámetro de sus bordes sea de (Ø 110,67mm). Del mismo modo, la dimensión del punzón fue; parte externa de (Ø 164 mm, 42.10 mm), su parte interna de (Ø 100 mm, 4 mm), con un diámetro de su base (Ø 78,21mm). Por otro lado, 3) la presión hidráulica estimada para la biomasa compuesta a partir de fibra de agave es de 80 Psi por un tiempo de 40 s, a una temperatura de 100°C. Y, por último, 4) se obtuvo guías de análisis de laboratorio, valorizadas por normas nacionales e internacionales (NTE INEN 1429, DIN 53739, UNE-EN 13432, MINSA 461 y la NTE INEN 1529-1), tanto para los aspectos fisicoquímicos como microbiológicos del envase biodegradable. Dando a conocer de esta manera, las especificaciones estimadas tanto como para las dimensiones del diseño, presión hidráulica, metodologías en el proceso de extracción de la fibra y las normativas vigentes, para la certificación de los envases biodegradables.

Palabras claves: Prototipo – Envase Biodegradable – Agave Americana – Agave Furcraea – Extracción de la Fibra – Análisis.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGROPECUARY SCIENCES AND NATURAL
RESOURCES

THEME: “DESIGN OF A BIODEGRADABLE PACKAGING PROTOTYPE FROM THE AGAVE FIBER”

ABSTRACT

The biodegradable packaging has become indicators of social and especially environmental awareness as time goes. Which are manufactured from different composite materials, thus acquiring resistance, impermeability and degradation characteristics. This way, the main objective of this investigation is designing a biodegradable packaging prototype from the agave fiber, of two different species: *Agave Americana L.* and *Agave Furcraea A.*, through a literature repertoire, specifically taking advantage of the leaves (fiber) as raw material. In terms of methodology, a mixed and exploratory research were used, in order to search for scientific information, by means of a bibliographic collection drawn from different documents such as theses, scientific articles, research projects, books and scientific journals. Which have already implemented, dating at least from 2015 to the present. Thereby, the comparison of results and selection of information was carried out. The activities effectuated start from a bibliographic comparison of agave fiber extraction methodologies, to qualitatively choose the appropriate methodologies, after this, the specifications of the mold were released through a manual, then a quantitative comparison was accomplished bibliographically from the data, regarding hydraulic pressures, a guide was finally developed for the analysis of the physicochemical and microbiological characteristics of the container. Obtaining as results: 1) a different fiber extraction methodology by joining three of them (immersion in water for a day, cooking the leaves for three to four hours and ending with a fiber brushing) which were

selected by a comparative table. Likewise: 2) the dimensions of the mold are estimated, both of the punch and of the die, dimensions of the die were; external part of (170x170mm), its internal part of (140x140mm) and that the diameter of its edges is (\emptyset 110.67mm). Similarly, the dimension of the punch was; external part of (\emptyset 164 mm, 42.10 mm), its internal part of (\emptyset 100 mm, 4 mm), with a diameter of its base (\emptyset 78.21mm). On the other hand, 3) the estimated hydraulic pressure for the biomass composed from agave fiber is 80 Psi for a time of 40 s, at a temperature of 100 ° C. Finally, 4) guidelines were obtained from laboratory analysis, valued by national and international standards (NTE INEN 1429, DIN 53739, UNE-EN 13432, MINSA 461 and NTE INEN 1529-1), both for the physicochemical and microbiological aspects of the biodegradable container. Letting know that the estimated specifications as well as for the design dimensions, hydraulic pressure, methodologies in the fiber extraction process and the current regulations, for the certification of biodegradable containers.

Keywords: Prototype - Biodegradable Container - Agave Americana - Agave Furcraea - Fiber Extraction - Analysis.

INDICE

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 DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	x
AGRADECIMIENTO.....	xi
AGRADECIMIENTO.....	xii
DEDICATORIA	xiii
DEDICATORIA	xiv
RESUMEN.....	xv
INDICE	xix
1. Información general	1
2. Resumen del proyecto	2
3. Justificación del proyecto.....	3
4. Beneficiarios del proyecto de investigación.....	4
Beneficiarios directos:.....	4
Beneficiarios indirectos:.....	4
5. El problema de la investigación	4
6. Objetivos	5
6.1. Objetivo general.....	5
6.2. Objetivos específicos	5
7. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	6

8. Fundamentación científico técnica.....	9
8.1. Antecedentes	9
8.2. Fundamentación teórica	10
8.2.1. Orígenes del plástico	10
8.2.2. Beneficios y perjuicios de los envases plásticos	11
8.2.3. Impacto del plástico en el medio ambiente	12
8.2.4. Importancia de cuidar el ambiente	12
8.2.5. Envases biodegradables.....	12
8.2.6. Biopolímeros	13
8.2.7. Fabricación	13
8.2.8. Características.....	14
8.2.9. Diseño del prototipo referencial	14
8.2.10. Materiales Amigables con el ambiente.....	15
8.2.11. Material biodegradable a partir de fibra (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>).....	15
8.2.11.3. Taxonomía <i>Agave Americana L.</i>	16
8.2.11.4. Morfología	16
8.2.11.10. Taxonomía <i>Agave Furcraea Andina</i>	18
8.2.11.11. Morfología.....	18
8.2.12. Beneficios de las hojas del agave (fibra)	19
8.2.13. Extracción de la fibra (Metodología general).....	19
8.2.14. Características físicas de la fibra	20
8.2.15. Características químicas de la fibra	20
8.2.16. Composición porcentual de la fibra.....	21
8.3. Glosario de términos	21

9. Validación de las preguntas científicas	23
10.....	Metodologías 24
10.1. Criterios y categorías para selección de la información.....	24
10.2. Tipos de investigación.....	25
10.3. Métodos de investigación.....	25
10.4. Técnicas de investigación.....	27
10.5. Instrumentos de investigación	27
10.6. Propuesta de metodología, para la elaboración del envase biodegradable a partir de dos variedades de fibra de agave (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>)	28
10.7. Propuesta de diagrama de flujo	29
10.8. Materiales, equipos e insumos	31
10.8.1. Materiales	31
10.8.2. Materia prima	31
10.8.3. Insumos.....	31
10.8.4. Equipos	31
10.8.5. Materiales de oficina	31
10.8.6. Instrumentos	32
11.1. Resultados	32
11.1.1. Metodologías para la extracción de la fibra de agave (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>).....	32
11.1.1.1. Cuadro comparativo: ventajas y desventajas de cada una de las metodologías para la extracción de la fibra de agave (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>)	40
11.1.1.2. Propuesta de flujo grama para la extracción de la fibra de agave (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>), adaptado al proyecto investigativo.	43

11.1.2.	Manual para el diseño del molde, del prototipo de envase.....	43
11.1.3.	Identificación bibliográfica de la presión hidráulica para la compactación de la pasta del envase.....	44
11.1.3.1.	Parámetros del diseño hidráulico	44
11.1.3.2.	Presión en el sistema.....	44
11.1.3.3.	Presión del manómetro diferencial (manómetro de dos ramas abiertas)	45
11.1.3.4.	Presión para láminas vegetales (hojas), corteza y compuestos (mezclas) ..	45
11.1.3.5.	Hojas de achira (<i>Canna indica</i>)	45
11.1.3.6.	Corteza de abacá (<i>Musa textiles</i>)	45
11.1.3.7.	Biomasa (compuestos) de fibra de cáscara de arrozillo (<i>Oryza sativa</i>).....	46
11.1.3.8.	Selección de la adecuada presión hidráulica para el material compuesto a partir de la fibra de agave (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>)	47
11.1.4.	Guía de análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas del envase. 48	
	INTRODUCCIÓN	49
	OBJETIVO.....	49
	TEMA: DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO DE COBB.	53
1.	INTRODUCCIÓN.....	53
2.	OBJETIVO.....	53
3.	MATERIALES Y REACTIVOS.....	54
4.	MUESTRA A ANALIZAR.....	54
5.	METODOLOGÍA.....	54
6.	RESULTADOS.....	54
7.	DISCUSIÓN.....	54
8.	CONCLUSIONES.....	55
9.	RECOMENDACIONES.....	55

10.	BIBLIOGRAFÍA.....	55
11.	ANEXOS.....	55
TEMA: DETERMINACIÓN DE BIODEGRADACIÓN EN EL ENVASE		
BIODEGRADABLE.....		
		56
1.	INTRODUCCIÓN.....	56
2.	OBJETIVO.....	56
3.	MATERIALES Y REACTIVOS.....	56
4.	MUESTRA A ANALIZAR.....	57
5.	METODOLOGÍA.....	57
6.	RESULTADOS.....	58
7.	DISCUSIÓN.....	59
8.	CONCLUSIONES.....	59
9.	RECOMENDACIONES.....	59
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	59
11.	ANEXOS.....	59
TEMA: DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS EN EL ENVASE		
BIODEGRADABLE, POR TOMA DE MUESTRA EN SUPERFICIES.....		
		61
1.	INTRODUCCIÓN.....	61
2.	OBJETIVO.....	62
3.	TOMA DE MUESTRA DEL ENVASE BIODEGRADABLE POR EL MÉTODO DEL HISOPO.....	62
3.1.	MATERIALES Y REACTIVOS.....	62
3.2.	MUESTRA A ANALIZAR.....	62
3.3.	METODOLOGÍA.....	63
3.4.	RESULTADOS.....	63
3.5.	DISCUSIÓN.....	63

3.6. CONCLUSIONES.	63
3.7. RECOMENDACIONES.	63
3.8. BIBLIOGRAFÍA.	64
3.9. ANEXOS.	64
4. ELABORACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO PARA EL RECuento DE MICROORGANISMOS.	64
4.1. MATERIALES Y REACTIVOS.	64
4.2. MUESTRA A ANALIZAR.	65
4.3. METODOLOGÍA.	65
4.4. RESULTADOS.	66
4.5. DISCUSIÓN.	66
4.6. CONCLUSIONES.	67
4.7. RECOMENDACIONES.	67
4.8. BIBLIOGRAFÍA.	67
4.9. ANEXOS.	67
5. SIEMBRA DE LA MUESTRA EN EL MEDIO DE CULTIVO PARA EL RECuento DE MICROORGANISMOS.	67
5.1. MATERIALES Y REACTIVOS.	67
5.2 MUESTRA A ANALIZAR.	68
5.3. METODOLOGÍA.	68
5.4. RESULTADOS.	69
5.5. DISCUSIÓN.	69
5.6. CONCLUSIONES.	69
5.7. RECOMENDACIONES.	69
5.8. BIBLIOGRAFÍA.	69
5.9. ANEXOS.	70

TEMA: ANÁLISIS FÍSICOS Y SENSORIALES DE LOS ENVASES

BIODEGRADABLES.....	70
1. INTRODUCCIÓN.....	70
2. OBJETIVO.....	71
3. MATERIALES Y REACTIVOS.....	72
4. MUESTRA A ANALIZAR.....	72
5. METODOLOGÍA.....	72
5.1. ESPESOR DEL MATERIAL BIODEGRADABLE	72
5.2. COLOR DEL MATERIAL BIODEGRADABLES.....	72
5.3. OLOR DEL MATERIAL BIODEGRADABLE	73
5.4. RESISTENCIA AL RASGADO.....	74
5.5. GRADO DE IMPERMEABILIDAD – METODOLOGÍA 1	74
6. RESULTADOS.	75
7. DISCUSIÓN.....	75
8. CONCLUSIONES.....	75
9. RECOMENDACIONES.	75
10. BIBLIOGRAFÍA.	76
11. ANEXOS.	76
12. Impactos (técnicos, sociales, ambientales o económicos).....	76
12.1. Impactos técnicos	76
12.2. Impacto social	76
12.3. Impactos ambientales	77
12.4. Impactos económicos	77
13. Presupuesto	77
13.1. Presupuesto estimado del proyecto	78

14. Conclusiones y recomendaciones	80
14.1. Conclusiones	80
14.2. Recomendaciones.....	81
15. Referencia	82
16. Anexos.....	94
Anexo A. Tabla de Análisis de gramaje NTE INEN 1 429.	94
Anexo B. Manual para el diseño del molde, del prototipo de dicho envase. A continuación, se presenta el manual:	95
Anexo C. Hoja de entrevista (Ing. Edison Quispe).	112
Anexo D. Hoja de entrevista (Lcdo. Luis Felipe Buenaño).	113
Anexo E. Hoja de entrevista (Ing. Jhon Pérez).	114
Anexo F. Cotización (N° 20-08/0158) para análisis microbiológicos.	115
Anexo G. Consideraciones Generales – clausuras.	116
Anexo H. Registro para ingreso de muestras (datos).	117
Anexo I. Registro para ingreso de muestras (tabla de referencia/normativa y puntos críticos de las muestras).	118
Anexo J. Catálogo del laboratorio de análisis de alimentos y ambiente PROTAL (ESPOL).	119
Anexo 1. Aval de traducción.....	120
Anexo 2. Lugar de ejecución	122
Anexo 3. Hoja de vida del docente	123
Anexo 4. Hoja de vida del alumno.....	125
Anexo 5. Hoja de vida del alumno.....	128
Anexo 6. Fotografías de reconocimiento del agave (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>) y entrevistas.....	131

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	6
Tabla 2. Características, medidas y referencias del envase.....	14
Tabla 3. Taxonomía del agave (Agave Americana L.)	16
Tabla 4. Taxonomía del Agave Furcraea Andina.....	18
Tabla 5. Composición porcentual de la fibra de Agave Americana L.	21
Tabla 6. Metodologías para la extracción de la fibra de agave (Agave Americana L. y Agave Furcraea A.)	40
Tabla 7. Presiones nominales	44
Tabla 8. Características óptimas para el conformado del plato de material compuesto a partir de fibra de agave (Agave Americana L. y Agave Furcraea A.).....	47
Tabla 9. Norma internacional DIN 53739.....	59
Tabla 10. Indicaciones de uso: 20 g de agar selectivo para pseudomonas en 1 litro de agua.	65
Tabla 11. Límites permisibles para superficies inertes regulares.....	69
Tabla 12. Presupuesto del proyecto.....	77
Tabla 13. Presupuesto estimado del proyecto.	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la celulosa.	20
Figura 2. Tratamiento para ablandar las fibras por pre-digestión o fermentado	33
Figura 3. Tratamiento para ablandar las fibras por cocción durante 3 o 4 horas.	33
Figura 4. Proceso tradicional de ripiado (golpeado) de la hoja de agave.....	34
Figura 5. Recepción de la materia prima.....	34
Figura 6. Despunte de las hojas.....	35
Figura 7. Ripiado o golpeado de las hojas.....	35
Figura 8. Humectación de la hoja.....	35
Figura 9. Lavado de las hojas	36

Figura 10. Majado o raspado de las hojas	36
Figura 11. Secado de la fibra.	36
Figura 12. Hojas de agave horneadas	38
Figura 13. Desfibrado en seco	39
Figura 14. Hoja de entrevista (Ing. Edison Quispe).	112
Figura 15. Hoja de entrevista (Lcdo. Luis Felipe Buenaño).	113
Figura 16. Hoja de entrevista (Ing. Jhon Pérez).	114
Figura 17. Cotización (N° 20-08/0158) para análisis microbiológicos.....	115
Figura 18. Consideraciones Generales – clausuras.	116
Figura 19. Registro para ingreso de muestras (datos).	117
Figura 20. Registro para ingreso de muestras (tabla de referencia/normativa y puntos críticos de las muestras).	118
Figura 21. Catálogo del laboratorio de análisis de alimentos y ambiente PROTAL (ESPOL).	119
Figura 22. Lugar de ejecución	122

1. Información general

Título

“Diseño de un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de Agave”.

Lugar de ejecución. (anexo 2)

Barrio: Salache

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

País: Ecuador

Institución: Universidad Técnica De Cotopaxi

Facultad: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera: Ingeniería Agroindustrial

Nombre el equipo de investigación

Tutor de titulación: Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg. **(anexo 3)**

Estudiantes:

Huerta Andrade Edgar Daniel. **(anexo 4)**

Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo. **(anexo 5)**

Área de conocimientos

Área: Ingeniería, industria y construcción

Sub área: Industria y producción

Líneas de investigación

Línea: Procesos industriales

Sub línea: Investigación – innovación y emprendimiento.

2. Resumen del proyecto

Los envases biodegradables, conforme pasa el tiempo, se han establecido, en indicadores de concientización social y sobre todo ambiental. Los cuales son fabricados a partir de diferentes materiales compuestos, adquiriendo así características de resistencia, impermeabilidad y degradación. De este modo la presente investigación tiene como objetivo primordial el de diseñar un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de agave, de dos diferentes especies, como son: *Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*, mediante un repertorio de literatura, aprovechando específicamente las hojas (fibra) como materia prima. En cuanto a la metodología, la inductiva, deductiva y sintética, fueron empleadas, para la búsqueda de información, mediante una recopilación bibliográfica de diferentes documentos (tesis, artículos científicos, proyectos de investigación, libros y revistas científicas), de rigor científico, que date del año 2015 en adelante, que, a su vez, se hayan llevado a cabo. De este modo se realizó la comparación de resultados y selección de información. Las actividades realizadas parten desde una comparación bibliográfica de metodologías de extracción de la fibra del agave, para escoger cualitativamente las metodologías propicias, posterior a esto, mediante un manual se dio a conocer las especificaciones del molde, luego bibliográficamente se llevó a cabo una comparación cuantitativa de los datos, con respecto a las presiones hidráulicas, finalmente se desarrolló una guía para el análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas del envase. Obteniendo como resultados: 1) una metodología de extracción de la fibra diferente al juntar tres de ellas (sumersión en agua por un día, cocción de las pencas de tres a cuatro horas y finalizando con un cepillado de la fibra) las cuales fueron seleccionadas por una tabla comparativa. De igual modo: 2) se estima las dimensiones para el molde, tanto del punzón como de la matriz, cuyas dimensiones de la matriz fue; parte externa de (170x170mm), su parte interna de (140x140mm) y que el diámetro de sus bordes sea de (\emptyset 110,67mm). Del mismo modo, la dimensión del punzón fue; parte externa de (\emptyset 164 mm, 42.10 mm), su parte interna de (\emptyset 100 mm, 4 mm), con un diámetro de su base (\emptyset 78,21mm). Por

otro lado, 3) la presión hidráulica estimada para la biomasa compuesta a partir de fibra de agave es de 80 Psi por un tiempo de 40 s, a una temperatura de 100°C.

Y, por último, 4) se obtuvo guías de análisis de laboratorio, valorizadas por normas nacionales e internacionales (NTE INEN 1429, DIN 53739, UNE-EN 13432, MINSA 461 y la NTE INEN 1529-1), tanto para los aspectos fisicoquímicos como microbiológicos del envase biodegradable. Dando a conocer de esta manera, las especificaciones estimadas tanto como para las dimensiones del diseño, presión hidráulica, metodologías en el proceso de extracción de la fibra y las normativas vigentes, para la certificación de los envases biodegradables.

Palabras claves: Prototipo – Envase Biodegradable – Agave Americana – Agave Furcraea – Extracción de la Fibra – Análisis.

3. Justificación del proyecto

En el Ecuador, la elaboración de envases biodegradables, se procesan a partir de diferentes materiales compuestos, no obstante, no se ha empleado como materia prima la fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), siendo nula la utilización de estas fibras en la industria de envases biodegradables, ya que únicamente se han realizado investigaciones, para la elaboración de papel kraft y sus usos cotidianos como cuerdas, costales y artesanías.

El presente proyecto se lleva a cabo, a partir de la problemática mundial, el cual está enraizado en el uso indiscriminado de platos y envases plásticos, por ende, se debe tener en cuenta que “tan solo un 9% del plástico total producido es reciclado, el 12% es incinerado y el 79% restante termina en vertederos o en el medio ambiente”. (GREENPEACE, 2019)

Según la revista Plan V (2018), afirma que: “en el Ecuador cada semana se producen 61117 toneladas de basura semanales. De esa cifra solo el 20% terminaba en espacios adecuados para su tratamiento” (pág. 1)

En la provincia de Cotopaxi, específicamente en el cantón Latacunga “se desecha 1,4 kilos de basura plástica al día”. (La-Hora, 2017)

Los aportes están encaminados a la sustitución parcial de los polímeros (plásticos), para reducir la contaminación en el medio ambiente, dando una alternativa al uso de envases biodegradables, disminuyendo así el impacto ambiental.

Por otro lado, los beneficiarios directos serán los productores del agave, de todas las zonas desérticas de la región andina del territorio ecuatoriano, generando así un ingreso extra como estímulo económico y fomentando la importancia de las plantas endémicas (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*).

El impacto que generará el presente proyecto teórico, será el de crear conocimiento e investigación para el uso de nuevos materiales compuestos, de tal modo que se pueda analizar los pro y contra, en el ámbito académico, al momento de materializar el envase biodegradable, disminuyendo así la contaminación que se producen diariamente por los desperdicios de envases plásticos.

La utilidad de dicha investigación es el de conocer los diferentes usos, aprovechamiento y las características que tiene la fibra del agave, tanto del *Agave Americana L.* como la del *Agave Furcraea A.*,

4. Beneficiarios del proyecto de investigación

Beneficiarios directos:

Los beneficiarios directos serán todos los productores del agave, de todas las zonas rurales de la región andina del territorio ecuatoriano, ya que en la presente investigación se recopila información trascendental, para que, en posteriores proyectos, se pueda realizar los envases biodegradables.

Beneficiarios indirectos:

Los beneficiarios indirectos serán todos los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, especialmente aquellos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, así también como docentes que hayan contribuido en el presente proyecto del estudio del agave, que se llevó a cabo en el barrio Salache Bajo, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga en la provincia de Cotopaxi.

5. El problema de la investigación

En el Ecuador no existe investigaciones, mucho menos materiales compuestos “biomasa” de envases biodegradables a partir de la fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), el cual representa un material poco explotado, pero de características apropiadas para un envase biodegradable, por su dureza y resistencia, los cuales son aspectos primordiales de la fibra de las pencas.

En Europa, específicamente en el país de España-Barcelona, se llevaron estudios, para la obtención de: “bandejas de pulpa de celulosa y otros componentes naturales que satisfacen los estándares de la industria alimentaria, siendo 100% compostables”. (ILPRA, 2020)

En Latinoamérica, día a día, surgen nuevas propuestas de envases biodegradables, como es en el caso de Perú, donde se realizó: “el proyecto de producción de bandejas biodegradables a partir de féculas de maíz. Dando a conocer la parte de la experimentación, la cual llegaron a una conclusión que, para obtener la dureza y rigidez característica de un empaque de ese tipo es necesario agregar aditivos con propiedades endurecedoras como el colapiz y la goma de arroz, así también para su permeabilidad, empleando glicerina”. (García, García, Olaya, Rosas, & Vignolo, 2019, pág. 131)

En el Ecuador los envases biodegradables, tienen un mercado insatisfecho, por su alto costo de fabricación, de este modo se limita la producción a gran escala de los envases a partir de nuevos materiales compuestos.

No obstante, la producción y desechos de residuos plásticos van en aumento, es por esto que la tendencia mundial es de crear nuevos envases a partir de materiales orgánicos que sean amigables con el medio ambiente, si este es el caso, Ecuador no se puede quedar atrás en esta visión mundial de sustituir el plástico con ideas innovadoras y productos biodegradables, empleando, bibliográficamente, nuevos materiales compuestos, así también, nuevas metodologías de extracción de la fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), como materia prima, ya que no se ha desarrollado investigaciones en cuanto a envases biodegradables a partir de las pencas.

6. Objetivos

6.1. Objetivo general

Diseñar un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de agave.

6.2. Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica de metodologías de extracción de fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*).

- Elaborar un manual para el diseño del molde del prototipo de envase.
- Identificar bibliográficamente la presión hidráulica para la compactación de la pasta del envase.
- Desarrollar una guía para el análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas del envase.

7. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivo	Actividades (tareas)	Resultado esperado de la actividad	Medio de verificación
Realizar una revisión bibliográfica de metodologías de extracción de fibra de agave (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>).	Revisión y recopilación bibliográfica sobre las metodologías de extracción de la fibra de agave.	Metodologías de extracción de la fibra, de las dos especies de agave (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>).	- Mediante una recopilación de información de diferentes documentos (tesis, artículos científicos, proyectos de investigación, libros y revistas científicas), los cuales deben referirse a nuevos materiales compuestos, haciendo énfasis en la extracción de la fibra de las pencas, de este

			modo se obtuvo una tabla de metodologías (para la extracción de la fibra del agave, evidenciada en la tabla 6.
Elaborar un manual para el diseño del molde del prototipo de envase.	Revisión y recopilación bibliográfica para la correcta selección de los modelos de envase.	Manual para el diseño del envase Biodegradable	- Se logró componer un manual, donde se especifican muy claramente las medidas del molde, evidenciadas con animaciones e imágenes (figura 20 -21-22-23) del molde: matriz, punzón y plato (tabla 7-8), así también como los materiales a emplear, para la fabricación del molde.
Identificar bibliográficamente la presión hidráulica para la compactación	Revisión y recopilación bibliográfica, para la presión	Tabla de datos relevantes de presiones hidráulicas, para	- El tipo de maquinaria (prensa) adecuada para el

<p>de la pasta del envase.</p>	<p>hidráulica y la adecuada compactación de la pasta.</p>	<p>envases biodegradables y envases a partir de la fibra de agave.</p>	<p>prensado de la lámina del envase biodegradable fue la prensa hidráulica (punto 11.1.4).</p> <p>- Mediante una recopilación bibliográfica se logró identificar la presión hidráulica apropiada para el envase de material fibroso de agave (<i>Agave Americana L.</i> y <i>Agave Furcraea A.</i>), siendo así la presión de 80 Psi, evidenciada la tabla 12.</p>
<p>Desarrollar una guía para el análisis de la características fisicoquímicas y microbiológicas del envase.</p>	<p>Revisión y recopilación bibliográfica, para el desarrollo de una guía de análisis sobre</p>	<p>Guía para el análisis de las características físicas y microbiológicas del envase biodegradable.</p>	<p>- Se logró desarrollar guías de laboratorio, acerca de análisis, en cuanto a sus características</p>

	características físicas y microbiológicas de envases biodegradables		físicas y microbiológicas del compuesto fibroso del agave en el envase, que están evidenciadas en la página 65, del presente proyecto.
--	---	--	--

Fuente: Huerta, D. Tenorio, E (2020).

8. Fundamentación científico técnica

8.1. Antecedentes

Para contrarrestar el uso excesivo e inconsciente del plástico, estudios recientes demuestran que el agave (*Agave Americana L*), sirve también, no solo como fibra, sino también como papel. “Se obtuvo el papel *kraft* con características físicas similares al papel *kraft* convencional, con ayuda de químicos para su cocción y blanqueo en el laboratorio de Agave de la Universidad Técnica de Cotopaxi.” (Pérez, 2015, pág. 92).

Según Rubio y Soto (2015) afirman: “La cabuya es una fibra biodegradable que al descomponerse se emplea como alimento y abono; además, no contamina el agua y permite hacer producción limpia. Sus ventajas son tanto ambientales como de economía, facilidad y calidad”. (pág. 55)

Lo cual nos da un soporte para partir con la investigación propuesta, el de implementar empaques biodegradables a partir de material orgánico fibroso.

En cuanto al plástico, se da como referencia las diversas causalidades a nivel mundial dado por la globalización. Estudios realizados dieron como resultado lo siguiente:

“Mediante la re-polimerización de la mezcla cutina/cutano y la metodología de solvent casting se logró realizar películas plásticas biodegradables a diferentes niveles de trabajo de los factores, pectina, cutina/cutano, glicerol y la concentración de la solución de cloruro de calcio (CaCl₂)”. (Arteaga, 2017, pág. 41)

Es así que no solo podemos aprovechar las fibras naturales como ayudante o sustituyente del plástico (envases desechables), sino que también, podemos crear nuevas formas de ser amigables con el medio ambiente.

Como bien se conoce, no existe hasta la fecha, un material compuesto elaborado específicamente con fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), pero si existe estudios realizados con fibra de coco y plátano:

“Las fibras escogidas para este proyecto fueron las del coco y plátano, tras varias pruebas realizadas se logró obtener un prototipo acorde a nuestros requerimientos empleando materiales 100% biodegradables manteniendo una buena calidad, textura y resistencia del producto final. Los datos obtenidos en el análisis del experimento a través de la herramienta Excel, muestran que el material que tiende a degradarse en menos tiempo es el de cáscara de plátano. Una de las cosas que pueden influir en este resultado son las propiedades funcionales de cada material; ya que la fibra de coco tiene más resistencia y durabilidad” (Cubilla, González, Montezuma, & Samudio, 2019, pág. 20)

8.2. Fundamentación teórica

8.2.1. Orígenes del plástico

Los plásticos se obtienen mediante la extracción y procesamiento de los recursos naturales (petróleo) con que cuenta el planeta. La mayoría de los plásticos utilizados hoy en día se fabrican a partir del procesamiento de combustibles fósiles, como el petróleo o el gas natural, que son considerados como recursos naturales no renovables. Existen, por otro lado, plásticos biobasados, que contienen una proporción mayoritaria de materias primas renovables, es decir, aquellas que pueden regenerarse en lapsos de tiempo relativamente cortos. (Vázquez, Beltrán, Espinosa, & Velasco, 2020, pág. 4)

8.2.2. Beneficios y perjuicios de los envases plásticos

8.2.2.1. Beneficios de los plásticos

- **Baja densidad:** Los plásticos tienen una baja densidad, lo que puede resultar óptimo para muchos de sus usos, ya que son extremadamente ligeros.
- **Moldeables:** Los plásticos se pueden manipular de forma sencilla. Esto permite que se usen para crear elementos muy complejos, sin gastar excesiva energía ni recursos.
- **No corrosivos:** Los plásticos son muy resistentes a la corrosión y a los ataques de agentes químicos.
- **Aislantes:** Un aspecto interesante es que los plásticos son aislantes eléctricos y aislantes térmicos, no obstante, pueden dañarse si se les expone a temperaturas muy elevadas.
- **Versátiles:** Los plásticos se usan en todos los ámbitos, desde la agricultura, a la arquitectura, pasando por la industria aeronáutica.
- **Resistente:** Los plásticos son materiales muy resistentes, lo que ha promovido que sean utilizados en gran medida para el uso humano. (EspacioCiencia, 2018)

8.2.2.2. Perjuicios de los plásticos

- **Contaminación:** Producto de su fabricación, que posteriormente se desecha, provocando así la contaminación de la flora afectando también la fauna.
- **Permanencia:** Hay algunos plásticos que tardan cientos de años en desaparecer, esto, obviamente, supone un grave problema en los vertederos.
- **No combinables:** La opción de mezclar plásticos de distinta familia siempre tiene el mismo resultado, plástico de baja calidad.
- **Espacio:** Los plásticos ocupan mucho espacio y esto es un problema, tanto en los vertederos como en las calles y zonas urbanas, alcanzo a las zonas rurales.

- **No resiste altas temperaturas** – A pesar de su dureza, los plásticos se derriten a altas temperaturas, por tal motivo, su uso es limitado en algunas circunstancias. (EspacioCiencia, 2018)

8.2.3. Impacto del plástico en el medio ambiente

Los plásticos cuando se desechan, permanecen en el ambiente cerca de 100 años o dependiendo del ambiente pueden durar mucho más”. Partiendo de esta idea, la cantidad de envases plásticos de diferentes tipos, que se produce a diario, son arrojado a los tiraderos, pero el ciclo de su descomposición aun no empieza y ya se acumula excesivamente en botaderos; es esta la razón por la cual los tiraderos se llenan y por consiguiente los consumidores los votan en la calle, es así como puede terminar tapando alcantarillas, canales de agua lluvia, en otros casos llegando a los ríos y océanos. Cuando se descomponen puede matar animales que confunden los residuos de este plástico con alimento, siendo el más afectado la tortuga boba (Caretta Caretta). Otro problema al tratar de eliminar estos desechos, es el uso de la incineración, que produce humo, el cual desprende grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), antimonio y metales pesados, que impactan fuertemente el ambiente. (Gómez, 2016, pág. 18)

8.2.4. Importancia de cuidar el ambiente

Las nuevas tendencias del consumidor están empujando a las empresas a realizar cambios en sus productos y procesos. Una de las tendencias con mayor influencia es el crecimiento de la conciencia ambiental de los consumidores, la cual genera una serie de expectativas y exigencias hacia las marcas, demandando productos y procesos que no impacten negativamente al medio ambiente. (Rivera, Contreras, Ariza, Bonilla, & Cruz, 2019, pág. 1)

8.2.5. Envases biodegradables

Son aquellos que están fabricados con materias primas orgánicas que proceden de fuentes renovables como la celulosa y que al ser eliminados como residuos se degradan al entrar en contacto con el medio ambiente convirtiéndose en biomasa y nutrientes. (GROUP, 2020)

8.2.6. Biopolímeros

Los biopolímeros son polímeros que consisten en unidades monoméricas que están unidas covalentemente, formando moléculas tipo cadena. El prefijo bio denota que los biopolímeros son biodegradables. Estos han llegado a ser una alternativa favorable donde pueden ser explotados y desarrollados a base de materiales orgánicos eliminando la dependencia del petróleo como pieza fundamental en la elaboración de plásticos. (Fernández, 2019, pág. 16)

8.2.7. Fabricación

Los envases biodegradables están elaborados con materiales capaces de desarrollar una descomposición aeróbica o anaeróbica por acción de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas bajo condiciones que naturalmente ocurren en la biosfera. Son degradados por acción enzimática de los microorganismos bajo condiciones normales del medio ambiente. (Meza, 2016, pág. 13)

Para la elaboración de los envases se realiza el siguiente procedimiento:

1. Mezclado: En esta etapa del proceso se llevará a cabo la mezcla de la fibra, libre de impurezas, con un aglomerante. Los componentes deben ser mezclados hasta conseguir una mezcla homogénea. Esta etapa se desarrolla en la máquina mezcladora.

2. Prensado y moldeado: Una vez obtenida la mezcla final se procede a llevar la mezcla homogénea a la máquina prensadora. Ésta es adaptada con moldes para conseguir la forma deseada del plato biodegradable. Luego de esta etapa del proceso se obtiene una mezcla homogénea y compacta.

3. Secado: En esta etapa del proceso se lleva el plato biodegradable prensado a una cámara de secado. Esta tiene el propósito de reducir el porcentaje de humedad contenido en el producto. La temperatura es de 200 °C por un tiempo de 20 minutos. (Avalos & Torres, 2018, pág. 97)

4. Etiquetado y Empacado ecológico: Son empaques que han sido fabricados con materiales que, por su naturaleza, permitirán un re-uso, su recuperación y reciclaje. En este tipo de empaques debe ir impreso el símbolo que indique ya sea que el


material es reciclable, o que el material utilizado ha sido reciclado para su elaboración. En algunos países el empaque también incluye el famoso Punto Verde, el cual hace que el empaque se identifique como amigable para el medio ambiente. (Zea, 2008, pág. 16)

8.2.8. Características

- Ser un recipiente reutilizable o apto para ser valorizado (incluyendo reciclaje, compostaje o recuperación de energía contenida).
- Tener un tamaño y/o forma estandarizado, esto para simplificar el manejo.
- Estar fabricado con materiales orgánicos, que sean compostables.
- Estar manufacturado de modo que el manejo de su residuo, procesamiento y/o disposición no causen problemas ambientales.
- Estar manufacturados con la cantidad mínimo aceptable de materiales que aún le permitan cumplir con sus funciones.
- Estar manufacturados con materiales libres de sustancias tóxicas.
- Y ser más atractivo para la compra. (Zea, 2008, pág. 16)

8.2.9. Diseño del prototipo referencial

Tabla 2. Características, medidas y referencias del envase

Características	Medidas (cm)	Imágenes referenciales
Diámetro base	13	
Altura	2	
Diámetro superior	23	

Fuente: Gudiel, A., Cruz, J., Cueva, F., García, M., Siguenza, Y. (2018)

8.2.10. Materiales Amigables con el ambiente

La necesidad de materiales sostenibles y amigables con el planeta se está volviendo cada vez más evidente, es por esta razón, que la demanda de consumidores de productos biodegradables está aumentando. De este modo los productos ecológicos se realizan mediante una extensa gama de materiales. Siendo estos naturales, orgánicos y otros son respetuosos con el medioambiente en el proceso de producción.

- Almidón y fécula
- Cortezas vegetales
- Fibras
- Hojas
- Cartón reutilizable. (Ecología, 2019)

8.2.11. Material biodegradable a partir de fibra (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*)

8.2.11.1. ¿Qué es un material biodegradable?

Es el producto, sustancia o biomasa que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales. (EcoInventos, 2019)

8.2.11.2. Historia del *Agave Americana L.*

El penco es una planta endémica del continente americano, siendo una planta representativa de México. Esta fue introducida y cultivada a partir de la llegada de las culturas originarias de Mesoamérica en el periodo precolombino. Su término científico es *agave*, el cual proviene del griego “*αγαπή*” y significa noble o admirable. Esta planta se dio a conocer por el botánico Calos Linneo, naturista sueco. El penco forma parte de la familia *Agavaceae* originaria de América, de clima tropical y seco, también adquiere varios nombres en las diferentes culturas como en México se lo llama oro azul y maguey. En la zona ecuatorial se lo conoce como penco negro o plateado; cabuya o chaguar en Perú; en Colombia como punta

o fique; mientras que en Bolivia se la llama *chunta*, *witika* o *pajpa*. (Guamán, 2017, pág. 18)

En nuestro país, el penco es reconocido en su mayoría por personas de edad avanzada, con los nombres más comunes como *cabuya*, penco negro o *chaguar*, posee grandes beneficios (suplemento alimenticio y medicinal, porque es rico en hierro, fósforo y calcio) en todos los ciclos de su vida. El *chaguarmishqui*, uno de sus derivados más importantes de la planta se lo adoptó antiguamente como bebida tradicional de las zonas andinas del Ecuador, hoy en día no se la considera como una bebida típica y tiene poca acogida. (Guamán, 2017, pág. 19)

8.2.11.3. Taxonomía *Agave Americana L.*

Tabla 3. Taxonomía del agave (Agave Americana L.)

Taxonomía del <i>Agave Americana L.</i>	
Reino	Plantae
Clase	Liliopsida (Monocotiledóneas)
Subclase	Liliidae
Orden	Liliales
Familia	Agaváceas
Género	Agave
Especie	Americana
Nombre científico	<i>Agave Americana L.</i>

Fuente: Giraldo, D. (2017)

8.2.11.4. Morfología

8.2.11.5. Flores

La gigante floración tiene un tallo floral de 10 m de altura y desde los 10 cm de diámetro desde la parte alta, hasta llegar a los 40 cm en la parte baja. De la mitad de su longitud van saliendo pequeñas ramas en forma de candelabro (20 a 30 ramas) terminando cada uno en un grupo de flores de color amarillo- verdoso. Estas flores son mixtas, tubulares de 5 cm de largo, formada por 6 pétalos, 6

estambres largos, pistilo alargado, estigma alargado y ovario trilocular. (Rubio & Soto, 2015, pág. 22)

8.2.11.6. Fruto

Según Rubio y Soto (2015): “Es una cápsula prismática oblonga de 4cm de largo y lleno de semillas. Al secarse los frutos quedan ligeramente abiertos. Las semillas son planas de color negro, miden aproximadamente de 6 a 8 mm”. (pág. 23)

8.2.11.7. Hojas

Las hojas del agave son de color verde grisáceo grandes, gruesas y carnosas y pueden almacenar cantidades considerables de agua. Una planta madura mide de 1 a 2 m de altura, sin peciolo y con un ancho en la base hasta de 30cm. Posee bordes firmes con una hilera de espinas terminando en un vértice con una anchura de 3 a 5 cm. Las fibras, de más de 1,5 m, obtenidas de sus hojas, se emplean en saquillos y soguería. (Rubio & Soto, 2015, pág. 23)

8.2.11.8. Semilla

Según Rubio y Soto (2015): “Las semillas son planas de color negro, miden aproximadamente de 6 a 8 mm”. (pág. 24)

“Las semillas almacenan fuentes de reserva de alimentos necesarios para el crecimiento de la planta, estos suelen ser carbohidratos, aceites, proteínas, alcaloide, lectinas, oligosacáridos de la familia de la fitina y la rafina”. (Angeles, y otros, 2017, pág. 41)

8.2.11.9. *Agave Furcraea Andina*

El género neotropical *Furcraea A.*, es ampliamente cultivado para la producción de fibras conocidas como fique o cabuya. Se realizó un análisis histológico de las hojas de tres especies cultivadas en Colombia, con la finalidad de realizar la descripción comparativa entre ellas. Diferentes secciones de hojas listas para su cosecha fueron procesadas utilizando técnicas histológicas convencionales. Las tres especies presentaron características anatómicas comparativamente muy homogéneas dentro de las que resaltan: epidermis

monoestratificada, cutícula gruesa, estomas encriptados, mesófilo no diferenciado, presencia de cristales de oxalato de calcio, fibras esclerenquimáticas de tipo septado asociadas a los haces vasculares o formando cordones y braquiesclereidas asociadas al margen foliar. (Murillo, Rincón, & Alzate, 2018, pág. 607)

8.2.11.10. Taxonomía *Agave Furcraea Andina*

Tabla 4. Taxonomía del Agave Furcraea Andina

División:	Embriofitas Sifonógamas
Sub – división:	Angiospermas
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Lilifloras
Familia:	Amarilidáceas
Sub – familia:	Agavoideas
Género:	Furcraea
Especie:	Furcraea Andina

Fuente: Pérez, J. (1974)

8.2.11.11. Morfología

8.2.11.12. Planta

Es una roseta de hojas más o menos compactadas, con tallo corto y raíces fasciculadas que llegan a profundizar hasta tres metros en el suelo. El tallo tiene yemas terminales, aunque también existen yemas laterales y adventicias, generalmente durmientes. (Jurado & Checa, 2014, pág. 8)

8.2.11.13. Hojas

Según Jurado, F.& Checa, C. (2014) afirma: “Son persistentes, sésiles de forma, lineal, lanceoladas, más o menos 10 veces más largas que anchas y terminadas en punta. Los bordes pueden ser lisos o espinosos. La lámina foliar es lisa, cerosa, con nervaduras paralelas”. (pág. 8)

8.2.11.14. Flores

Según Jurado, F.& Checa, C. (2014) afirma: “Se producen en una inflorescencia en forma de panícula, ramificada, con un péndulo. Las flores son hermafroditas, rodeadas de brácteas membranosas”. (pág. 8)

8.2.12. Beneficios de las hojas del agave (fibra)

La planta se puede utilizar, para la extracción de la fibra. La raíz y las hojas son las mejores fuentes de las saponinas que se utilizan para la fabricación de jabón, la fibra de las hojas se utiliza para la fabricación de cuerdas y telas gruesas. Las hojas se utilizan para hacer cremas faciales como también papel. (Andrade, 2014, pág. 7)

8.2.13. Extracción de la fibra (Metodología general)

Se procede a realizar el cortado (cosecha), consiste en desprender de la planta cierta cantidad de hojas, el corte debe ser recto desde la base del penco maduro utilizando un machete o cuchillo muy afilado, quedando la planta con un mínimo de 15 y 20 hojas y teniendo cuidado de no lastimar a las hojas restantes para que continúen su proceso biológico de crecimiento.

El desfibrado inicia con la separación de la corteza de las fibras que están en el interior de las hojas, mediante un proceso de macerado y raspado hasta dejar libre la fibra. La extracción de las fibras se lo realiza de forma manual o utilizando una máquina desfibradora.

En el lavado de la fibra se sumerge en tanques con agua limpia con la finalidad de retirar los residuos que acompañan a la fibra, es recomendable utilizar tanques para evitar la contaminación de las aguas.

El secado se realiza colocando la fibra previamente lavada sobre alambres o secadores aéreos con la finalidad de que la misma se seque a temperatura ambiente.

En el escarmentado se procede al desenredando las fibras de cabuya, pasándola a través de un cepillo de clavos o colocándola en una maquina peinadora donde aspas a gran velocidad liberan la cabuya de impurezas que quedaron en la fase de lavado. (Briseño, 2016, pág. 7)

8.2.14. Características físicas de la fibra

Según Pérez (2016) afirma: “En cuanto a la pigmentación de la fibra agave (*Agave Americana L.*), tiene un color blanco amarillento y carece de olor. Su textura es lisa y ligeramente áspera, que se denota al contacto directo con la piel”. (pág. 43)

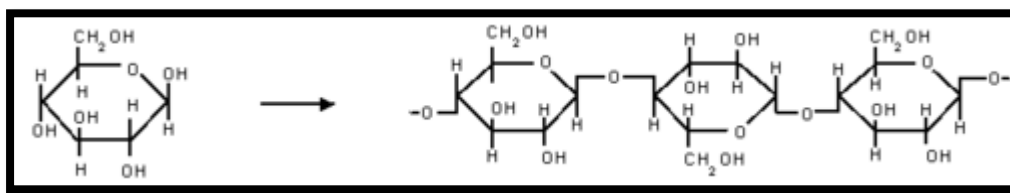
8.2.15. Características químicas de la fibra

8.2.15.1. Celulosa

Según Vargas (2014) afirma que: “El agave está compuesto en un 50 % de celulosa”. (pág. 11)

La celulosa es un polisacárido estructural, siendo exclusivo de los vegetales, que se forma por la unión de moléculas de β -glucopiranosas mediante enlaces β -1,4-O-glucosídico, por hidrólisis de glucosa. (EcuRed, 2020)

Figura 1. Estructura de la celulosa.



Fuente: EcuRed ((2020)

8.2.15.2. Lignina

Según Vargas (2014): “En cuanto a la lignina se refiere, está constituido alrededor de un 20% de todos sus componentes” (pág. 11)

8.2.15.3. Hemicelulosa

Según Vargas (2014): “Y por consiguiente en cuanto a la hemicelulosa, tiene alrededor de un 15% de todos sus componentes” (pág. 11)

8.2.16. Composición porcentual de la fibra

Tabla 5. Composición porcentual de la fibra de Agave Americana L.

Composición	Porcentaje
Humedad	65%
Carbohidratos	25%
Fibra y médula	10%
Sales minerales	2.5%
Otros (proteínas, saponinas, etc.)	2.5%

Fuente: Libro León, J. (2000)

8.3. Glosario de términos

Agave: Planta de hojas radicales largas, triangulares, carnosas, terminadas en un fuerte aguijón, y flores amarillentas en ramillete sobre un bohordo central; es originaria de México; se emplea en la fabricación de fibras textiles y licor.

Biodegradable: Es el producto o sustancia que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.

Celulosa: Es la pulpa es un concepto que refiere a un cierto tejido interno de las frutas, las plantas y la carne. El uso más habitual del término se encuentra vinculado a la fruta, refiriéndose a la zona fibrosa que contribuye a dispersar las semillas.

Chaguarmishqui: Bebida ancestral propio del Ecuador, que se trata de una bebida fermentado proveniente del así llamado dulce o miel de cabuya.

Desfibrado: Tecnología, acción y resultado de quitar las fibras a un vegetal o reducir éstas a unidades elementales.

Enriado: Es un proceso de fermentación para la destrucción del aglomerado existente entre el tallo y la capa fibrosa, por disolución de la materia aglutinante.

Escarmentado de la fibra: hace referencia al trato brusco que se le da a la fibra para extraer la fibra del tejido o material orgánico, mediante fuerza y golpes.

Fibra: Cada uno de los filamentos que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales, de ciertos minerales y de algunos productos químicos.

Globalización: Es un conjunto de transformaciones en la orden política y económica mundial visibles desde el final del siglo XX. Es un fenómeno que ha creado puntos comunes en el ámbito económico, tecnológico, social, cultural y político, y por lo tanto convirtió al mundo en un mundo interconectado, en una aldea global.

Hidratos de carbono: Los hidratos de carbono, carbohidratos, glúcidos o sacáridos son las sustancias orgánicas compuestas por hidrógeno, oxígeno y carbono, que presentan los primeros dos componentes en idéntica proporción que aparece en el agua.

Implementación: Es la instalación de una aplicación informática, realización o la ejecución de un plan, idea, modelo científico, diseño, especificación, estándar, algoritmo o política.

Industrialización: El proceso por el que un estado o comunidad social pasa de una economía basada en la agricultura a una fundamentada en el desarrollo industrial y en el que éste representa en términos económicos.

Polongo: Es la parte interna o llamada de otro modo el “corazón” de la planta de agave, también se le acuña el nombre de “piña”, vocablo que utilizan los nativos mexicanos.

Saponina: Las saponinas (del latín sapo, "jabón") son glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón: cada molécula está constituida por un elemento soluble en lípidos y un elemento soluble en agua (el azúcar), y forman una espuma cuando se las agita en agua.

Sustentable: Esta dado o es algo que se puede sustentar o defender con razones, que se puede apegar a defender con todos los fundamentos posibles y existentes.

Tendencia: Inclinação de las personas o las cosas hacia una cosa o un fin específico, ya sea un fin político, moral, ético, espiritual o cualquier apego voluntario e involuntario.

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

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

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

Riboflavina: La riboflavina o vitamina B2 es un nucleósido formado por la base nitrogenada flavina y por la pentosa ribitol y que forma parte del complejo b.

9. Validación de las preguntas científicas

¿Cómo es posible crear nuevos procedimientos de extracción, para la fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*) a partir de métodos existentes y comunes, para un mayor rendimiento?

Unificando los procesos mediante un análisis minucioso de las metodologías existentes, estas metodologías seleccionadas, fueron aprobadas mediante un cuadro comparativo de valoración cualitativa, donde se reflejó claramente las ventajas y desventajas de cada una de las metodologías analizadas. De este modo el reposo en sumersión, cocimiento de las hojas y el desfibrado, son las metodologías propicias para la extracción de la fibra del agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*).

¿De qué manera ayudará, en el presente proyecto, el desarrollo de un manual para el diseño del molde?

El manual es un instrumento importante, para la orientación, secuencialmente, partiendo con una breve descripción teórica hasta la explicación en cuanto a: medidas, dimensiones, cálculos y materiales certificados para la fabricación de la matriz y el punzón, los cuales componen el diseño del molde, empleando tecnologías de innovación industrial en el termoformado.

¿Cómo influirá los indicadores, tales como los porcentajes precisos, la presión hidráulica y la temperatura, al momento del termoformado, en el proceso de moldeado de los envases biodegradables?

Influyen directamente en las características del envase, siendo de este modo la compactación del material compuesto, así también como en la resistencia y la permeabilidad de los envases biodegradables, los efectos directos. De tal modo también influyen de manera indirecta, en el tiempo de degradación estimado.

¿Es posible realizar los análisis, en un laboratorio convencional, basándose en las guías prácticas, sustentadas con las normativas nacionales e internacionales?

En efecto, ya que todos los análisis, tanto fisicoquímicos así también como los microbiológicos, no requieren de instrumentos costosos o de difícil acceso, mucho menos de reactivos con precios exagerados. De este modo se puede realizar, cada uno de los análisis expuestos por las normativas vigentes, ya sean estas, según los análisis fisicoquímicos (NTE INEN 1429, DIN 53739, UNE-EN 13432), así también en cuanto a los análisis microbiológicos (MINSA 461, NTE INEN 1529-1).

10. Metodologías

10.1. Criterios y categorías para selección de la información

En cuanto a la metodología, la inductiva, deductiva y sintética, fueron empleadas, para la búsqueda de información, mediante una recopilación

bibliográfica de diferentes documentos (tesis, artículos científicos, proyectos de investigación, libros y revistas científicas), de rigor científico, que date del año 2015, en adelante, que, a su vez, se hayan llevado a cabo. De este modo se realizó la comparación de resultados y selección de información.

10.2. Tipos de investigación

- Investigación mixta: El método mixto combina al menos un componente cuantitativo y uno cualitativo en un mismo estudio o proyecto de investigación. En un “sentido amplio” visualizan a la investigación mixta como un continuo en donde se mezclan los enfoques cuantitativo y cualitativo, centrándose más en uno de éstos o dándoles igual importancia permitiendo utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación. (Typeform, 2016)

Se utilizó ya sea para recopilar información acerca de los materiales biodegradables, usos, beneficios y demanda, como también para seleccionar y recopilar información en cuanto a datos concluyentes de otras investigaciones, como puede ser datos de presiones hidráulicas, tiempo del termoformado, dimensiones de moldes y matrices, para su comparación y selección.

- Investigación exploratoria: La investigación exploratoria lo que trata es de abordar la primera fase de un estudio, y el objetivo del investigador será “explorar” un entorno, un problema o un servicio, con la idea previa de que, en general, no se conoce gran cosa sobre el mismo. (E-nquets, 2018)

Se empleó al momento de buscar información, acerca de envases biodegradables a partir de la fibra de agave, lo cual a sido poco investigado y abordado, de esta manera se explorará en la red, en búsqueda de artículos, tesis, revistas científicas, páginas web, para su posterior selección de información, verificando que sea la más adecuada para fundamentar bibliográficamente la investigación en el presente proyecto.

10.3. Métodos de investigación

- Método inductivo: Es aquel método que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Se trata del método científico más usual, en el que pueden

distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación. (Pérez & Merino, 2012)

Se aplicó en el estudio, observación de los hechos y experiencias de proyectos relacionados con la elaboración de envases biodegradables, a través de ello permitir derivar los fundamentos de las teorías basadas en el mismo, podrá ser completa con el conocimiento adquirido de varios elementos que influyen en la investigación.

- Método deductivo: Es aquel método que considera que la conclusión se halla implícita dentro las premisas. Esto quiere decir que las conclusiones son una consecuencia necesaria de las premisas: cuando las premisas resultan verdaderas y el razonamiento deductivo tiene validez, no hay forma de que la conclusión no sea verdadera. (Pérez & Merino, 2012)

Se aplicó en el desarrollo del proyecto con base en hechos y prácticas particulares, referentes a los envases biodegradables, así llegando a organizar cimientos en determinados fundamentos teóricos, que se dará a conocer en los resultados del proyecto, las cuales garantizaran la fiabilidad del proyecto.

- Método sintético: Busca la reconstrucción de los componentes dispersos de un objeto o acontecimiento para estudiarlos con profundidad y crear un resumen de cada detalle. El proceso de este método se desarrolla partiendo de lo abstracto a lo concreto, para reunir cada segmento que compone una unidad y poder comprenderla. (Canaan, 2019)

Se empleó en al momento de recopilar información mediante un repertorio de literatura para así llegar a lo concreto, partiendo de lo abstracto como pueden ser las variedades de agave a profundizar, las metodologías para la extracción de su fibra, las diferentes presiones hidráulicas empleadas al momento de compactar la

pasta y sus características finales una vez realizado el envase biodegradable, partiendo de lo abstracto a lo concreto.

10.4. Técnicas de investigación

- Entrevista estructurada: La entrevista es una técnica con la cual se obtienen datos a partir del diálogo entre dos personas: el entrevistador, o bien el investigador, y el entrevistado, con previas preguntas, analizadas y preestablecidas. (Díaz, Torruco, Martínez, & Varela, 2013, pág. 164)

Fue de suma importancia para extraer información a las personas u representantes legales de algunas organizaciones y empresas privadas. Una de las organizaciones es “ANAGAVEC”, siendo el Ing. Edison Quispe el presidente de dicha organización, el cual nos facilitó información valiosísima para enriquecer el presente proyecto, así también al Lcdo. Luis Felipe Buenaño, propietario de la empresa de envases de plásticos biodegradables “Green Plate”, el cual nos ayudó con su experiencia en el campo comercial de los envases biodegradables. De igual forma se contó con el apoyo del Ing. Jhon Pérez encargado del aseguramiento y control de la calidad, en la parte microbiológica de los envases, cargo que lo desarrolla por más de 2 años en la fábrica DLIP Industrial S.A.

10.5. Instrumentos de investigación

- Cuestionario: Es un conjunto de preguntas diseñadas para generar la información, para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto de investigación, pueden ser cuestionario de preguntas para una encuesta o para una entrevista, todo depende del investigador y el método a emplear. El cuestionario permite estandarizar e integrar el proceso de recopilación de datos.

Se empleó al momento de elaborar las preguntas para el cuestionario que se aplicó durante la entrevista a los representantes legales y propietarios de las organizaciones y empresas particulares.

10.6. Propuesta de metodología, para la elaboración del envase biodegradable a partir de dos variedades de fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*)

Cortar: Se corta las hojas del agave seleccionando la planta adecuada, que deben ser maduras, el corte se lo realiza con un ángulo recto, al ras (inicio) de la piña o polongo.

Selección y Despunte: Se separan las hojas, tanto del *Agave Americana L.*, como también el *Agave Furcraea A.*, seleccionando las hojas en buen estado (que estén libres de insectos y putrefacción), para su posterior despunte, evitando así lesiones y cortes durante el proceso.

Reposo en sumersión: Se cubre las hojas de agave con agua por 1 día.

Cocción: En una marmita con agua hirviendo, se coloca las hojas del agave aproximadamente de 3 a 4 horas, agregando sosa cáustica. Esta actividad suaviza las pencas, para su posterior desfibrado.

Desfibrado: Es la separación de los compuestos orgánicos restantes de la fibra, el cual se lo realiza por acción manual (arrancar), hasta obtener tirillas.

Cepillado: La fibra se obtiene por el cepillado y peinado de las hojas del agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*) hasta obtener fibras más finas y libres de materia orgánica, acción que se lo realiza con un cepillo de metal.

Secado: En este proceso se procede a colocar la fibra en un deshidratador a 30 °C por 12 horas.

Molienda mecánica: Se utiliza un triturador mecánico, para la molienda de la fibra hasta obtener las partículas de polvo más pequeñas.

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.

Mezclado: Se procede a mezclar el polvo de fibra (42 g), con el agua purificada (62 mL), glicerina (62 mL), vinagre (18 mL), maicena (20 g) y fécula de maíz (20 g) para el envase.

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

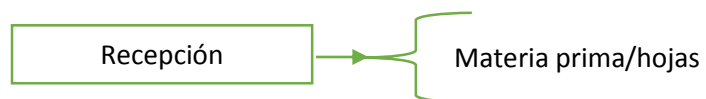
Laminado: El moldeado se lo realiza en forma de lámina plana para que se seque.

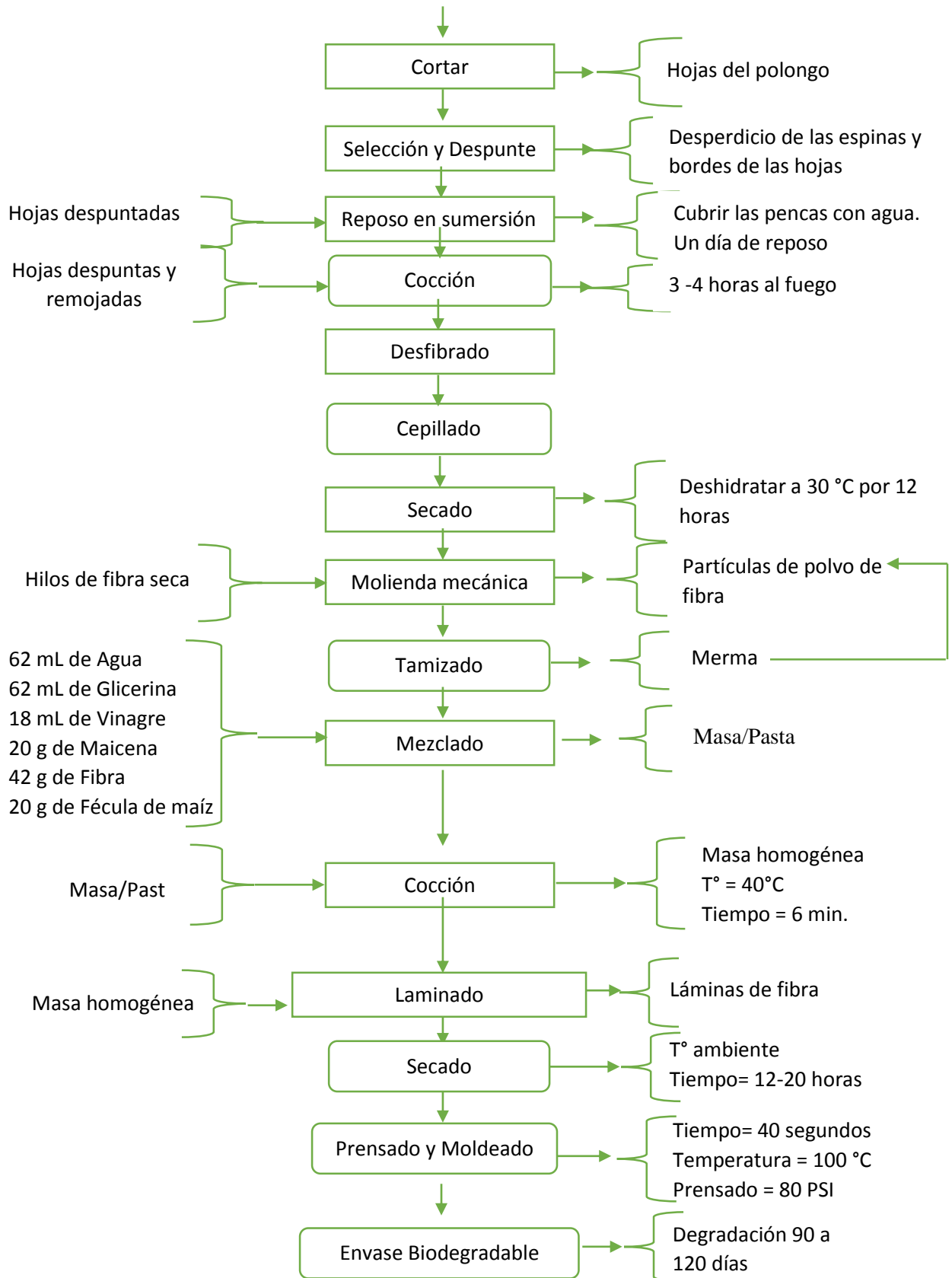
Secado: El secado de las láminas se realiza a temperatura ambiente en un tiempo de 12 a 20 horas.

Prensado y moldeado: Se coloca las láminas en la prensa hidráulica a una presión de (80 Psi), donde son prensadas para darle al recipiente la forma, la rigidez y la firmeza necesaria. La lámina se coloca sobre la matriz de la prensa, para ser presionada y se libera después de unos segundos (40 segundo), a una temperatura de (100 °C).

Análisis de laboratorio: luego de obtener el producto final (envase biodegradable), se toma muestras para su previo análisis, ya sean fisicoquímicos y microbiológicos.

10.7. Propuesta de diagrama de flujo





10.8. Materiales, equipos e insumos

10.8.1. Materiales

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

10.8.2. Materia prima

- Fibra de agave (*A. Americana L.*, *A. Furcraea A.*), (extracción propia).

10.8.3. Insumos

- Fécula de maíz
- Glicerina
- Vinagre
- Agua purificada
- Maicena

10.8.4. Equipos

- Cocina industrial
- Batidora industrial
- Molino mecánico (triturador)
- Marmitas
- Prensa hidráulica

10.8.5. Materiales de oficina

- Computadora
- Internet
- Impresora
- Papel bond
- Copias

- Anillados
- Cd
- Cuaderno
- Esfero
- Etiquetas
- Memory flash

10.8.6. Instrumentos

- Termómetro
- Balanza analítica

11. Análisis y discusión de los resultados

11.1. Resultados

11.1.1. Metodologías para la extracción de la fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*)

Según los autores: Parra, L. A.; Villar, P. & Prieto, A., en el año (2010), describen 3 tipos de metodologías para la extracción de la fibra de agave, en la obra titulada; *Extracción de fibras de agave para elaborar papel*. A continuación se describen dichas metodologías, llevadas a cabo por el grupo investigativo:

A) Humedecimiento de las pencas por inmersión en agua a cielo abierto.

Consistió en colocar las pencas con cortes longitudinales en una tina con agua, durante dos semanas, con el propósito de generar el ablandamiento de la penca y facilitar la separación de sus fibras.

B) Pre-digestión de las pencas en bolsas negras con y sin promotor bacteriano.

Este proceso consistió en fermentar las hojas de agave en bolsas de plástico negro de manera anaeróbica, para lo cual se seleccionó una muestra de cada especie, haciendo la separación para cuatro subtratamientos: 1) 1.5 lt de agua + 0 lt de aguamiel, 2) 1.0 lt de agua + 0.5 lt de aguamiel, 3) 0.5 lt de agua y 1.0 lt de aguamiel y 4) 0 lt de agua y 1.5 l de aguamiel. El aguamiel propiamente se empleó como fuente de azúcares y promotor de la proliferación de microorganismos especializados en el desdoblamiento de materia orgánica.

Figura 2. *Tratamiento para ablandar las fibras por pre-digestión o fermentado*



Fuente: Parra, Luis; Villar, Pedro; Rodríguez, Antonio. (2010)

C) Cocimiento de las pencas.

Éste proceso se realizó seccionando longitudinalmente las pencas, y posteriormente remojándolas en agua por lo menos un día. Al siguiente día se puso a hervir el agua, luego se agregó una taza de sosa cáustica previamente diluida en agua, y se agregaron las pencas desmenuzadas, dejándose al fuego por tres horas y media.

Figura 3. *Tratamiento para ablandar las fibras por cocción durante 3 o 4 horas.*



Fuente: Parra, Luis; Villar, Pedro; Rodríguez, Antonio. (2010)

De igual forma, el autor: Pérez, J. I. en el año (2015), describe otro tipo de metodología de extracción de la fibra de agave, mediante un postulado bibliográfico que mas tarde lo adaptaría, para su proyecto de titulación, aquella información se encuentra en su investigación titulada: *Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (Americana L. – Cabuya negra y Sisalana perrine – Cabuya blanca) con dos sustancias químicas (Carbonato de calcio y Sulfato de sodio) para la cocción y dos métodos de blanqueo con (Dióxido*

de cloro y Agua oxigenada) en el laboratorio de Agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el cual se presenta a continuación:

A) Proceso tradicional de rpiado (golpeado) de la hoja de agave.

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

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

En el proceso de lavado y eliminación de impurezas: Se lava la fibra con jabón, se la azota o se raspan las impurezas con una cuchara o un filo. Secado de las fibras: Se dejan secar al sol.

Figura 4. *Proceso tradicional de rpiado (golpeado) de la hoja de agave.*



Fuente: Pérez, Israel. (2015)

- 1. Recepción de la materia prima:** Se verifica que las hojas no estén dañadas o podridas.

Figura 5. *Recepción de la materia prima.*



Fuente: Pérez, Israel. (2015)

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

Figura 6. *Despunte de las hojas.*



Fuente: Pérez, Israel. (2015)

- 3. Ripiado o golpeado de las hojas.** Con un palo de madera o de acero (evitando el rebote), sujetar la hoja de un extremo y golpearla.

Figura 7. *Ripiado o golpeado de las hojas.*



Fuente: Pérez, Israel. (2015)

- 4. Humectación de la hoja.** Se deja en una gaveta con suficiente agua para humectar la hoja y esta se ablande.

Figura 8. *Humectación de la hoja.*



Fuente: Pérez, Israel. (2015)

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

Figura 9. *Lavado de las hojas*



Fuente: Pérez, Israel. (2015)

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

Figura 10. *Majado o raspado de las hojas*



Fuente: Pérez, Israel. (2015)

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

Figura 11. *Secado de la fibra.*



Fuente: Pérez, Israel. (2015)

Por otro lado, el autor: Palma, F. en el año (2000), realizó un estudio exhaustivo, en cuanto a los usos de las diferentes fibras de agave que existen en la zona, las cuales se llevaban a cabo con diferentes metodologías de extracción de la fibra, destacando cada método por la calidad del producto final (fibra), dicha investigación se llevó a cabo en las regiones indígenas por diversas comunidades, en el estado de Oaxaca, México, estas metodologías se reflejan en el trabajo titulado: *AGAVES PRODUCTORES DE FIBRAS DURAS*. A continuación daremos a conocer algunas de las metodologías de extracción de las fibras de agave:

A) Horneado

- La selección de plantas, el corte de las hojas (destroncado), la eliminación de los dientes y las espinas se realiza de forma continua.
- Las hojas destroncadas se reúnen en tercios de aproximadamente 200 unidades y se trasladan a los sitios donde se va a realizar la horneada, lo que generalmente se realiza en el mismo cerro.
- El horno consiste de un hoyo de 1-1.5 m de diámetro y 0.8-1 m de profundidad, en donde se coloca una buena cantidad de leña gruesa de encino (*Quercus spp.*) que produzca brasas en el fondo, misma que se cubre completamente con piedras, hasta lograr su calentamiento al rojo vivo.
- Al colocar las hojas del maguey escobeta dentro del horno, las piedras calientes se cubren con ramas de consuelda [*Senecio praecox* (Cav.) DC.], con pencas de nopal (*Opuntia huajuapensis* Bravo) o con pencas de maguey verde (*Agave atrovirens* Karw. ex Salm.).
- Este último se utiliza preferentemente porque permite cubrir tanto las paredes del horno como el total de hojas de la horneada: seis a siete tercios por horno, es decir 1 200 a 1 400 hojas. Inmediatamente después se recubren completamente de tierra y se dejan reposar desde un día hasta dos meses para después proceder al raspado de las hojas.
- El raspado se realiza colocando un tronco inclinado de sotol (*Nolina sp.*) sobre una piedra o sobre el tronco de un árbol en pie, dicha estructura posee

en su extremo superior un hilo unido por sus puntas que permite sostener a las hojas a desfibrar. Enseguida y auxiliándose de un raspador se elimina la totalidad del bagazo, para lo cual el productor toma la herramienta por ambos extremos e inclinado frente al tronco que sostiene a la hoja, la pasa de arriba hacia abajo hasta lograr la separación de la fibra.

- El raspador se elabora con un trozo seco de la inflorescencia de cucharrillo [*Dasyllirion serratifoliurn* (Karw. ex Schult.) Zucc.] o con la rama de algún árbol, que se dobla hasta formar un ángulo de 140-160 grados, a dicha estructura se le inserta de manera longitudinal un trozo de alguna herramienta metálica (por lo general un pedazo de machete), procurando que quede la parte sin filo hacia el exterior.
- Después de concluir con el raspado, la fibra se lava en los afluentes naturales de agua, con el propósito de quitar la consistencia pegajosa producida por la hidrólisis de los azúcares de la hoja.
- El secado y la conformación de los atados se lleva a cabo de igual forma que para el majado.

Figura 12. *Hojas de agave horneadas*



Fuente: Palma, Felipe de Jesús. (2000)

B) Desfibrado en seco.

- Comienza con la recolección de hojas secas de agave en los cerros aledaños a la población, las cuales se desprenden de los tallos mediante tirones sucesivos que aplica el recolector, al sujetar las hojas por su extremo distal e imprimir fuerza de jale hacia sí hasta lograr su desprendimiento del resto del conjunto.
- A continuación, se eliminan los dientes y las espinas y se forman atados hasta de 1.5 m de diámetro, que son transportados por animales de carga hasta el domicilio del productor.
- Una vez aquí, se continúa con el proceso, golpeando el extremo a extremo cada una de las hojas con un mazo de madera (generalmente de Quercus) sobre una piedra plana o sobre otro trozo de madera en forma rectangular y ele aproximadamente 0.4 m ele largo, 0.3 m ele ancho y 0.3 m de espesor, hasta que todo el tejido seco deja libre las fibras.
- Enseguida los haces ya libres de residuos, se escarmenan (peinan) con las manos hasta lograr la individualidad de las fibras y se forma un conjunto desmenuzado de ixtle que queda listo para la manufactura.

Figura 13. *Desfibrado en seco*



Fuente: Palma, Felipe de Jesús. (2000)

11.1.1.1. Cuadro comparativo: ventajas y desventajas de cada una de las metodologías para la extracción de la fibra de agave (*Agave Americana* L. y *Agave Furcraea* A.)

Tabla 6. Metodologías para la extracción de la fibra de agave (*Agave Americana* L. y *Agave Furcraea* A.)

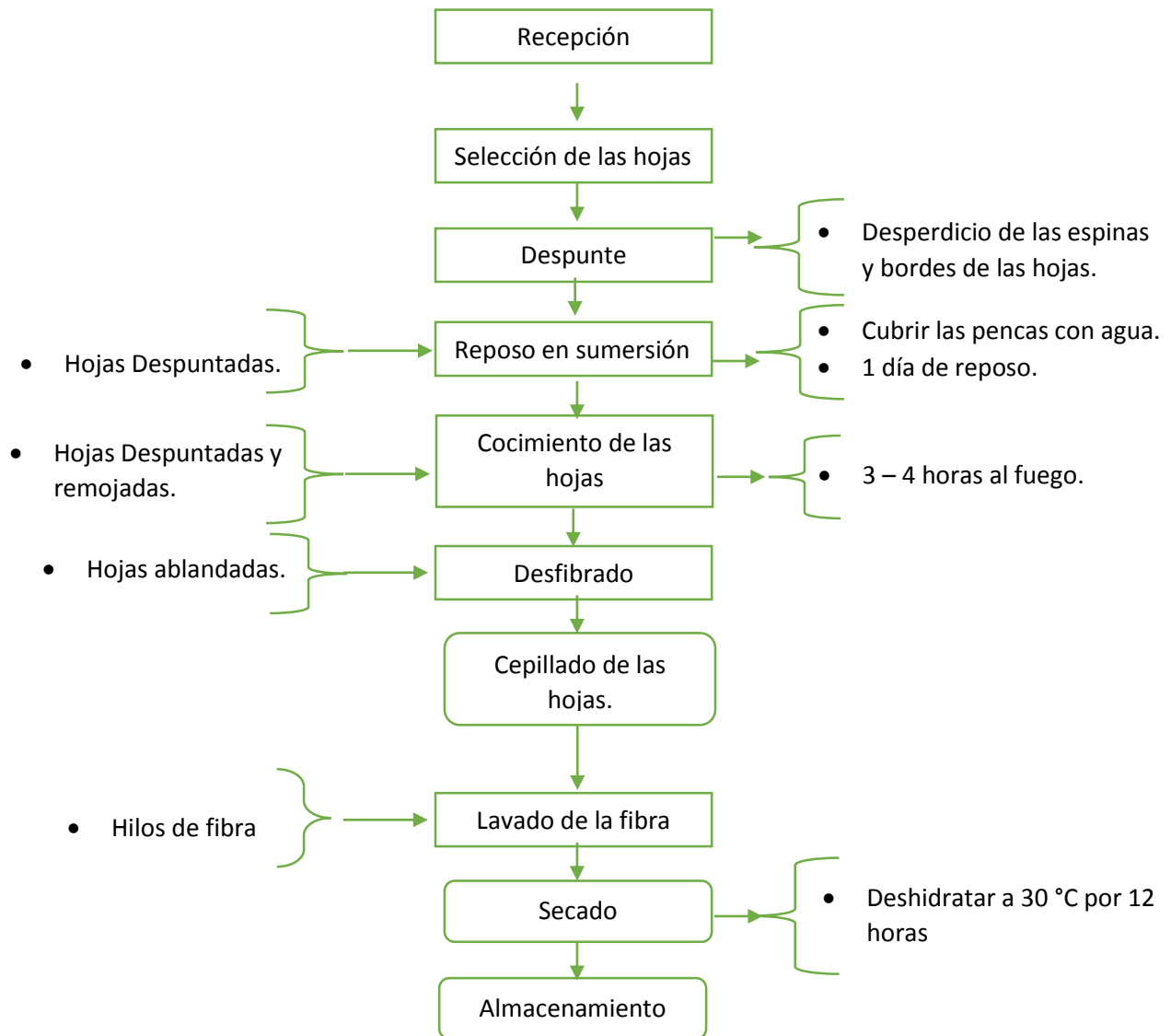
Metodologías para la extracción de la fibra de agave (<i>Agave Americana</i> L. y <i>Agave Furcraea</i> A.)			
Autor	Metodología	Ventajas	Desventajas
Parra, L. A.; Villar, P. & Prieto, A.	Humedecimiento de las pencas por inmersión en agua a cielo abierto.	<ul style="list-style-type: none"> a) Ablanda las hojas para extraer la fibra. b) Simplemente son sumergidas en agua, por lo que no necesita observaciones ni cuidados frecuentes. c) Rendimiento considerable. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Toma mucho tiempo (2 semanas). b) Olor fuerte y desagradable. c) Debilitación de las fibras por la prolongada sumersión al agua.
	Pre-digestión de las pencas en bolsas negras con y sin promotor bacteriano.	<ul style="list-style-type: none"> a) Ablandamiento de las hojas para extraer la fibra. b) Sin cuidados previos, ni observaciones durante el proceso de fermentación. c) Rendimiento considerable. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Toma mucho tiempo (1 semana). b) Olor fuerte y desagradable. c) No conseguir el promotor bacteriano (agua miel).
	Cocimiento de las pencas.	<ul style="list-style-type: none"> a) Mayor ablandamiento de las hojas. b) Reduce la energía y 	

		<p>fuerza de trabajo.</p> <p>c) Reduce el tiempo de trabajo (1 día en remojo posterior a esto de 3 a 4 horas en cocción).</p> <p>d) Rendimiento considerable.</p>	
Pérez, J. I.	Proceso tradicional de rpiado (golpeado) de la hoja de agave.	<p>a) Ablandamiento de las hojas para la extracción de la fibra.</p> <p>b) No presenta mal olor, por la presencia de detergente, en cuanto a la sumersión de las hojas.</p>	<p>a) Toma mucho tiempo, varios días (7-10 días).</p> <p>b) Fibra débil y dañada, provocada por el rpiado (golpeado).</p> <p>c) Fibra con presencia de materia orgánica.</p> <p>d) Rendimiento regular.</p>
Palma, F.	Horneado de pencas (agave)	<p>a) Ablandamiento de las hojas para la extracción de la fibra.</p> <p>b) Rendimiento considerable.</p>	<p>a) Toma demasiado tiempo (2 meses)</p> <p>b) Mucho degaste de energía en las labores del horno (hoyo).</p> <p>c) Mala utilización de los recursos naturales, al utilizar madera seca, para calentar el horno.</p> <p>d) Emisiones de humo sin consideración del medio ambiente.</p> <p>e) Contaminación de las afluentes de agua, al lavar las pencas en afluentes de</p>

			corriente continua.
	Desfibrado en seco.	<ul style="list-style-type: none"> a) Ablandamiento de las hojas para la extracción de la fibra. b) No es necesario dejar las hojas en reposo, se la trabaja ese mismo momento. c) Rendimiento considerable. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Fibra débil y dañada debido por los golpes en las hojas. b) Mucho desgaste de energía, al realizar el golpeado en seco.

Fuente: Huerta, D. Tenorio, E. (2020)

11.1.1.2. Propuesta de flujo grama para la extracción de la fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), adaptado al proyecto investigativo.



11.1.2. Manual para el diseño del molde, del prototipo de envase.

En el anexo “B”, se presenta el siguiente manual, el cual contiene todos los procedimientos bibliográficos para la correcta fabricación del molde. No obstante, las medidas y dimensiones detalladas en el siguiente manual, pertenecen exclusivamente a investigaciones bibliográficas de un diseño circular. Los materiales a usar están especificados, según el tipo de acero que la normativa permite y según las características mecánicas del acero a emplear.

Estos y otros detalles más se exhiben en el anexo “B”.

11.1.3. Identificación bibliográfica de la presión hidráulica para la compactación de la pasta del envase.

11.1.3.1. Parámetros del diseño hidráulico

Los parámetros a los que se rige un diseño hidráulico son:

- Presión del sistema
- Tiempo
- Temperatura

11.1.3.2. Presión en el sistema

Las presiones de trabajo de los circuitos hidráulicos oscilan entre 25 Bar y 630 Bar, a continuación, se observa la tabla con valores de presiones nominales, los valores subrayados son valores recomendados:

Tabla 7. Presiones nominales

PRESIONES NOMINALES EN CIRCUITOS HIDRÁULICOS									
25	40	63	100	160	200	250	315	500	630

Fuente: Andagoya, M. & Guacan, A. (2018)

Figura 13. Prensa hidráulica



Fuente: AUTOTEX, 2019.

11.1.3.3. Presión del manómetro diferencial (manómetro de dos ramas abiertas)

Se presenta a continuación las diferentes presiones que fueron empleadas para diversos tipos de materiales biodegradables (hojas, corteza y compuestos o mezclas)

Figura 14. *Manómetro diferencial*



Fuente: Angola, M. & Guacan, A. (2018)

11.1.3.4. Presión para láminas vegetales (hojas), corteza y compuestos (mezclas).

11.1.3.5. Hojas de achira (*Canna indica*)

Según los autores: Albán L. T. y Alvia N. S., en el año (2017), describe las condiciones adecuadas para elaborar envases biodegradables a partir de hojas de achira, en la obra titulada; *DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR ENVASES BIODEGRADABLES A PARTIR DE ESPECIES VEGETALES*, que a continuación se muestra:

- “Se estableció como condiciones de operación para la elaboración de los envases biodegradables, una temperatura de 83° C, tanto para la matriz como el punzón, una fuerza de presión aproximada de 70 Psi y un tiempo de prensado de 15 segundos, con degradación de 8 meses”.

11.1.3.6. Corteza de abacá (*Musa textiles*)

Desde el punto de vista de los autores: Andagoya M. P. y Guacan A. G., en el año (2018), concluyen con datos relevantes, entre ellos el de la presión aplicable para la fabricación de envases biodegradables, en el proyecto de investigación

titulada; *IMPLEMENTAR UNA MÁQUINA TERMOFORMADORA DE PLATOS BIODEGRADABLES A BASE DE LA PLANTA DE ABACÁ:*

- “Se concluye que el material utilizado para el termoformado soporta 100 Psi y una temperatura de 245° C, para su conformado en 1 min. Para la termoformación se necesita un porcentaje de humedad mínimo en el tallo y una temperatura uniforme en las dos matrices. Es por esto que se concluye que el tiempo de calentamiento de las matrices es de 15 min y está lista para su uso, con un tiempo de degradación de 5-6 meses”.

11.1.3.7. Biomasa (compuestos) de fibra de cáscara de arrozillo (*Oryza sativa*)

Como lo hace notar nuevamente los autores: QUISHPILLO S. K. y MORETA L. A., en el año (2020), afirman la presión hidráulica de un material compuesto (biomasa), para la elaboración de envases biodegradables, en el proyecto técnico titulado; *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA FABRICACIÓN DE PLATOS BIODEGRADABLES A PARTIR DE BIOMASA*, que a continuación se menciona:

- “Para el desarrollo de pruebas con el material compuesto se realizó algunos ensayos, modificando varios parámetros como la temperatura que se varió desde 60°C hasta 100°C, el tiempo de prensado desde 15 segundos hasta 1 minuto, a una presión de 80Psi estos parámetros fueron tan fundamentales en el conformado del plato ya que si dejamos mucho tiempo o la temperatura es muy alta tiende a secarse la masa sin obtener la forma adecuada, con un tiempo de degradación 9-10 meses”.

Figura 15. *Plato a partir de un material compuesto (cascara de arrozillo)*



Fuente: Segundo, Q. Luis, M. (2019).

11.1.3.8. Selección de la adecuada presión hidráulica para el material compuesto a partir de la fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*)

Después de analizar y comparar las diferentes presiones hidráulicas y su uso apropiado para cada una de los distintivos materiales orgánicos (hojas, corteza y compuestos), identificamos la correcta presión hidráulica, así también como el tiempo expuesto al termoformado, para la biomasa a partir de fibra de agave (compuesto):

Tabla 8. Tabla comparativa de características óptimas para el conformado del plato de material compuesto a partir de fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*).

CARACTERÍSTICAS ÓPTIMAS PARA EL CONFORMADO DEL PLATO DE UN MATERIAL COMPUESTO				
Biomasa	Presión de prensado (Psi)	Temperatura de prensado (°C)	Tiempo de prensado (s)	Tiempo de degradación (días)
Corteza de abacá (<i>Musa textiles</i>)	100	245° C	15	5-6 meses
Hojas de achira (<i>Canna indica</i>)	70	83° C	15	8 meses
Biomasa (compuestos) de fibra de cáscara de arrozillo (<i>Oryza sativa</i>)	80	100°C	40	9-10 meses

Fuente: Huerta, D. Tenorio, E. (2020)

11.1.1. Guía de análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas del envase.

Las siguientes guías técnicas de análisis físicos y microbiológicas, permitirá adoptar medidas correctivas que mejoren la calidad del envase biodegradable:

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES



CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

GUÍA DE: PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICOS DE ENVASES BIODEGRADABLES.

AUTORES:

Huerta Andrade Edgar Daniel

Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo

INTRODUCCIÓN

La guía de prácticas del laboratorio de análisis fisicoquímicas y microbiológicas del envase biodegradable elaborado con fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), esta enfoca en optimizar el desarrollo de los análisis, según la necesidad del estudio en envases biodegradables, conjuntamente con estrategias didácticas promoviendo a que los gestores de la continuación del proyecto logren la construcción del conocimiento científico técnico y alcancen del desarrollo de futuras competencias científicas de esta manera promover una mayor participación en otros proyectos de la universidad relacionada con la Agroindustria.

Esta guía se puede aplicar en los laboratorios de análisis de alimentos y otros afines con la agroindustria, de tal forma la investigación se puede concluir con una respectiva práctica de laboratorio, de igual manera permitiendo el desarrollo de algunas habilidades científicas llevando a cabo toda la información y el conocimiento de la teoría impartida en las aulas, llevándolas a la práctica en el laboratorio, los análisis realizados en los laboratorios a los largo del periodo estudiantil tendrán conceptos asociados con la temática del proyecto con ello el interés de próximos proyectos.

OBJETIVO

El objetivo de esta guía de prácticas es realizar un análisis fisicoquímicas y microbiológicas del envase biodegradable elaborado con fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), optimizando el tiempo de la realización de los análisis y la factibilidad de comprensión en los procesos de estudio analítico, propuestas en dichas hojas guías.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
OBJETIVO.....	¡Error! Marcador no definido.
TEMA: DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO DE COBB...	¡Error! Marcador no definido.
Marcador no definido.	
1. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2. OBJETIVO.....	¡Error! Marcador no definido.
3. MATERIALES Y REACTIVOS.....	¡Error! Marcador no definido.
4. MUESTRA A ANALIZAR.....	¡Error! Marcador no definido.
5. METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
6. RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
7. DISCUSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
8. CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
9. RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
10. BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
11. ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.
TEMA: DETERMINACIÓN DE BIODEGRADACIÓN EN EL ENVASE BIODEGRADABLE.....	¡Error! Marcador no definido.
1. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2. OBJETIVO.....	¡Error! Marcador no definido.
3. MATERIALES Y REACTIVOS.....	¡Error! Marcador no definido.
4. MUESTRA A ANALIZAR.....	¡Error! Marcador no definido.
5. METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
6. RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
7. DISCUSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
8. CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
9. RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
10. BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.

11. ANEXOS. ¡Error! Marcador no definido.

TEMA: DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS EN EL ENVASE BIODEGRADABLE, POR TOMA DE MUESTRA EN SUPERFICIES. ¡Error! Marcador no definido.

1. INTRODUCCIÓN..... ¡Error! Marcador no definido.

2. OBJETIVO..... ¡Error! Marcador no definido.

3. TOMA DE MUESTRA DEL ENVASE BIODEGRADABLE POR EL MÉTODO DEL HISOPO. ¡Error! Marcador no definido.

3.1. MATERIALES Y REACTIVOS. ¡Error! Marcador no definido.

3.2. MUESTRA A ANALIZAR. ¡Error! Marcador no definido.

3.3. METODOLOGÍA. ¡Error! Marcador no definido.

3.4. RESULTADOS..... ¡Error! Marcador no definido.

3.5. DISCUSIÓN..... ¡Error! Marcador no definido.

3.6. CONCLUSIONES. ¡Error! Marcador no definido.

3.7. RECOMENDACIONES. ¡Error! Marcador no definido.

3.8. BIBLIOGRAFÍA..... ¡Error! Marcador no definido.

3.9. ANEXOS..... ¡Error! Marcador no definido.

4. ELABORACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO PARA EL RECUENTO DE MICROORGANISMOS..... ¡Error! Marcador no definido.

4.1. MATERIALES Y REACTIVOS. ¡Error! Marcador no definido.

4.2. MUESTRA A ANALIZAR. ¡Error! Marcador no definido.

4.3. METODOLOGÍA. ¡Error! Marcador no definido.

4.4. RESULTADOS..... ¡Error! Marcador no definido.

4.5. DISCUSIÓN..... ¡Error! Marcador no definido.

4.6. CONCLUSIONES. ¡Error! Marcador no definido.

4.7. RECOMENDACIONES. ¡Error! Marcador no definido.

4.8. BIBLIOGRAFÍA..... ¡Error! Marcador no definido.

4.9. ANEXOS..... ¡Error! Marcador no definido.

5. SIEMBRA DE LA MUESTRA EN EL MEDIO DE CULTIVO PARA EL RECUENTO DE MICROORGANISMOS. ¡Error! Marcador no definido.

5.1. MATERIALES Y REACTIVOS. ¡Error! Marcador no definido.

5.2 MUESTRA A ANALIZAR. ¡Error! Marcador no definido.

5.3. METODOLOGÍA. ¡Error! Marcador no definido.

5.4. RESULTADOS..... ¡Error! Marcador no definido.

5.5. DISCUSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
5.6. CONCLUSIONES.	¡Error! Marcador no definido.
5.7. RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
5.8. BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
5.9. ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.
TEMA: ANÁLISIS FÍSICOS Y SENSORIALES DE LOS ENVASES	
BIODEGRADABLES.....	¡Error! Marcador no definido.
1. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2. OBJETIVO.....	¡Error! Marcador no definido.
3. MATERIALES Y REACTIVOS.....	¡Error! Marcador no definido.
4. MUESTRA A ANALIZAR.....	¡Error! Marcador no definido.
5. METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
6. RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
7. DISCUSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
8. CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
9. RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
10. BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.



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

FECHA:

PRACTICA #:

TEMA: DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO DE COBB.

1. INTRODUCCIÓN.

El contenido de humedad afecta a la capacidad de procesamiento siendo los puntos críticos de control, al período de conservación ya sea de alimentos u otros productos con ello la usabilidad y a la calidad del producto debe ser garantizado, para que este sea confiable su utilización. La determinación exacta del contenido de humedad desempeña un papel muy impórtate en la elaboración de los envases y la industria, en la cual un papel clave para garantizar la calidad del producto en distintas industrias, como la alimentaria, farmacéutica y química es necesaria y obligatoria la realización de análisis de confiabilidad con respecto al contenido de humedad del producto, por esto en distintos productos se realizan estudios de humedad y tiene que estar regulado conforme a una legislación.

Por lo general, la determinación de humedad se realiza por el método de COBB, mediante el cual se coloca agua en la muestra de envase y se registra el peso debida a la absorción de la humedad.

2. OBJETIVO.

- Conocer varios métodos para realizar los respectivos análisis de características físicas de los envases biodegradables a partir de fibras como; método COBB, porcentaje de humedad.
- Evaluar el estado de resistencia a la humedad en el envase biodegradable, elaborado con fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*).

3. MATERIALES Y REACTIVOS.

- Dispositivo para medir el número de COBB
- Balanza analítica
- Cronómetro
- Vaso de precipitado (50 mL)
- Agua potable

4. MUESTRA A ANALIZAR.

- Envase biodegradable (130 x 130 mm)

5. METODOLOGÍA.

- Obtener el peso inicial de la muestra de envase biodegradable de 130 x 103 mm.
- Colocar muestra de envase biodegradable de 130 x 103 mm en el dispositivo para medir el número de COBB.
- Añadir unos 50 mL de agua en la superficie central del dispositivo para medir el número de COBB y la muestra.
- Tomar el tiempo con el cronómetro desde el primer momento que se añade el agua, por 2 min.
- Pesar la muestra de envase biodegradable, después de haber añadido el agua.

6. RESULTADOS.

El investigador o analista del estudio reportará dichos resultados de los datos obtenidos durante todo el transcurso de la práctica.

7. DISCUSIÓN.

El investigador o analista se encargará de discutir los resultados que obtuvo durante la práctica realizada, con la finalidad de aportar y reforzar el estudio.

8. CONCLUSIONES.

Se suscribirán conclusiones técnicas de acuerdo con el tema de análisis realizado.

9. RECOMENDACIONES.

Se darán de acuerdo al criterio del investigador o analista al final del informe analítico.

10. BIBLIOGRAFÍA.

Lo que el investigador o analista, pudiera consultar y citar.

Impee SC. (10 de Julio de 2017). KE-012 Kit para Determinación de Humedad en Papeles IMPEE. [YouTube]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=gMPt0x4gHRs&t=35s>

INEN. (1986). *Papeles y cartones, determinación de humedad*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1397.pdf>

11. ANEXOS.

En los anexos se indicará fotocopias, normas, diagramas de proceso, que se llevó a cabo en el estudio.



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

FECHA:

PRACTICA #:

TEMA: DETERMINACIÓN DE BIODEGRADACIÓN EN EL ENVASE BIODEGRADABLE.

1. INTRODUCCIÓN.

Se trata de procesos que describen la mineralización de las estructuras orgánicas por medio de microorganismos. Estos microorganismos convierten los biocásticos en dióxido de carbono, metano, agua y biomasa. Los procesos de biodegradación comprenden dos categorías: biodegradación primaria y biodegradación secundaria o mineralización.

Durante la biodegradación primaria se producen discretas alteraciones estructurales en la molécula original, lo que hace que esta pierda sus propiedades físico-químicas. Durante la biodegradación secundaria o total, la sustancia química es metabolizada por los microorganismos como fuente de carbono y energía, siendo completamente transformada en compuestos inorgánicos. La descomposición puede llevarse a cabo en presencia de oxígeno (aeróbica) o en su ausencia (anaeróbica).

2. OBJETIVO.

- Determinar el tiempo de biodegradación del envase, realizando los respectivos análisis de características físicas del envase elaborado a partir de fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), en cámaras de cultivo.

3. MATERIALES Y REACTIVOS.

- Cámaras de cultivo
- Horno de convección
- Balanza analítica
- Potenciómetro
- Tamiz N° 8
- Cajas de plástico
- Malla de acero inoxidable
- Vasos de precipitado
- Tierra biológica activa
- Agua destilada

4. MUESTRA A ANALIZAR.

- Envase biodegradable

5. METODOLOGÍA.

- Tamizar la tierra biológicamente activa antes de ser introducidas en las cajas de plásticos, para eliminar así las piedras los macro organismos y cualquier otro residuo de cierto tamaño que posea.
- Forrar las cajas de plástico por la parte interior con la malla de acero inoxidable de tamaño 20 de modo que entre las partes laterales tengas un espacio y asegure el aporte de oxígeno.
- Colocar la tierra biológicamente activa en las cajas de plástico.

- Identificar bien las muestras, luego se enterrarán en el interior de las cajas.
- Colar las cajas de plástico con sus respectivas muestras dentro de la cámara de cultivo.
- Colocar una tira de algodón dentro de las cajas, para comprobar que la activa microbiana existe en esta tierra.
- Realizar un control de temperatura, humedad, pH y oxígenos para evaluar el adecuado crecimiento de los microorganismos.

La cámara de cultivo debe tener una temperatura de 30 a 32 °C.

La humedad máxima de la tierra debe ser de 60% y un pH de 6.5 a 7.5.

- Controlar periódicamente la humedad y pH de la tierra:

Humedad de la tierra.

Realizar por diferencia de pesado, extraer 6g de tierra en vasos de precipitado, primero se realiza el pesado de la tierra húmeda y luego el peso de la tierra un ves secada el secado de la tierra de lo puede conseguir por un horno de convección a una temperatura de 106 °C, seguido de eso calcular su porcentaje de humedad.

pH de la tierra.

Realizar una disolución de un gramo de tierra y 20 mL de agua destilada y con un potenciómetro convencional se conocerá cual es el valor del pH.

Extraer la muestra de envase a intervalos de tiempos constantes, dependiendo de qué material estemos sometiendo a biodegradación.

- Extraer la muestra y limpiar con una solución jabonosa.
- Secar por medio de una desecadora.

6. RESULTADOS.

El investigador o analista del estudio reportará dichos resultados de los datos obtenidos durante todo el transcurso de la práctica.

Una vez extraída la muestra de envase y controlado los parámetros específicos para biodegradación, iniciar su caracterización de acuerdo a las normas y tomar nota del tiempo de su biodegradación (parte experimental).

7. DISCUSIÓN

El investigador o analista se encargará de discutir los resultados que obtuvo durante la práctica realizada, con la finalidad de aportar y reforzar el estudio.

8. CONCLUSIONES.

Se suscribirán conclusiones técnicas de acuerdo con el tema de análisis realizado.

9. RECOMENDACIONES.

Se darán de acuerdo al criterio del investigador o analista al final del informe analítico.

10. BIBLIOGRAFÍA.

Lo que el investigador o analista, pudiera consultar y citar.

Márquez, R. (2019). *Análisis y uso de productos alternativos a base de maíz y cascara de arroz para el proceso de envases biodegradables*[Tesis de Ingeniería, Universidad Católica San Pablo]. Repositorio Institucional. Obtenido de http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16023/1/POSTIGO_MARQUEZ_RA_U_MAI.pdf

Universitat Politècnica de València - UPV. (28 de Enero de 2016). Ensayos de biodegradación en cámaras de cultivo | | UPV. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=KDWJnQ6eySQ>

11. ANEXOS.

En los anexos se indicará fotocopias, normas, diagramas de proceso, que se llevó a cabo en el estudio.

Tabla 9. Norma internacional DIN 53739.

Norma internacional DIN 53739	
Influencia de hongos y bacterias en materiales plásticos. Evaluación Visual. Cambios de masa o propiedades físicas	
“Biodegradación aerobia en suelo”	
Indicaciones de la normativa	
T: Cámaras de cultivo	30 ± 2 °C
O₂ : Tierra	Aireación periódica
Humedad: Máxima de tierra	60 %
Ph: Tierra	6.5 a 7.5

Elaborado por: Huerta Daniel, Tenorio Edison.

PROPIEDADES FUNCIONALES	VC	VP	VB
Viscosidad (cp)	2006,50 ± 2,12 a	1009,00 ± 1,41 b	1521,50 ± 9,19 c
Gelatinización (°C)	65,50 ± 0,71 ns	68,00 ± 1,41 ns	68,50 ± 0,71 ns
Solubilidad (%)	5,03 ± 0,01 ns	4,94 ± 0,12 ns	4,97 ± 0,08 ns
Absorción de agua (%)	4,66 ± 0,00 b	4,82 ± 0,13 a	4,33 ± 0,10 c
Hinchamiento (%)	0,70 ± 0,00 ns	0,74 ± 0,04 ns	0,66 ± 0,03 ns
Retrogradación (%)	41,36 ± 0,19 a	70,71 ± 0,21 b	72,34 ± 0,46 c
Estabilidad al descongelamiento (%)	4,10 ± 1,18 c	1,32 ± 0,32 a	1,29 ± 0,71 b

*, ns: Indican significancia a $p < 0,05$ y no *significante*. Valores con diferentes letras dentro de cada columna denotan significancia en la prueba de Tukey ($p < 0,05$), valores promedio de 2 repeticiones ± desviación estándar.

Figura 16. Propiedades funcionales de un envase biodegradable

Fuente: Norma EN 14855



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

FECHA:

PRACTICA #:

TEMA: DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS EN EL ENVASE BIODEGRADABLE, POR TOMA DE MUESTRA EN SUPERFICIES.

1. INTRODUCCIÓN.

La realización de este análisis en los envases biodegradables es importante para comprobar el estado higiénico e inocuo de la superficie del envase, de igual manera se lo realiza para corroborar la presencia de microorganismos en la superficie de dicho envase. Existen varios métodos para la determinación de microorganismos en superficies que van a tener contacto con alimentos u otro tipo de sustancia que sea de consumo humano, el método que se realizará es el método del hisopo, este método es apropiado para cualquier tipo de superficie ya está una superficie plana o irregular. Este método es utilizado en el análisis microbiológico para superficies, sobre todo de mesas de trabajo, utensilios, envases entre otros, el método del hisopo es recomendado para estudiar superficies que tienen o van a tener contacto con otro tipo de producto o sustancia, por ejemplo, los alimentos en

al caso de los envases biodegradables elaborado a partir de fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*).

2. OBJETIVO.

- Determinar el índice de microorganismos presentes en el envase biodegradable, elaborado a partir de fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), realizando su respectivo análisis microbiológico.

3. TOMA DE MUESTRA DEL ENVASE BIODEGRADABLE POR EL MÉTODO DEL HISOPO.

3.1. MATERIALES Y REACTIVOS.

- Hisopos de algodón de 12 cm.
- Tubo de ensayo con tapa hermética.
- 10 ml de solución diluyente estéril
- Solución de buffer de lavado estéril
- Plantilla estéril, con un área abierta en el centro de 100 cm².
- Guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas.
- Protector de cabello.
- Mascarillas cubre bocas.
- Guantes quirúrgicos.
- Marcador indeleble.
- Caja térmica.
- Refrigerantes.

3.2. MUESTRA A ANALIZAR.

- Muestra de envase

3.3. METODOLOGÍA.

- Colocarse los guantes quirúrgicos, para evitar la contaminación de la muestra.
- Seleccionar en área para la muestra.
- Colocar la plantilla estéril, con un área abierta en el centro de 100 cm² en el área que se va a tomar la muestra.
- Humedecer la cabeza del hisopo y presionar en las paredes internas del tubo de ensayo para retirar el exceso de solución.
- Mantener el hisopo en un ángulo de 30° de la superficie de contacto.
- Frotar tres veces la cabeza del hisopo, cambiando la dirección de la frotación.
- Regresar el hisopo dentro del tubo que contiene el medio de transporte.
- Rotular el tubo estéril con en el marcador indeleble.
- Colocar la muestra dentro del contenedor refrigerado, para su posterior proceso y análisis.

3.4. RESULTADOS.

El investigador o analista del estudio reportará dichos resultados de los datos obtenidos durante todo el transcurso de la práctica.

3.5. DISCUSIÓN.

El investigador o analista se encargará de discutir los resultados que obtuvo durante la práctica realizada, con la finalidad de aportar y reforzar el estudio.

3.6. CONCLUSIONES.

Se suscribirán conclusiones técnicas de acuerdo con el tema de análisis realizado.

3.7. RECOMENDACIONES.

Se darán de acuerdo al criterio del investigador o analista al final del informe analítico.

3.8. BIBLIOGRAFÍA.

Lo que el investigador o analista, pudiera consultar y citar.

Arroba, M. (2018). *Diagnóstico microbiológico en base a la norma MINSA 461 – 2007 en el área de comidas preparadas del mercado Santa Clara del cantón Quito, provincia de Pichincha*[Tesis de Química de Alimentos, Universidad Centar del Ecuador]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16720/1/T-UCE-0008-CQU-048.pdf>

MINSA. (5 de Junio de 2007). *Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en Contacto con Alimentos y Bebidas* . Obtenido de Normas Legales : http://www.sanipes.gob.pe/normativas/8_RM_461_2007_SUPERFICIES.pdf

3.9. ANEXOS.

En los anexos se indicará fotocopias, normas, diagramas de proceso, que se llevó a cabo en el estudio.

4. ELABORACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO PARA EL RECuento DE MICROORGANISMOS.

4.1. MATERIALES Y REACTIVOS.

- Auto clave.
- Cámara de flujo laminar.
- Balanza analítica.
- Estufa.
- Probeta.
- Erlenmeyer.
- Vaso de precipitación.
- Varilla de vidrio.
- Espátula para tomar muestras.

- Cajas Petri.
- Protector de cabello.
- Mascarillas cubre bocas.
- Guantes quirúrgicos.
- Marcador indeleble.
- Papel Kraft.
- Agar selectivo para Pseudomonas.

4.2. MUESTRA A ANALIZAR.

- Muestra de envase


4.3. METODOLOGÍA.

- Colocarse el equipo de bioseguridad, para evitar la contaminación en el medio de cultivo.
- Seleccionar el agar nutritivo específico, para el recuento de unidades formadoras de colonias de microorganismo (agar selectivo para pseudomonas).
- Pesar la cantidad de agar necesario para el número de muestras que se vaya a realizar, ejemplo.
- Colocar las cajas petri ya realizadas las siembras en la incubadora a 37 °C durante 48 horas.

Indicaciones de uso: 20 g de agar selectivo para pseudomonas en 1 litro de agua.

Tabla 10. Indicaciones de uso: 20 g de agar selectivo para pseudomonas en 1 litro de agua.

Agar nutritivo para 16 cajas Petri

	<p>20 mL de capacidad</p>								
<p>Conversión</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">20 g</td> <td style="width: 25%;">1000 mL</td> <td style="width: 25%;">1000 mL</td> <td style="width: 25%;">20 g</td> </tr> <tr> <td>320 mL</td> <td>? g</td> <td>320 mL</td> <td>x = 6.4 g</td> </tr> </table>		20 g	1000 mL	1000 mL	20 g	320 mL	? g	320 mL	x = 6.4 g
20 g	1000 mL	1000 mL	20 g						
320 mL	? g	320 mL	x = 6.4 g						

Elaborado por: Huerta Daniel, Tenorio Edison.

- Colocar la cantidad de agar necesaria en el Erlenmeyer.
- Colocar la cantidad de agua necesaria en el Erlenmeyer que contiene el agar.
- Calentar la solución con ayuda de una estufa.
- Con una varilla de vidrio agitar la solución hasta obtener una mezcla homogénea.
- Envolver las cajas petri en papel kraft, previamente lavadas y desinfectadas.
- Colocar las cajas Petri en la autoclave para su esterilización.
- Colocar el agar nutritivo y las cajas petri en la cámara de flujo laminar.
- Colocar 20 mL de agar nutritivo en cada una de las cajas petri a utilizar.
- Dejar reposar hasta que gelatinice el agar.

4.4. RESULTADOS.

El investigador o analista del estudio reportará dichos resultados de los datos obtenidos durante todo el transcurso de la práctica.

4.5. DISCUSIÓN.

El investigador o analista se encargará de discutir los resultados que obtuvo durante la práctica realizada, con la finalidad de aportar y reforzar el estudio.

4.6. CONCLUSIONES.

Se suscribirán conclusiones técnicas de acuerdo con el tema de análisis realizado.

4.7. RECOMENDACIONES.

Se darán de acuerdo al criterio del investigador o analista al final del informe analítico.

4.8. BIBLIOGRAFÍA.

Lo que el investigador o analista, pudiera consultar y citar.

Cuesta, A. (sf). *Guía para la acreditación de laboratorios de microbiología de alimentos.*

Obtenido de Consultora Internacional de la FAO :
http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/rla3014/pdf/4-biolo.pdf

INEN. (10 de Junio de 2015). *Control microbiológico de los alimentos. Preparación de*

medios de cultivo y reactivos. Obtenido de Norma Técnica Ecuatoriana :
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-1-1.pdf

4.9. ANEXOS.

En los anexos se indicará fotocopias, normas, diagramas de proceso, que se llevó a cabo en el estudio.

5. SIEMBRA DE LA MUESTRA EN EL MEDIO DE CULTIVO PARA EL RECuento DE MICROORGANISMOS.

5.1. MATERIALES Y REACTIVOS.

- Cámara de flujo laminar.
- Incubadora de laboratorio.

- Contador de ufc.
- Mechero.
- Asa bacteriológica.
- Cajas Petri con agar.
- Hisopo con la muestra.
- Protector de cabello.
- Mascarillas cubre bocas.
- Guantes quirúrgicos.
- Marcador indeleble.

5.2 MUESTRA A ANALIZAR.

- Muestra de envase

5.3. METODOLOGÍA.

- Colocarse el equipo de bioseguridad, para evitar la contaminación en el medio de cultivo.
- Trabajar en el área de la cámara de flujo laminar, para evitar la contaminación de microorganismos existentes en el laboratorio.
- La siembra se realizará, en el radio de esterilidad del mechero.
- Sembrar la muestra del hisopo, utilizando la técnica de la estría central.
- Esterilizar en el Asa colocándolo en el fuego del mechero.
- Con ayuda del Asa bacteriológica realizamos las estrías por toda la superficie del agar.
- Colocar las cajas Petri ya realizadas las siembras en la incubadora a 37 °C durante 48 horas.
- Retirar las cajas Petri con el cultivo de la incubadora

- Colocar la caja Petri en el contador de unidades formadoras de colonias.
- Realizar el análisis de los resultados y discusiones necesarias.

5.4. RESULTADOS.

El investigador o analista del estudio reportará dichos resultados de los datos obtenidos durante todo el transcurso de la práctica.

Tabla 11. Límites permisibles para superficies inertes regulares.

ENSAYO	SUPERFICIES INERTES
Coliformes	<1 ufc / cm ² (*)
Salmonella sp.	Ausencia / 100 cm ²

Fuente: Adaptado de MINSA 461, (2007)

5.5. DISCUSIÓN.

El investigador o analista se encargará de discutir los resultados que obtuvo durante la práctica realizada, con la finalidad de aportar y reforzar el estudio.

5.6. CONCLUSIONES.

Se suscribirán conclusiones técnicas de acuerdo con el tema de análisis realizado.

5.7. RECOMENDACIONES.

Se darán de acuerdo al criterio del investigador o analista al final del informe analítico.

5.8. BIBLIOGRAFÍA.

Lo que el investigador o analista, pudiera consultar y citar.

Bonilla Salinas, M. P. (12 de Diciembre de 2016). *Manuel de practicas de microbiología básica*. Obtenido de UAM-Cuajimalpa: http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/23Manual%20de%20microbiologia_09diciembre2016.pdf

Malajovich, M. (2015). *Introducción a las técnicas microbiológicas*. Obtenido de Biotecnología: https://bteduc.com/roteiros_es/2015_Tecnicas_microbiologicas.pdf

5.9. ANEXOS.

En los anexos se indicará fotocopias, normas, diagramas de proceso, que se llevó a cabo en el estudio.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

FECHA:

PRACTICA #:

TEMA: ANÁLISIS FÍSICOS Y SENSORIALES DE LOS ENVASES BIODEGRADABLES.

1. INTRODUCCIÓN.

Como se conoce, los envases biodegradables tienen muy pocas restricciones al momento de tomar en cuenta una normativa, la mayoría de países no tienen una normativa acerca de los envases biodegradables, sino que se basan en las normativas vigentes para certificar que dichos envases no modificarán el producto a contener, así también su biodegradación, entre ellos también tenemos un análisis físico, aquí se especifica cual es el grado de impermeabilidad, espesor de la lámina, olor, color y rasgado. A continuación, se presentan los siguientes parámetros:

Espesor: Es necesario conocer el espesor del envase o de la lámina del envase, este es el primer paso, se toma la medida del espesor para verificar que todo el envase sea uniforme.

Resistencia al rasgado: La resistencia al rasgado constituye un factor importante, que determina directamente la utilización final del compuesto biodegradable, se lo compara con diferentes muestras, pero en un caso que no exista más muestras, se rasga o fractura el envase ejerciendo una presión sobre el objeto.

Color: Es uno de los análisis físicos, se le denomina análisis visual, se crea una escala, por lo general la escala va de un color blanco a un color café oscuro, en el caso de ser colores vivos (verdes) su escala cambia de un color verde hasta un color amarillento o negro (dependiendo de la materia prima del envase).

Olor: Es inevitable no medir el olor en un envase biodegradable, siendo este uno de los aspectos igual de importante, para medir el olor se crea una escala, que puede ir desde agradable hasta desagradable, no debe tener olores fuertes a químicos ya que se supone su procedencia orgánica y su característica compostable.

Impermeabilidad: Se utilizan varios métodos para calcular esa resistencia. El más sencillo consiste en extender un trozo de bioplástico o una lámina del material compuesto de la biomasa, sobre un recipiente que contiene agua, y colocarlo con un agente o material absorbente, que absorba el agua transmitida a través de la película plástica. El agua del recipiente se pesa antes y después del período normalizado de la prueba y el índice de permeabilidad al vapor de agua o de permeabilidad a la humedad se expresa en gramos de agua por metro cuadrado de película en 24 horas.

2. OBJETIVO.

- Conocer varios métodos para realizar los respectivos análisis de características físicas de los envases biodegradables como; espesor de la lámina, color, olor y rasgado.

- Evaluar el grado de impermeabilidad del material elaborado con fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*).

3. MATERIALES Y REACTIVOS.

- Balanza analítica
- Cronómetro
- Pie de rey
- Agua potable
- Hoja de escala de color
- Hoja de escala de olor
- Recipiente transparente
- Algodón o servilletas

4. MUESTRA A ANALIZAR.

- 2 Envase biodegradable

5. METODOLOGÍA.

5.1. ESPESOR DEL MATERIAL BIODEGRADABLE

- Obtener el peso del envase biodegradable.
- Calibrar el pie de rey para su posterior uso.
- Escoger al azar cualquiera de los dos envases biodegradables a analizar.
- Con ayuda del pie de rey, ajustamos a la medida de la lámina del envase.
- Tomar nota de la medida.
- Realizamos la misma actividad en 4 extremas del envase o lámina, para verificar su uniformidad.

5.2. COLOR DEL MATERIAL BIODEGRADABLES

- Disponer de una escala de colores, la cual debe ser nítida para su comparación con el envase.

- Colocar la escala juntamente con la lámina del envase biodegradable (la escala debe ser de blanco (5) a café oscuro (1)).
- Anotar según sea el color del envase, con referencia de la escala de color, el grado que crea considerable.
- Repetir esta actividad con 4 pedazos más de la lámina del envase, para tener un rango de confiabilidad.
- Realizar una operación básica, sumar los valores y dividir para el número de datos, obteniendo así la media.

$$\Sigma n = n1 + n2 + n3 + n4 + n5$$

$$M = \frac{\Sigma n}{N}$$

Donde:

Σn : Suma de todos los datos obtenidos

n: datos obtenidos

M: media o promedio

N: número de datos obtenidos

5.3. OLOR DEL MATERIAL BIODEGRADABLE

- Disponer de una escala de olor, dicha escala debe ir de lo agradable (5) a lo desagradable (1).
- Al menos 5 personas deben percibir el envase biodegradable y colocar sus criterios en la escala del análisis sensorial (olor).
- Estos valores de igual forma deberán ser analizados mediante una suma simple de datos, de igual forma obtener su media, el cual sería el resultado final.

$$\Sigma n = n1 + n2 + n3 + n4 + n5$$

$$M = \frac{\Sigma n}{N}$$

Donde:

Σn : Suma de todos los datos obtenidos

n: datos obtenidos

M: media o promedio

N: número de datos obtenidos

5.4. RESISTENCIA AL RASGADO

- Cortar 1 láminas del material biodegradable en una prensa hidráulica.
- Ejercer una fuerza de 80Psi, luego subir a 85Psi, de igual forma subir la presión a 90Psi y así secuencialmente hasta observar la ruptura de la lámina biodegradable.
- Anotar la presión hidráulica que rasgo o fracturo el plato, demostrando de este modo la presión que puede soportar el plato sin fracturarse.
- Dar un criterio personal en cuanto a la actividad realizada.

5.5. GRADO DE IMPERMEABILIDAD – METODOLOGÍA 1

- Cortar una lámina del material biodegradable 10cm x 6cm.
- Colocar sobre la lámina del material biodegradable un material absorbente (algodón o servilleta).
- Pesar el material biodegradable, así también como el material absorbente
- Llenar un recipiente transparente con agua.

- Colocar el material biodegradable con el absorbente sobre el recipiente con agua, muy suavemente evitando que exista turbulencia en el recipiente de agua.
- Dejar por 20 minutos el material flotando sobre la superficie del agua.
- Pesar la muestra de envase biodegradable, después de haber añadido el agua.
- Calcular el grado de impermeabilidad absorbida por el material compuesto y el material absorbente.

$$\%I = \frac{\textit{peso final MC} - \textit{peso inicial MC}}{100\%}$$

Donde:

%I: porcentaje de permeabilidad

MC: peso del material compuesto

6. RESULTADOS.

El investigador o analista del estudio reportará dichos resultados de los datos obtenidos durante todo el transcurso de la práctica.

7. DISCUSIÓN.

El investigador o analista se encargará de discutir los resultados que obtuvo durante la práctica realizada, con la finalidad de aportar y reforzar el estudio.

8. CONCLUSIONES.

Se suscribirán conclusiones técnicas de acuerdo con el tema de análisis realizado.

9. RECOMENDACIONES.

Se darán de acuerdo al criterio del investigador o analista al final del informe analítico.

10. BIBLIOGRAFÍA.

UE-Perú, (. (2009). *GUÍA DE ENVASES Y EMBALAJES*. Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/188937685rad66DEB.pdf>

UNE-EN 13432, N. E. (Marzo de 2001). *Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0024465>

11. ANEXOS.

En los anexos se indicará fotocopias, normas, diagramas de proceso, que se llevó a cabo en el estudio.

12. Impactos (técnicos, sociales, ambientales o económicos)

12.1. Impactos técnicos

El presente proyecto exhibe bibliográficamente innovaciones al momento de la elaboración y procesos de los envases biodegradables, utilizando principalmente la fibra del agave, la cual es empleada simplemente para artesanías. Es así como la primicia se ostenta para una pasta o un material compuesto (biomasa), mediante investigación teórica.

12.2. Impacto social

El impacto social se puede referir a comportamientos sociales que provienen de una cultura, es por ello que el diseño de un prototipo de envase biodegradable a partir de la fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), permitirá

integrar a las comunidades que se dedican a la siembra de estas plantas nativas, dando así nuevos conceptos de uso y aprovechamiento de las plantas como lo es su fibra. De este modo aportando a la concientización y cuidado del medio ambiente, no solo a sectores rurales sino para toda la población en general, reduciendo así el uso de envases plásticos.

12.3. Impactos ambientales

Tratará de reducir la utilización de envases plásticos y espumas de un solo uso, contribuirá a disminuir los índices de contaminación que se presentan a diario en los: ríos, desembocaduras de los océanos, cuencas, bosques y en sectores urbanos. Que estos a su vez tienen un efecto directo a todo tipo de vida existente ya sea: flora, fauna y la vida humana. No obstante, los efectos también se reflejan en el cambio climático y desastres naturales catastróficos que se presenta continuamente.

12.4. Impactos económicos

El uso de fibras vegetales es muy común en los sectores rurales ya sea de forma artesanal como: cestos, adornos, esteras, etc., así también en el sector industrial en forma de sacos para colocar las materias primas dentro de ellas, estos “sacos” a su vez representan una salida del dinero ecuatoriano, ya que se importan dichos “sacos” de fibras vegetales, siendo el principal la fibra de yute. De tal modo que, si capacitamos y motivamos a las pequeñas comunidades, a extraer la fibra del agave, reducirá el índice de importación de sacos de fibras de yute. De igual forma es más viable elaborar envases biodegradables con la misma fibra del agave, ya que los costos se elevan al importar materiales biodegradables de otras partes del mundo, por las diferentes divisas e impuestos que se deben cancelar al momento de introducir al país. Generando así ingresos extras a los pobladores de estas comunidades.

13. Presupuesto

Tabla 12. Presupuesto del proyecto.

MATERIALES DE OFICINA

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Computadora	Unidad	2	\$500,00	\$1000,00
Internet	Horas	40	\$0,80	\$32,00
Impresora	Unidad	1	\$200,00	\$200,00
Papel bond	Unidad	200	\$0,02	\$4,00
Copias	Unidad	200	\$0.02	\$4,00
Cd	Unidad	1	\$1,00	\$1,00
Cuaderno	Unidad	2	\$1,50	\$3,00
Esfero	Unidad	4	\$00,50	\$2,00
Etiquetas	Unidad	1	\$00,50	\$0,50
Memory flash	Unidad	1	\$8,00	\$8,00
TOTAL -				\$1254,50

Elaborado por: Huerta, Daniel; Tenorio, Edison. (2020)

13.1. Presupuesto estimado del proyecto

Tabla 13. Presupuesto estimado del proyecto.

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
MATERIALES				
Cuchillos	Unidad	2	\$3,50	\$7,00
Tablas de picar	Unidad	2	\$5,00	\$10,00
Recipientes	Unidad	4	\$2,00	\$8,00
Moldes de aluminio	Unidad	1	\$20,00	\$20,00
Cepillos de acero	Unidad	1	\$2,50	\$2,50
Mandil	Unidad	2	\$20,00	\$40,00
Cofia	Unidad	20	\$0,25	\$5,00
Mascarilla	Unidad	20	\$0,25	\$5,00
SUB-TOTAL				\$97.50
EQUIPOS				
Cocina Industrial	Precio/tiempo de vida útil	1	\$25,50	\$25,50
Batidora	Unidad	1	\$30,00	\$30,00
Molino mecánico (triturador)	Precio/tiempo de vida útil	1	\$55,00	\$55,00

Marmitas	Unidad	1	\$40,00	\$40,00
Prensa hidráulica	Unidad	1	\$55,00	\$55,00
SUB-TOTAL				\$205,50
MATERIA PRIMA				
Fibra de agave Americana	Kg	8	0,35	\$2,80
Fibra de agave Furcraea	Kg	8	0,35	\$2,80
SUB-TOTAL				\$5,60
INSUMOS				
Fécula de maíz	Kg	4	\$1,25	\$5,00
Glicerina	Kg	2	\$4,65	\$9,30
Vinagre	Kg	2	\$2,00	\$4,00
Agua	Kg	2	\$6,00	\$12,00
Maicena	Kg	4	\$1,25	\$5,00
SUB-TOTAL				\$32,30
INSTRUMENTOS				
Termómetro	Precio/tiempo de vida útil	1	\$5,00	\$5,00
Balanza analítica	Precio/tiempo de vida útil	1	\$25,00	\$25,00
SUB-TOTAL				\$30,00
ANÁLISIS DE LABORATORIO				
Análisis físico de fibra	Unidad	1	\$100,00	\$100,00
Análisis químico de fibra	Unidad	1	\$100,00	\$100,00
SUB-TOTAL				\$200,00
TOTAL				\$1825,40

Elaborado por: Huerta, Daniel; Tenorio, Edison. (2020)

14. Conclusiones y recomendaciones

14.1. Conclusiones

- Al analizar las metodologías mediante el cuadro comparativo se llegó a la conclusión que los métodos adecuados, para reducir tiempo y esfuerzo manual son: el reposo en agua por 1 día, seguido de una cocción por 4 horas y un cepillado para quitar los excesos de materia orgánica, para aprovechar al máximo la fibra del agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), optimizando de este modo el proceso, para la metodología de extracción de la fibra.
- De acuerdo a investigaciones realizadas anterior mente y tomando en consideración los datos, en cuanto a dimensiones del molde (matriz y punzón), que llevo Albán, Lourdes y Alvia, Nixonse, sugieren que la dimensión de la matriz en su parte externa sea (170x170mm), su parte interna sea (140x140mm) y que también asuman un diámetro de sus bordes de (\varnothing 110,67mm). Del mismo modo en cuanto a la dimensión del punzón sugieren que su parte externa sea de (\varnothing 164 mm, 42.10 mm), su parte interna de (\varnothing 100 mm, 4 mm), asumiendo de igual manera un diámetro de su base (\varnothing 78,21mm). Dando como resultado un envase biodegradable con un diámetro externo de (\varnothing 119,20mm), un diámetro interno de (\varnothing 83.61mm), y que a su vez posee una altura de (27,60mm), desde la base del plato hasta el borde del mismo, con un espesor de (2mm).
- Mediante una comparación bibliográfica de los datos, entre las presiones hidráulicas, empleadas en diferentes materiales compuestos, se concluye que la presión hidráulica estimada para la biomasa compuesta a partir de fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), está sustentada en el trabajo experimentado de la fibra de la cascara de arrozillo (*Oryza sativa*), siendo esta la presión de 80 Psi, a una temperatura de 100° C por un tiempo de prensado de 40 s, obteniendo un tiempo de degradación estimado de 90 días, por su semejanza a las características mecánicas de la fibra del agave.

- Las guías técnicas, tanto para los análisis físicos como microbiológicos, están ratificadas por normativas nacionales e internaciones. En el caso de las guías técnicas para los análisis físicos, las normativas vigentes son las siguientes:
 - a) NTE INEN 1429 (Determinación de humedad por el método de COBB).
 - b) DIN 53739 (Determinación de biodegradación en el envase biodegradable).
 - c) UNE-EN 13432 (Determinación de análisis físicos y sensoriales, de bioclásticos y envases biodegradables).

Por otro lado, las guías técnicas para los análisis microbiológicos en un empaque biodegradable son:

- a) MINSA 461 (Guía técnica para el análisis de superficies en contacto con alimentos y bebidas – Hisopo).
- b) NTE INEN 1529-1 (Control microbiológico de los alimentos, preparación de medios de cultivos y reactivos)

De este modo se puede analizar las características tanto físicas como microbiológicas del envase biodegradable a partir de la fibra de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*).

14.2. Recomendaciones

- Se debe tener en cuenta, un registro de seguimiento, para la trazabilidad de las hojas de agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*), ya que, del estado de las hojas (libres de plagas y en estado de descomposición) dependerá el rendimiento al momento de extraer la fibra.
- Es indispensable secar muy bien la fibra, para facilitar la trituración, por medio de la molienda mecánica, evitando así el cansancio innecesario y la pérdida de tiempo.
- Diseñar moldes que estén a la vanguardia en cuanto a formas, modelos y dimensiones, que sean llamativos y se acoplen al consumidor, de igual forma se puede experimentar con los colores de origen natural combinándolos, para tener un diseño muchos más estético.

- Modificar la formulación de la biomasa compuesta, implementando nuevos insumos que ayuden a disminuir el grado de permeabilidad como también su resistencia.
- Se recomienda ejecutar la parte práctica del presente proyecto, ya que, por situaciones ajenas a la nuestra, se nos incapacito materializar el proyecto, por la crisis sanitaria que atraviesa la población a escala mundial, por parte del virus denominado como COVID-19, el cual tuvo sus inicios a finales del 2019, llegando alcanzar contagios del virus en nuestro país el 29 de febrero del 2020, anunciado por el ministerio de salud pública del Ecuador. De este modo se recomienda materializar el presente proyecto para fines académicos y empresariales, patentando el envase a fabricar, específicamente del material biodegradable a partir de la fibra de agave, que impulse las investigaciones y la producción de envases biodegradables.

15. Referencia

INEN. (2014). *PAPEL KRAFT, MEDIO PARA CAJAS DE CARTON CORRUGADO. REQUISITOS*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1429.pdf>

461, M. (2007). GUÍA TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES. *Normas Legales* , 3-4.

Abreu, C., Pérez, L., & Sosa, J. (2009). *HISTORIA DEL APROVECHAMIENTO, TRANSFORMACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA FIBRA DE PITA (AECHMEA MAGDALENAE) EN PRODUCTOS ARTESANALES*. Obtenido de <http://www.palmensis.com/estudios-generales/pdf/cuatro/etnografia/abreu-diaz-carlos-asterio-la-pita.pdf>

AGGalan. (17 de Marzo de 2020). Determinacion de Humedad: Metodo de Secado. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=jqxNkiQZzv8>

- AGGalan. (27 de Marzo de 2020). Determinacion de Humedad: Metodo de Secado. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=jqxNkiQZzv8&t=678s>
- Albán, L., & Alvia, N. (2017). *"DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR ENVASES BIODEGRADABLES A PARTIR DE ESPECIES VEGETALES"*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/43965/D-CD88613.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Andagoya, M., & Guacan, A. (Agosto de 2018). *IMPLEMENTAR UNA MÁQUINA TERMOFORMADORA DE PLATOS BIODEGRADABLES A BASE DE LA PLANTA DE ABACÁ*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5371/1/PI-000782.pdf>
- Andrade, V. (2014). *CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS A PARTIR DE ECOTIPOS LOCALES DE AGAVE AMERICANA L*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3600/1/10282.pdf>
- Angeles, B., Flores, Y., Mendoza, A., Rodríguez, B., Anducho, M., & Jorge, Á. (2017). *Embriogénesis somática: Una alternativa para el cultivo masivo del maguey pulquero Agave salmiana var. salmiana*. Obtenido de https://www.ecorfan.org/proceedings/CM_III/PCM_4.pdf
- Araceli Vidal. (27 de Septiembre de 2019). Toma de muestras superficies ambientales - Microbiología. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=wBEtdClpRj4>
- Arroba, M. (2018). *Diagnóstico microbiológico en base a la norma MINSA 461 – 2007 en el área de comidas preparadas del mercado Santa Clara del cantón Quito, provincia de Pichincha[Tesis de Química de Alimentos, Universidad Centar del Ecuador]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16720/1/T-UCE-0008-CQU-048.pdf>

- Arroba, M. A. (2018). Diagnóstico microbiológico en base a la norma MINSA 461 – 2007 en el área de comidas preparadas del mercado Santa Clara del cantón Quito, provincia de Pichincha. *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS*, 19-27.
- Arteaga, F. (2017). *FABRICACIÓN DE MATERIAL DE EMPAQUE A BASE DE PECTINA - ALGINATO ADICIONADO CON POLIMEROS DE AGAVE PARA SU USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA*. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/p28cg61/B-Glicerol-D-CaCl2-1259-1699-2138-2578-3017-solubilidad-033-050-067-084-101-026/>
- Avalos, A., & Torres, I. (Marzo de 2018). *MODELO DE NEGOCIO PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ*. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3459/ING_595.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- BIOCA BIOLOGIA. (24 de Enero de 2019). TUTORIAL: ¿CÓMO HACER UN MEDIO DE CULTIVO CORRECTAMENTE? YouTube. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=S4cpDdXtk_I
- Bohler. (2019). *Voestalpine High Performance Metals Argentina S.A.* Obtenido de <https://www.acerosboehler.com.ar/es/M303.php>
- Bonilla Salinas, M. P. (12 de Diciembre de 2016). *Manuel de practicas de microbiología básica*. Obtenido de UAM-Cuajimalpa: http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/23Manual%20de%20microbiologia_09diciembre2016.pdf
- Bonilla Salinas, M., Pajares Moreno, S., Vigueras Ramírez, J. G., Sigala Alanís, J. C., & Le Borgne, S. (2016). *MANUAL DE PRACTICAS DE MICROBIOLOGÍA BÁSICA. UAM-Cuajimalpa*, 29-32.
- Briseño, D. (2016). *ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO A FLEXIÓN DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRA DE CABUYA*. Obtenido de

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24183/1/Tesis%201062%20-%20Brise%C3%B1o%20S%C3%A1nchez%20Daniela%20Yajaira.pdf>

Campus Virtual USTABuca. (19 de Diciembre de 2017). Recuento de Unidades Formadoras de Colonias Ustabuca. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=qMOK-h6vzyw&t=139s>

Canaan, R. (2019). *Métodos de Investigación Más Habituales*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/tipos-metodos-de-investigacion/#:~:text=M%C3%A9todo%20sint%C3%A9tico,una%20unidad%20y%20poder%20comprenderla>.

Cancer Research, U. (2018). *Cancer Research UK*. Obtenido de <https://www.cancerresearchuk.org/our-research-by-cancer-topic/our-clinical-trial-research>

CEATECI. (2010). *Termoformado a nivel PYME*. Obtenido de Ceateci producciones: <https://www.ceateci.net/pag12.html>

Cotrina, S., Chávez, P., García, R., Morán, A., Salgado, J., & Seminario, L. (19 de Noviembre de 2016). *DISEÑO Y PRUEBA PILOTO DE UN MODELO DE CAPACITACIÓN EN EL APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ A TRAVÉS DE LA ELABORACIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES EN SAN LORENZO*. Obtenido de https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/2829/PYT_Informe_Final_Proyecto_BIOCASPACK.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cubilla, K., González, Y., Montezuma, G., & Samudio, M. (2 de Diciembre de 2019). *Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/304913183.pdf>

Cuesta, A. I. (s.f.). MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS Norma ISO 17025. *Consultora Internacional de la FAO*, 12-16.

- Cuesta, A. (sf). *Guía para la acreditación de laboratorios de microbiología de alimentos*. Obtenido de Consultora Internacional de la FAO : http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/rla3014/pdf/4-biolo.pdf
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., & Varela, M. (Septiembre de 2013). *La entrevista, recurso flexible y dinámico*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505713727066>
- Diego, R. (2019). Diseño y fabricación de una prensa electrohidráulica para el estampado de placas de vehículos . *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE* , 28-30.
- ECEN-UNED COSTA RICA. (29 de Marzo de 2017). Técnicas Asépticas y Preparación de Medios de Cultivo. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=AQc94eN3YCA>
- EcoInventos. (22 de Septiembre de 2019). *Biodegradables*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/biodegradables/>
- EcoInventos, G. T. (13 de Abril de 2018). *Investigadores tailandeses crean platos desechables hechos de hojas*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/platos-desechables-hechos-de-hojas/>
- Ecología. (24 de Octubre de 2019). *Materiales amigables con el medio ambiente*. Obtenido de <https://laverdadnoticias.com/ecologia/Materiales-amigables-con-el-medio-ambiente-20191024-0136.html>
- EcuRed. (29 de Agosto de 2020). *Almidón* . Obtenido de <https://www.ecured.cu/Almid%C3%B3n>
- EcuRed. (29 de Agosto de 2020). *Celulosa*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Celulosa>
- E-nquets. (25 de Septiembre de 2018). *¿Por qué es importante una investigación exploratoria?* Obtenido de <https://www.e-nquest.com/por-que-es-importante-investigacion->

<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/como-llega-el-plastico-a-los-oceanos-y-que-sucedee-entonces/>

GREENPEACE. (2019). *DATOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS*.

Obtenido de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>

GROUP, S. (19 de Marzo de 2020). *Envases biodegradables: ventajas y desventajas*. Obtenido de <https://www.spg-pack.com/blog/envases-biodegradables-pros-y-contras/#:~:text=Envases%20pl%C3%A1sticos%20biodegradables%3A%20son%20aquellos,ambiente%20convirti%C3%A9ndose%20en%20biomasa%20y>

Guamán, M. (15 de Mayo de 2017). *Diseño de producto comunicacional para dar a conocer las propiedades del penco*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6499/1/131290.pdf>

Gudiel, A., Cruz, J., Cueva, F., García, M., & Siguenza, Y. (17 de Noviembre de 2018). *DISEÑO DE PLANTA DE PRODUCCIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PLATOS BIODEGRADABLES A BASE DE ESTOPA DE COCO EN LA PROVINCIA DE PIURA*. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3838/PYT_Informe_Final_Proyecto_PLATOSBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HIDRAULICOS.NET. (1 de 1 de 2020). *PRENSAS HIDRÁULICAS*. Obtenido de *PRENSAS HIDRÁULICAS*: <https://hidraulicos.net/prensas-hidraulicas/>

Impee SC. (10 de Julio de 2017). KE-012 Kit para Determinación de Humedad en Papeles IMPEE. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=gMPt0x4gHRs&t=35s>

Impee SC. (10 de Julio de 2017). KE-012 Kit para Determinación de Humedad en Papeles IMPEE (video). Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=gMPt0x4gHRs&t=216s>

- INEN. (1986). *Papeles y cartones, determinación de humedad*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1397.pdf>
- INEN. (10 de Junio de 2015). *Control microbiológico de los alimentos. Preparación de medios de cultivo y reactivos*. Obtenido de Norma Técnica Ecuatoriana : https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-1-1.pdf
- INEN. (2015). CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS.PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*, 1-4.
- Jurado, F., & Checa, C. (19 de Marzo de 2014). *Mejoramiento de la calidad de la fibra de cabuya y su aplicación*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2658/2/04%20IT%20006%20TESIS.pdf>
- Laboratorio INLASA GT. (23 de Mayo de 2017). Toma de muestra superficie. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=VuV22w0fKP8&t=7s>
- La-Hora. (05 de Junio de 2017). *1,4 kilos de basura al día*. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/1102063790/14-kilos-de-basura-al-dc3ada>
- Leon, J. (2000). *BOTÁNICA DE LOS CULTIVOS TROPICALES*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=NBtu79LJ4h4C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- LIBERA. (2019). *IMPACTO DE ABANDONO DEL PLÁSTICO EN LA NATURALEZA*. Obtenido de https://proyectolibera.org/dondeacabalabasuraleza/img/Impacto-de-los-pl%C3%A1sticos-abandonados_LIBERA-def-1.pdf

- López, A., & López, J. (Noviembre de 2015). *TECNOLOGÍA DE LA FABRICACIÓN* . Obtenido de https://w3.ual.es/~alm212/documentos/TF-Apuntes_de_Teoria.pdf
- Malajovich, M. (2015). *Introducción a las técnicas microbiológicas*. Obtenido de Biotecnología:
https://bteduc.com/roteiros_es/2015_Tecnicas_microbiologicas.pdf
- Malajovich, M. A. (2015). INTRODUCCIÓN A LAS TÉCNICAS MICROBIOLÓGICAS. *BTeduc*, 27-37.
- MARCOS, U. N. (2018). Ensayo de envases . *FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA*, 20.
- Márquez, R. (2019). *Análisis y uso de productos alternativos a base de maíz y cascara de arroz para el proceso de envases biodegradables*[Tesis de Ingeniería,Univerdad Católica San Pablo]. Repositorio Institucional. Obtenido de http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16023/1/POSTIGO_MARQUE_Z_RAU_MAI.pdf
- MÁRQUEZ, R. G. (2019). ANÁLISIS Y USO DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS A BASE DE MAÍZ Y CASCARA DE ARROZ PARA EL PROCESO DE ENVASES BIODEGRADABLES. *Universidad Católica San Pablo* , 48 - 49.
- Meza, P. (2016). *ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE ALMIDÓN RESIDUAL OBTENIDO DE PELADORAS DE PAPA Y DETERMINACIÓN DE SU BIODEGRADABILIDAD A NIVEL DE LABORATORIO*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINSA. (5 de Junio de 2007). *Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en Contacto con Alimentos y Bebidas* . Obtenido de Normas Legales :
http://www.sanipes.gob.pe/normativas/8_RM_461_2007_SUPERFICIES.pdf

- Monica Alejandra Pistala Guerra. (1 de Enero de 2016). Elaboración de Platos Biodegradables.- UNAL. Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=ZqB8BBCrjeg>
- Murillo, J., Rincón, E., & Alzate, F. (15 de Enero de 2018). *Anatomía foliar comparativa de tres especies de Furcraea (Asparagaceae: Agavoideae)*. Obtenido de <https://www.scielo.br/pdf/hoehnea/v45n4/2236-8906-hoehnea-45-04-0607.pdf>
- Niño, D., & Sandoval, D. (2016). CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA SEMIAUTOMÁTICA TIPO“H” DE 100 TONELADAS PARA LA EMPRESA SISTEMAS INNOVADORES MOLDEADOS Y ARQUITECTÓNICOS, SIMA S.A.S . *UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA*, 8-16.
- Normalización, I. E. (1998). Papeles y cartones, determinación de humedad . *INEN* , 1-2.
- Normalización, I. E. (2014). PAPEL KRAFT, MEDIO PARA CAJAS DE CARTON CORRUGADO. REQUISITOS . *INEN*, 1-3.
- Palma, F. d. (2000). *Agaves Productores de Fibras Duras en el Estado de Oaxaca, México*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57706609&idp=1&cid=141741>
- Parra, L., Villar, P., & Rodríguez, A. (3 de Diciembre de 2010). *Extracción de fibra de agave para elaborar papel y artesanías*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/416/41618860011.pdf>
- Pérez, I. (2015). *Obtención de papel kraft a partir de la fibra de dos variedades de Agave (Americana L. – Cabuya negra y Sisalana perrine – Cabuya blanca) con dos sustancias químicas (Carbonato de calcio y Sulfato de sodio) para la cocción y dos métodos de blanqueo con (D)*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3269/1/T-UTC-00536.pdf>

Pérez, J. (1974). *EL FIQUE, SU TAXONOMÍA, CULTIVO Y TECNOLOGÍA*.
Obtenido de <https://1library.co/document/z1d2818z-el-fique-su-taxonomia-cultivo-y-tecnologia.html>

Pérez, J., & Merino, M. (2012). *MÉTODO INDUCTIVO*. Obtenido de <https://definicion.de/metodo-inductivo/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20inductivo%20o%20inductivismo,a%20partir%20de%20premisas%20particulares.&text=De%20la%20misma%20forma%20es,los%20que%20le%20dan%20sentido>.

Perfection, S. &. (26 de Septiembre de 2018). *Introducción a la matricería*.
Obtenido de https://www.matriceriaymoldes.es/recursos/%20Materias_%20especificas/Matricer%C3%ADa/Leccion_1.php.

Plan, V. (23 de Julio de 2018). *Basura: los números rojos de Ecuador*. Obtenido de <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/basura-numeros-rojos-ecuador>

Plastiglas de México, S. (2019). *Manual Técnico TERMOFORMADO*. Obtenido de <https://tecnologia3bunlp.files.wordpress.com/2015/03/manual-determoformado.pdf>

Profepedroz. (31 de Agosto de 2014). *MATERIALES MAS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE MATRICES*. Obtenido de <https://bibliografiadecatedra.wordpress.com/2014/08/31/materiales-mas-utilizados-en-la-fabricacion-de-matrices/#content>.

Quishpillo, S., & Moreta, L. (2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA FABRICACIÓN DE PLATOS BIODEGRADABLES A PARTIR DE BIOMASA*. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/13814/1/15T00729.pdf>

Rivera, C., Contreras, F., Ariza, W., Bonilla, S., & Cruz, A. (28 de Mayo de 2019). *Los empaques biodegradables, una respuesta a la consciencia ambiental de los consumidores*. Obtenido de

<http://www.uca.edu.sv/realidad.empresarial/wp-content/uploads/2019/05/Realidad-Empresarial-edici%C3%B3n-7.pdf>

Rubio, M., & Soto, L. (Julio de 2015). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICRO-EMPRESA PRODUCTORA DE FIBRA DE DOS VARIEDADES DE AGAVE CABUYA NEGRA (Agave americana L) Y AGAVE SISAL (Agave sisalana perrine) PARA LA ELABORACIÓN DE ARTESANÍAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2635/1/T-UTC-00171.pdf>

Typeform. (13 de Marzo de 2016). *Investigación Mixta*. Obtenido de <http://investigacionmixtablog.blogspot.com/>

UE-Perú, (. (2009). *GUÍA DE ENVASES Y EMBALAJES*. Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/188937685rad66DEB.pdf>

UNE-EN 13432, N. E. (Marzo de 2001). *Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje*. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0024465>

Universitat Politècnica de València - UPV. (28 de Enero de 2016). *Ensayos de biodegradación en cámaras de cultivo | | UPV*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=KDWJnQ6eySQ>

Universitat Politècnica de València - UPV. (28 de Enero de 2016). *Ensayos de biodegradación en cámaras de cultivo | | UPV*. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=KDWJnQ6eySQ>

Vargas, B. (Octubre de 2014). *Análisis de Compuestos Reforzados con Fibra Natural de Agave en piezas Moldeadas por Inyección*. Obtenido de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/13/1/Tesis%20MTP%20Berenice%20Vargas%20Reyes%20Oct%2013%202014.pdf>

Vázquez, A., Beltrán, M., Espinosa, R., & Velasco, M. (7 de Marzo de 2020). *El origen de los plásticos y su impacto en el ambiente*. Obtenido de <https://anipac.com/wp-content/uploads/2018/09/origendelosplasticos.pdf>

Zaragoza. (25 de Junio de 2017). *Prácticas de Análisis Químico de los Alimentos* . Obtenido de Prácticas de Análisis Químico de los Alimentos : https://ppcta.unizar.es/sites/ppcta.unizar.es/files/users/ARCHIVOS/Videos_y_otros/Documentos/PRACTICAS_ANALISIS/practica_3_determinacion_del_grado_de_oxidacion_lipidos.pdf

Zea, V. (Marzo de 2008). *NCIDENCIA DEL USO DE EMPAQUES ECOLÓGICOS EN EL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1984_IN.pdf

16. Anexos

Anexo A. Tabla de Análisis de gramaje NTE INEN 1 429.

Figura 17. Tabla de Análisis de gramaje NTE INEN 1 429.

Elabora
do por:
(Pérez,
2016,
p.76)

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

Anexo B. Manual para el diseño del molde, del prototipo de dicho envase.
A continuación, se presenta el manual:

Latacunga - Ecuador

Mayo – Septiembre 2020

Manual para el diseño del molde,
del prototipo, de un envase
biodegradable.



Huerta Andrade Edgar Daniel

Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo

Manual para el diseño del molde, del
prototipo, de un envase biodegradable.

Huerta Andrade Edgar Daniel
Tenorio Chisaguano Edison Rodrigo

Universidad Técnica de Cotopaxi

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Elejido Sector San Felipe

Latacunga – Ecuador

www.utc.edu.ec



Copyright @ 2020 UTC/CAREN

ÍNDICE

ÍNDICE.....	;	Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	;	Error! Marcador no definido.
MARCO CONCEPTUAL.....	;	Error! Marcador no definido.
1. Máquina de platos biodegradables.	;	Error! Marcador no definido.
1.1. Matriz de platos biodegradables.	;	Error! Marcador no definido.

2. El termoformado en la industria	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Industria del empaque	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Industria alimenticia.....	¡Error! Marcador no definido.
3. Estructura.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1. Sistema estructural de la termoformadora.....	¡Error! Marcador no definido.
4. Procesos de termoformado	¡Error! Marcador no definido.
4.1. Proceso de termoformado mecánico (macho – hembra)....	¡Error! Marcador no definido.
4.2. Formado a presión con ayuda de pistón, molde hembra	¡Error! Marcador no definido.
5. Diseño de matriz y punzón	¡Error! Marcador no definido.
5.1. Aceros para matricería	¡Error! Marcador no definido.
5.1.1. SAE 1045.....	¡Error! Marcador no definido.
5.1.2. BÖHLER M303.....	¡Error! Marcador no definido.
6. Determinación de Potencia.....	¡Error! Marcador no definido.
7.	FABRICACIÓN DEL MOLDE ¡Error! Marcador no definido.
7.1. Dimensiones de la matriz.....	¡Error! Marcador no definido.
7.1.1. Resultados obtenidos para el calentamiento de la matriz	¡Error! Marcador no definido.
7.2. Dimensiones del punzón.....	¡Error! Marcador no definido.
7.2.1. Resultados obtenidos para el calentamiento del punzón	¡Error! Marcador no definido.
7.3. Dimensiones del molde final	¡Error! Marcador no definido.
8.	RECOMENDACIONES ¡Error! Marcador no definido.



1. INTRODUCCIÓN

Los envases desechables son aquellos envases que han sido creados para utilizarse en ocasiones de corta duración, en la mayoría de los casos estos recipientes son productos de un solo uso, es decir que luego de utilizarse son

desechados. Uno de los recipientes desechables más utilizados son los platos plásticos usualmente fabricados de espuma o poliestireno el cual es un polímero a partir de petróleo. (Albán & Alvia, 2017, pág. 1)

En la actualidad es muy común el uso de platos y envases desechables y generalmente son utilizados en eventos sociales, empresariales o familiares, además son utilizados en la venta de comida rápida y para envasar carnes en los supermercados, es decir que son utilizados en gran cantidad. (Albán & Alvia, 2017, pág. 1)

Sin embargo, una de las desventajas de este tipo de envases es que no se reciclan ni biodegradan por lo que sus residuos generalmente se destruyen en pequeños trozos que contaminan el medio ambiente. Además, investigaciones recientes han afirmado que los productos químicos de los envases y recipientes plásticos se filtran en los alimentos y bebidas cuando están expuestos a temperaturas altas como es el caso de los microondas, lo que podría ocasionar graves problemas en la salud de las personas. (Cancer Research, 2018)

Por esta razón la implementación de envases biodegradables es importante. Esta a su vez debe adaptarse al ámbito social y comercial, para poder alcanzar el interés del consumidor y ser un producto escalable, económico y sobre todo amigable con el medio ambiente. De este modo el envase biodegradable final deberá tener un diseño de vanguardia e innovador, así es como se detallará a continuación, en el siguiente manual.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Máquina de platos biodegradables.

Son máquinas que generalmente utilizan una matriz de conformado la misma que opera con la presión transmitida por un cilindro hidráulico o neumático. Esta tecnología no utiliza aditivos sintéticos, colorantes artificiales ni pegamento. (EcoInventos, 2018)

2.2. Matriz de platos biodegradables.

La matricería estudia y desarrolla técnicas de fabricación de utillajes para obtener piezas en serie. Por extensión, se les llama procesos de matricería a aquellos procedimientos de corte o deformación que se llevan a cabo mediante matrices o troqueles. (Perfection, 2018)

3. El termoformado en la industria

3.1. Industria del empaque

Actualmente, la mayor parte de los equipos de empaqueo son de alimentación automática de alta velocidad. “Desde el inicio del proceso de termoformado, la industria del empaque ha sido la más beneficiada debido a la alta productividad y las bondades que ofrece por costo-beneficio” (Plastiglas de México, 2019, pág. 5)

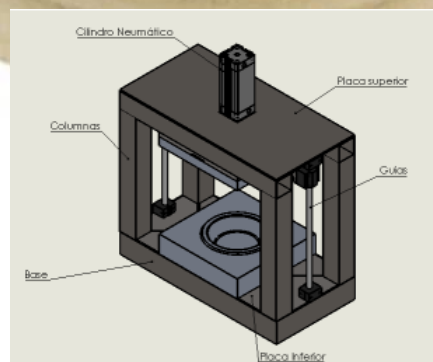
3.2. Industria alimenticia

El uso de charolas y otros accesorios tienen un alto potencial de consumo puesto que es ampliamente utilizado por hospitales, guarderías, escuelas, ferias, restaurantes, además del sector militar y organizaciones de ayuda internacional. Ejemplos: charolas, vasos y platos. (CEATECI, 2010)

4. Estructura

Se define a estructura a los cuerpos que son capaces de resistir cargas sin que exista una deformación excesiva de una de las partes con respecto a la otra. (Andagoya & Guacan, 2018, pág. 7)

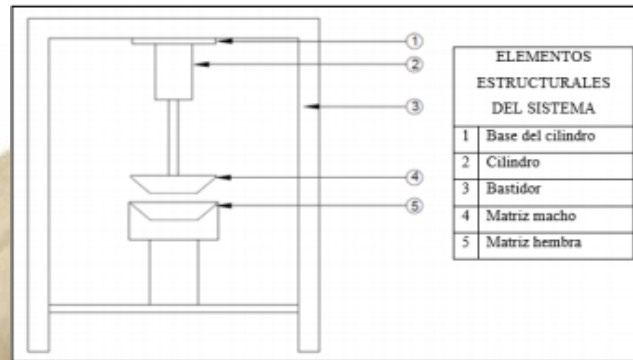
Figura 18. Partes que conforman la estructura de la máquina



Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

4.1. Sistema estructural de la termoformadora

Figura 19. Estructura general de la termoformadora



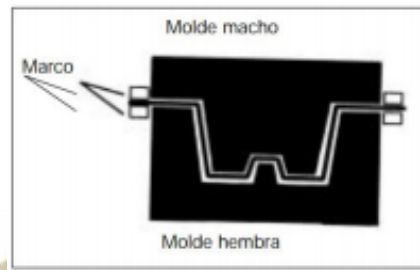
Fuente: Andagoia, M. Guacan, A. (2018)

5. Procesos de termoformado

5.1. Proceso de termoformado mecánico (macho – hembra)

El moldeo macho-hembra es usado entre otras cosas, para el formado de piezas complicadas. En esta técnica de moldeo, una hoja calentada es formada entre dos moldes opuestos entre sí, pero con contornos similares (macho-hembra). Cuando los moldes se unen entre sí, los contornos forzarán a la hoja a tomar idéntica forma en el espacio creado entre los dos moldes. Cualquier protuberancia en el molde macho, mecánicamente forzará al plástico en la contraparte (molde hembra). Para una mediana o alta producción se utilizan equipos mecánicos para el cierre de los moldes; en estos casos, el movimiento de los moldes es producido por servomotores. Si ambos moldes, tienen una temperatura controlada, se puede lograr una reducción en el tiempo de enfriamiento. Para tener un buen desempeño en el termoformado mediante esta técnica, consiste en que la fuerza aplicada, cualquiera que sea la fuente (neumática, hidráulica o mecánica) deberá tener la capacidad suficiente para inducir al plástico o cualquier material a deformarse, naturalmente una superficie muy grande o un molde muy intrincado requerirá una mayor fuerza de presión. (López & López, 2015, pág. 81)

Figura 20. *Formado mecánico con molde hembra y macho*

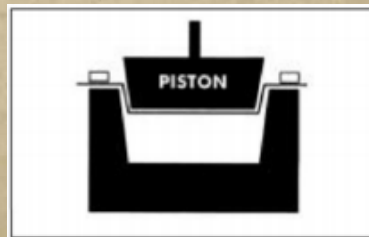


Fuente: PLASTIGAS. (2019)

5.2. Formado a presión con ayuda de pistón, molde hembra

La técnica de la ayuda de pistón se utiliza para reducir el adelgazamiento en el fondo de las piezas formadas. El pistón estira el material antes de que la presión sea aplicada. Se requiere de una velocidad del pistón adecuada para realizar la conformación del material, así como la presión, ya que, si no se controla estos parámetros, puede dañar el material en su contacto inicial. (Plastiglas de México, 2019, pág. 58)

Figura 21. *Formado a presión con ayuda de pistón, molde hembra*

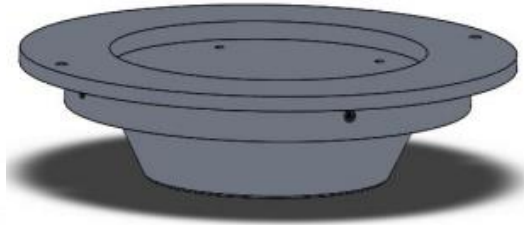


Fuente: PLASTIGAS. (2019)

6. Diseño de matriz y punzón

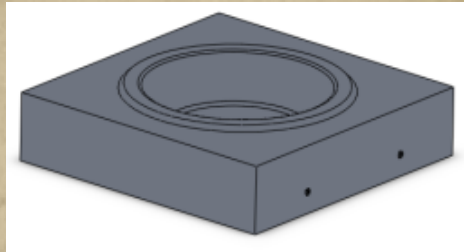
Para el diseño de la matriz y el punzón se siguió bajo los criterios de los procesos de embutición y corte el mismo procedimiento que se le aplica a una lámina metálica se aplicó a la hoja en este caso biomasa, pero con diferentes criterios ya que no se encontró detalles específicos para el embutido de una hoja. Así mismo se estudió los tipos de materiales adecuados para la matriz y el punzón, para grado alimenticio y por su resistencia a elevadas temperaturas. (Albán & Alvia, 2017, pág. 29)

Figura 22. *Diseño del punzón*



Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

Figura 23. *Diseño de la matriz*



Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

6.1. Aceros para matricería

Se detallan los principales aceros con sus características, para luego evaluar y seleccionar el adecuado para la construcción de las matrices.

6.1.1.SAE 1045

Es un acero utilizado cuando la resistencia y dureza son necesarios, en condición de suministro. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, pero no es recomendado para cementación o cianurado. Cuando se hacen prácticas de soldadura adecuadas, presenta soldabilidad adecuada. Por su dureza y tenacidad es adecuado para la fabricación de componentes de maquinaria. En matrices se usa para dar soporte a la estructura de la matriz, por ejemplo, porta moldes, bases de matrices de corte, porta aceros (en las matrices cortantes, el soporte de los perfiles cortantes). (Profepedroz, 2014)

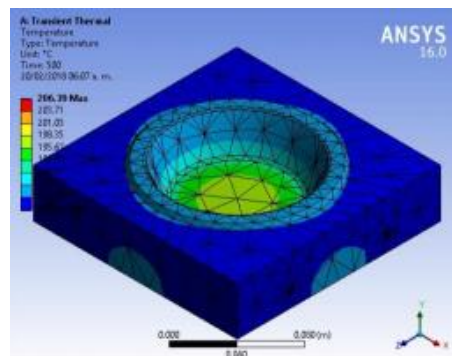
6.1.2. BÖHLER M303

Extra Acero templado por precipitación para moldes de plástico, con excelente maquinabilidad en durezas más altas, buena estabilidad dimensional, excelentes propiedades de nitruración, buena resistencia a la compresión y al desgaste. Aplicaciones: herramientas de alta presión para inyección de moldes, como piezas de cámaras, electrónica y electrodomésticos. Moldes de compresión de todos los tipos (contenedores de plástico). Moldes para elastómeros. Moldes para producción de anillos de juntas. Sistemas de canalización en caliente. Herramienta de sujeción. (Bohler, 2019)

7. Determinación de Potencia

El cálculo de la potencia necesaria para calentar el punzón y la matriz se realizó mediante el software de diseño ANSYS, versión estudiantil que proporciona ESPOL. En donde se varió la potencia de la resistencia para determinar en qué tiempo alcanza la temperatura de 83° que es la temperatura a la que se debe prensar la hoja de achira y 150° que es la temperatura máxima de prensado. Para el análisis se consideró que tanto la matriz se encuentra en un ambiente de 25° centígrados. (Albán & Alvia, 2017, pág. 31)

Figura 24. *Diseño de la matriz*

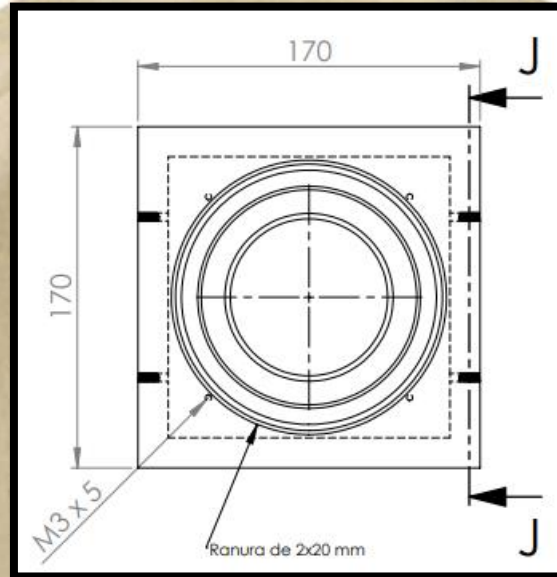


Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

8. Fabricación del molde

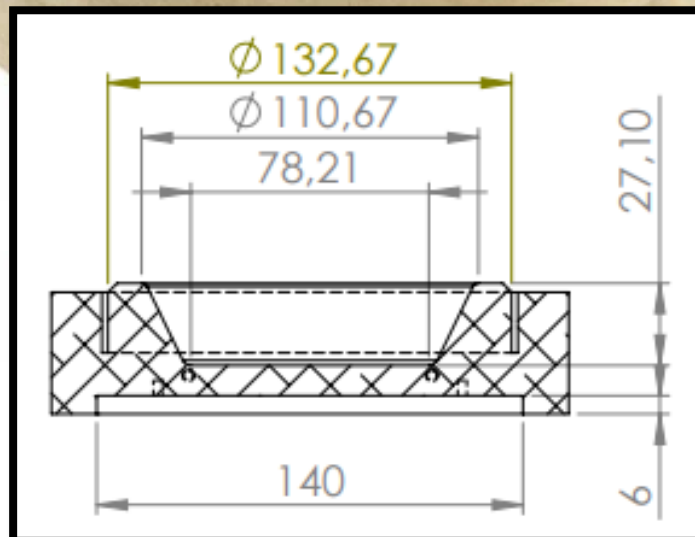
8.1. Dimensiones de la matriz

Figura 25. Diseño de la matriz (vista desde arriba)



Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

Figura 26. Diseño de la matriz (vista frontal)



Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

8.1.1. Resultados obtenidos para el calentamiento de la matriz

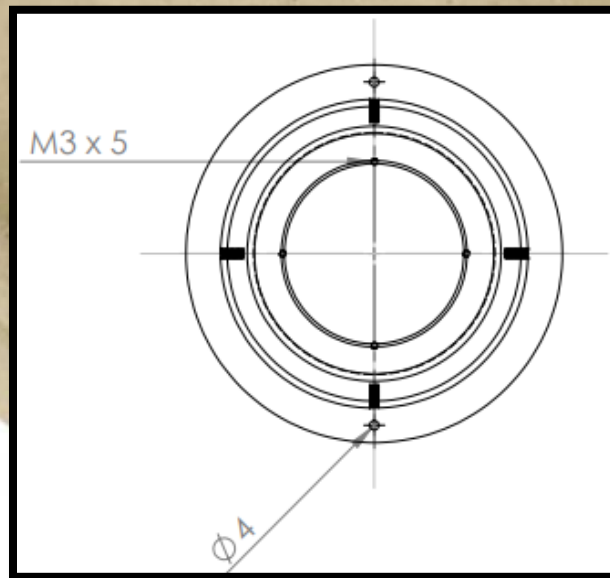
Tabla 14. Resultados obtenidos para el calentamiento de la matriz a 150 °C

Matriz	
Material	Aluminio
Dimensiones	170 x 170 x 45 mm
Perno de sujeción	M4
Resistencia eléctrica	
Tipo de resistencia	Resistencia plana
Material	Acero inoxidable
Dimensiones	140 x 140 x 4 mm

Fuente: Quishpillo, S. Moreta, L. (2020)

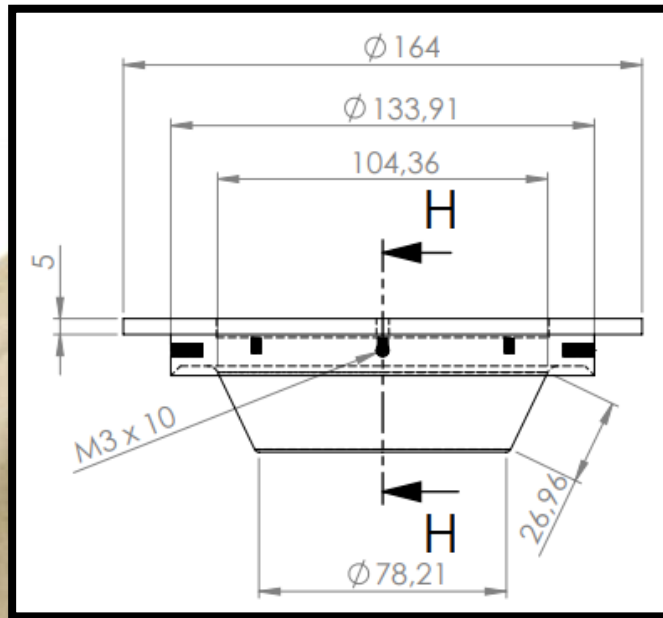
8.2. Dimensiones del punzón

Figura 27. Dimensiones del punzón (vista desde arriba)



Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

Figura 28. Dimensiones del punzón (vista frontal)



Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

8.2.1. Resultados obtenidos para el calentamiento del punzón

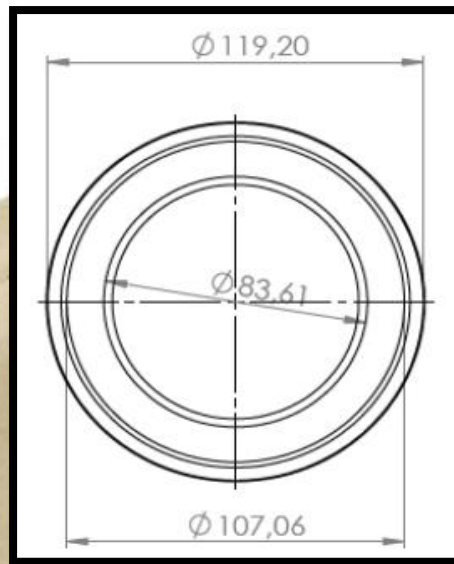
Tabla 15. Resultados obtenidos para el calentamiento del punzón a 150 °C

Punzón	
Material	Aluminio
Dimensiones	Ø 164 mm, 42.10 mm Altura
Perno de sujeción	M4
Resistencia eléctrica	
Tipo de resistencia	Resistencia plana
Material	Acero inoxidable
Dimensiones	Ø 100 mm, 4 mm espesor

Fuente: Quishpillo, S. Moreta, L. (2020)

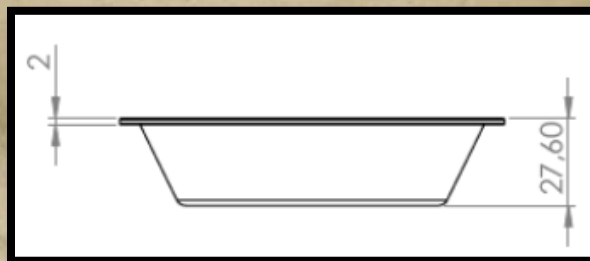
8.3. Dimensiones del molde final

Figura 29. Dimensiones del molde final (vista desde arriba)



Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

Figura 30. Dimensiones del molde final (frontal)



Fuente: Albán, L. Alvia, N. (2017)

9. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta la valoración en cuanto a la presión, ya que va a cambiar dependiendo del tipo de materia prima a utilizar así también la temperatura de las matrices.
- Utilizar el tipo de acero y aluminio adecuado, que este acreditado por una normativa técnica, para la formación y diseño de las matrices.

- Adaptarse al tipo de forma u diseño del mercado, en cuanto a envases biodegradables, específicamente platos siendo atractivos para el consumidor.
- Modificar las dimensiones del molde para así obtener diferentes presentaciones en cuanto al tamaño o longitudes.

10. BIBLIOGRAFÍA

Albán, L., & Alvia, N. (2017). *"DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR ENVASES BIODEGRADABLES A PARTIR DE ESPECIES VEGETALES"*.

Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/43965/D-CD88613.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

Andagoya, M., & Guacan, A. (Agosto de 2018). *IMPLEMENTAR UNA MÁQUINA TERMOFORMADORA DE PLATOS BIODEGRADABLES A BASE DE LA PLANTA DE ABACÁ*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5371/1/PI-000782.pdf>

Bohler. (2019). *Voestalpine High Performance Metals Argentina S.A*. Obtenido de <https://www.acerosboehler.com.ar/es/M303.php>

Cancer Research, U. (2018). *Cancer Research UK*. Obtenido de <https://www.cancerresearchuk.org/our-research-by-cancer-topic/our-clinical-trial-research>

CEATECI. (2010). *Termoformado a nivel PYME*. Obtenido de Ceateci producciones: <https://www.ceateci.net/pag12.html>

EcoInventos, G. T. (13 de Abril de 2018). *Investigadores tailandeses crean platos desechables hechos de hojas*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/platos-desechables-hechos-de-hojas/>

López, A., & López, J. (Noviembre de 2015). *TECNOLOGÍA DE LA FABRICACIÓN*. Obtenido de https://w3.ual.es/~alm212/documentos/TF-Apuntes_de_Teoria.pdf

Perfection, S. &. (26 de Septiembre de 2018). *Introducción a la matricería*.
Obtenido de https://www.matriceriaymoldes.es/recursos/%20Materias_%20especificas/Matricer%C3%ADa/Leccion_1.php.



Plastiglas de México, S. (2019). *Manual Técnico TERMOFORMADO*. Obtenido de <https://tecnologia3bunlp.files.wordpress.com/2015/03/manual-determoformado.pdf>

Profepedroz. (31 de Agosto de 2014). *MATERIALES MAS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE MATRICES*. Obtenido de <https://bibliografiadecatedra.wordpress.com/2014/08/31/materiales-mas-utilizados-en-la-fabricacion-de-matrices/#content>.

Quishpillo, S., & Moreta, L. (2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA FABRICACIÓN DE PLATOS BIODEGRADABLES A PARTIR DE BIOMASA*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13814/1/15T00729.pdf>

Anexo C. Hoja de entrevista (Ing. Edison Quispe).



Figura 14. Hoja de entrevista (Ing. Edison Quispe).

  <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS NATURALES CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL</p>
ENTREVISTAS
<p>Para formular una buena entrevista que permita obtener información valiosa que ayude en la parte investigativa, es necesario conocer de ante mano el trayecto y experiencia de los entrevistados, por otro lado, deben manejar información acerca del tema a trata, en este caso conocer el de los envases biodegradables, su comercialización y situación económica, la materia prima y las normas que deben cumplir para que dichos envases sean confiables.</p>
HOJA DE ENTREVISTA
<p>Nombre del entrevistado: Ing. Edison Quispe</p>
<p>Empresa/ Organización: Asociación "ANAGAVEC"</p>
<p>1. ¿Qué importe es la producción de agave?</p>
<p>2. ¿Es necesario indagar e investigar la fibra de agave?</p>
<p>3. ¿Qué otro uso industrial, se le puede dar a la fibra de agave?</p>
<p>4. ¿Es importante cultivar el Agave en zonas de erosión de suelo?</p>
<p>5. ¿Cree usted que Ecuador está preparado para una producción a gran escala de agave?</p>
<p>6. ¿Cuál es el beneficio de estas comunidades o zonas al cultivar el agave?</p>
<p>7. ¿Se pueda vivir de los recursos del agave?</p>
<p>8. ¿Se pueda capacitar a los pobladores de los sectores rurales para que ellos aprendan a extraer la fibra y elaborar sus propias artesanías?</p>
<p>9. ¿Se puede motivar a las nuevas generaciones a cultivar el agave?</p>
<p>10. ¿Cuál sería su mensaje final para la nueva generación y para el sector alimentario e industrial?</p>

Fuente: Huerta, D. Tenorio, E. (2020)

Anexo D. Hoja de entrevista (Lcdo. Luis Felipe Buenaño).



Figura 15. Hoja de entrevista (Lcdo. Luis Felipe Buenaño).

 <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS NATURALES CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL</p> 
ENTREVISTAS
<p>Para formular una buena entrevista que permita obtener información valiosa que ayude en la parte investigativa, es necesario conocer de ante mano el trayecto y experiencia de los entrevistados, por otro lado, deben manejar información acerca del tema a trata, en este caso conocer el de los envases biodegradables, su comercialización y situación económica, la materia prima y las normas que deben cumplir para que dichos envases sean confiables.</p>
HOJA DE ENTREVISTA
Nombre del entrevistado: Lcdo. Luis Felipe Buenaño
Empresa/ Organización: Empresa de envases de plásticos biodegradables “Green Plate”
1. ¿Qué son los envases o empaques biodegradables?
2. ¿Es realmente una alternativa sostenible los envases biodegradables?
3. ¿Es sustentable la producción de envases biodegradables?
4. ¿Cuál es la competencia primordial de los materiales biodegradables?
5. ¿Se puede cambiar la mentalidad de los consumidores, de plásticos o espumas a materiales biodegradables?
6. ¿Son económicos o costosos los envases biodegradables?
7. ¿Cuántas fábricas de envases biodegradables hay en el Ecuador?
8. ¿Está listo Ecuador y Latinoamérica para un cambio de consumo en cuanto a los envases biodegradables?
9. ¿Cuál sería el mensaje final para la sociedad en general, en cuanto a los desperdicios plásticos?

Fuente: Huerta, D. Tenorio, E. (2020)

Anexo E. Hoja de entrevista (Ing. Jhon Pérez).


Figura 16. Hoja de entrevista (Ing. Jhon Pérez).

 <div style="display: inline-block; text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</p> <p>UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS</p> <p>NATURALES</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL</p> </div> 
ENTREVISTAS
<p>Para formular una buena entrevista que permita obtener información valiosa que ayude en la parte investigativa, es necesario conocer de ante mano el trayecto y experiencia de los entrevistados, por otro lado, deben manejar información acerca del tema a trata, en este caso conocer el de los envases biodegradables, su comercialización y situación económica, la materia prima y las normas que deben cumplir para que dichos envases sean confiables.</p>
HOJA DE ENTREVISTA
Nombre del entrevistado: Ing. Jhon Pérez
Empresa/ Organización: Fábrica DLIP Industrial S.A.
1. ¿Qué requisitos debe cumplir el envase biodegradable, para que garantice calidad e inocuidad con el alimento?
2. ¿Microbiológicamente hablando como garantizamos la calidad del envase durante su proceso de elaboración que no vaya a ser causa de contaminación del alimento?
3. ¿Cuáles son los puntos de control durante la elaboración del envase para que no sea la causa de contaminación del alimento?
4. ¿Entre los tantos microorganismos que podrían existir en el envase, cuales son los que se pueden controlar?
5. ¿Requisitos microbiológicos que deben cumplir los envases?
6. ¿Bajo qué normas nacionales como internacionales se podría basar los envases para no contaminar el producto el cual va a tener contacto?
7. ¿Por qué el envase es un punto crítico de control en el proceso de elaboración de un alimento?
8. ¿Que indica la FDA sobre los envases y su contacto con los alimentos?
9. ¿Qué métodos microbiológicos son más utilizados para la determinación de microorganismo en los envases?

Fuente: Huerta, D. Tenorio, E. (2020)

Anexo F. Cotización (N° 20-08/0158) para análisis microbiológicos.

Figura 17. Cotización (N° 20-08/0158) para análisis microbiológicos.

		COTIZACIÓN N° 20-08/0158				
Código: R01-PG16-PO01-7.1		Revisión: 01		Página: 1 de 2		
Responsable: Comercialización (cotizacionesprotal@espol.edu.ec)			Vendedor: Cotizaciones (Market Rates)			
Fecha:	19/08/2020 11:03:52	Empresa:	HUERTA DANNY			
Lugar:	/	Dirección:				
Solicitante:	HUERTA DANNY	Teléfono:				
Datos del Producto #1						
Detalle:	Análisis en 01 muestra de superficie					
Tipo de Análisis:	Control / Informe					
Parámetros de análisis		Método	Costo	# Controles	Costo de Ficha	Subtotal
RM N° 461-2007/MINSA GUÍA TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES EN CONTACTO CON ALIMENTOS Y BEBIDAS: MÉTODO HISOPO - SUPERFICIES INERTES IRREGULARES						
Análisis Microbiológicos						
E. coli *		AOAC 21st 991.14	\$15.00	0	\$0.00	\$15.00
Coliformes totales *		AOAC 21st 991.14	\$12.50	0	\$0.00	\$12.50
Staphylococcus aureus *		AOAC 21st 2003.07	\$17.50	0	\$0.00	\$17.50
Listeria spp		Reveal 2.0 AOAC 041101 (ME15-PG20-PO02-7.2 M)	\$26.50	0	\$0.00	\$26.50
Salmonella spp		AOAC 21st 967.26 (ME20-PG20-PO02-7.2 M)	\$18.00	0	\$0.00	\$18.00
Subtotal Unitario						\$89.50
Cantidad de Productos						1
Subtotal Por Cantidad de Productos						\$89.50
Observaciones: N/A * Parámetros No Acreditados ° Subcontratado					Subtotal Servicios \$89.50 SubTotal \$89.50 Iva \$10.74 Valor a Pagar \$100.24	
PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO: - Fecha máxima de Facturación POR DEFINIR de cada mes. - Subtotal de Servicios Físico-Químicos: \$0.00 - Subtotal de Servicios Microbiológicos: \$89.50 - Subtotal de Otros Servicios: \$0.00 - Subtotal de Servicios: \$89.50			LABORATORIO PROTAL AGRADECE SU ATENCIÓN Y CONFIANZA, ESTAMOS LISTOS PARA SERVIRLE. Esta oferta tiene validez de 45 días hábiles NOTA IMPORTANTE: Al momento de cancelar esta cotización, acepto los términos y condiciones detallados en la misma y me comprometo a proporcionar la información y la cantidad de muestras aquí detalladas, necesarias para el ingreso de mi(s) producto(s).			
No de teléfono: (04) 2269723 - 2269733 - 2269739 Móvil 0996978032						

Fuente: ESPOL, Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente “PROTAL” (2020)

Anexo G. Consideraciones Generales – clausuras.

 Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL		COTIZACIÓN Nº 20-08/0158	
Código: R01-PG16-PO01-7.1	Revisión: 01	Página: 2 de 2	
Responsable: Comercialización (cotizacionesprotal@espol.edu.ec)		Vendedor: Cotizaciones (Market Rates)	

CONSIDERACIONES GENERALES
Cantidad de muestra y condiciones: Se indica en las observaciones de la cotización adjunta.
Eliminación de muestras: Las muestras serán eliminadas 10 días después de haber sido emitidos y entregados los Reportes de Análisis.
Datos de la muestra y del cliente: Requisito obligatorio - enviar hoja adjunta con todos los campos completos (la referencia de la cotización y lo que está en la etiqueta de la muestra), así como la formulación en porcentajes del producto.
Forma de pago: 100% adelantado a las cuentas adjuntas (Valor exacto por producto entregado) al ingreso de la muestra por medio de: Transferencia, depósito en efectivo o cheque certificado.
Tiempo estimado de entrega de resultados (Puede variar de acuerdo al volumen de trabajo): Informe control, Informe técnico: 8 - 10 días laborables. Ficha de estabilidad: 8 días laborables después de la fecha de caducidad de la muestra indicada por el cliente. Tabla nutricional: 12- 15 días laborables. Para subcontratados 12- 15 días laborables.
<u>Facturas: 4 días laborables una vez ingresada y cancelada la muestra. Mayor información: Financiero - 2269739 fiprotal@espol.edu.ec (Las facturas son enviadas únicamente por correo electrónico, no se emiten facturas físicas).</u>
Retenciones: La Empresa pública de servicios ESPOL TECH E.P. de acuerdo a la ley orgánica de empresas públicas Art. 41 "Resuelve que estamos exento de todo tributo"
Horario de atención al público: Lunes a Viernes de 8:30 - 16:30.
Las muestras recibidas antes de las 12:00 serán ingresadas el mismo día, aquellas que lleguen después de esta hora serán almacenadas y se ingresan a análisis el día siguiente.

Opciones de Cancelación		
CUENTA: EMPRESA PÚBLICA DE SERVICIOS ESPOL-TECH		
RUC: 0968592010001		
DIRECCION: KM. 30.5 VIA PERIMETRAL		
TELEFONO: 2269739 - 2269733 - 2269729 - 2269723		
Depósito en efectivo	Transferencia bancaria	Cheque certificado
Laboratorio PROTAL emite comprobante previo al depósito para cancelar en: Banco de Guayaquil Banco del Pacifico	- BANCO DE GUAYAQUIL CTTA. CTTE. # 11138640 - BANCO DEL PACÍFICO CTA CTE # 7427786	A nombre de ESPOL - TECH E.P. DEBIDAMENTE CERTIFICADO, favor entregarlo en la administración del Laboratorio PROTAL

Figura 18. Consideraciones Generales – clausuras.

Fuente: ESPOL, Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente “PROTAL” (2020)

Anexo H. Registro para ingreso de muestras (datos).

Figura 19. Registro para ingreso de muestras (datos).

Fuente:
ESPOL,
Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente “PROTAL” (2020)

	REGISTRO PARA INGRESO DE MUESTRAS	CODIGO: R02-PG16-PO01-7.1 AREA: RECEPCION TECNICA REV. N°: 01 Página 1 de 4
---	--	---

IMPORTANTE: NO SE INGRESARÁ LA MUESTRA HASTA RECIBIR LA CANCELACIÓN TOTAL.
NOTA: Los campos en negrita son siempre obligatorios. Ya sea para notificación sanitaria o control.

DATOS DE LA EMPRESA PARA FACTURACION ELECTRÓNICA (OBLIGATORIO)

RUC O CEDULA:
NOMBRE COMPLETO O RAZON SOCIAL:
DIRECCION:
CORREO ELECTRONICO:
TELEFONO FIJO: CELULAR:
FECHA MAXIMA DE RECEPCION DE FACTURAS POR CIERRE DE MES:
N° DE COTIZACIÓN ENTREGADA:

Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL no se responsabiliza por errores en datos entregados para facturación que puedan provocar anulaciones.

DESEO UTILIZAR LOS MISMOS DATOS DE FACTURACIÓN
(NO APLICA A EMPRESAS, SOLO PARA PERSONAS NATURALES)

DATOS DEL RESPONSABLE DE CUENTAS PENDIENTES

NOMBRE DEL RESPONSABLE DE CUENTAS PENDIENTES:
CARGO:
E-MAIL:
TELÉFONO FIJO: CELULAR:


DATOS DEL SOLICITANTE

NOMBRE:
CARGO:
TELEFONO FIJO: CELULAR:
E-MAIL:

OBSERVACIONES:
.....

Anexo I. Registro para ingreso de muestras (tabla de referencia/normativa y puntos críticos de las muestras).

Figura 20. Registro para ingreso de muestras (tabla de referencia/normativa y puntos críticos de las muestras).

	REGISTRO PARA INGRESO DE MUESTRAS	CODIGO: R02-PG16-PO01-7.1 AREA: RECEPCION TECNICA REV. N°: 01 Página 2 de 4
---	--	---

IMPORTANTE: NO SE INGRESARÁ LA MUESTRA HASTA RECIBIR LA CANCELACIÓN TOTAL.

IMPORTANTE	TEMPERATURA MÁXIMA DE RECEPCIÓN	CRITERIO DE REFERENCIA
PRODUCTOS LÁCTEOS LÍQUIDOS Y LECHE SIN ESTERILIZAR, MANTEQUILLAS, QUESOS	1 - 5 °C	NTE INEN-ISO 707: 2014
COMIDAS PREPARADAS (SÓLIDOS Y LÍQUIDOS)	0 - 4 °C	Directiva Sanitaria N°032 - MINSA/DIGESA – V.01 Procedimiento para la Recepción de Muestras de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano en el Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud
HISOPADO DE SUPERFICIES VIVAS E INERTES	0 – 10°C	
PRODUCTOS CÁRNICOS	Refrigerados: 0-2°C. Congelados: -12°C	NTE INEN 776:2013
FRUTAS Y HORTALIZAS	Temperatura ambiente	Directiva Sanitaria N°032 - MINSA/DIGESA – V.01 Procedimiento para la Recepción de Muestras de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano en el Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud
CONSERVAS EN GENERAL		
BEBIDAS Y ALIMENTOS ENVASADOS		
GRASAS Y ACEITES VEGETALES		
CAFÉ, CHOCOLATE Y DERIVADOS		
AMBIENTE		
AGUAS NATURALES, DE POZO, RESIDUALES.	Refrigerados: 2-5°C. Congelados: -20°C	Microbiológicos: NTE INEN 1105, Físico – Químicos: NTE INEN 2169:2013

* Para informe control llenar únicamente los campos aplicables
 ** Favor revisar detalladamente los datos entregados en la presente hoja, debido a que los cambios posteriores a la entrega serán contemplados como reimpresión la cual tiene un costo adicional de \$15.00 + IVA por muestra.

VIGENTE DESDE: 11/03/2020

Fuente: ESPOL, Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente “PROTAL” (2020)

Anexo J. Catálogo del laboratorio de análisis de alimentos y ambiente PROTAL (ESPOL).

Figura 21. Catálogo del laboratorio de análisis de alimentos y ambiente PROTAL (ESPOL).

Informes Técnicos, Fichas de Estabilidad y Tablas Nutricionales, para cumplimiento de normas INEN u otras internacionales.

Área de retiro de muestra y Almacenamiento

- Hisopados de superficies
- Recolección de muestra:
 - Bares, comedores, catering
 - Industrias
 - Áreas controladas, zonas limpias
 - Ambiente por MAS-100 NT ex

Área de análisis Bromatología

Análisis de Alimentos, Bebidas, Aguas y otros.

- **Análisis físico-químicos:**
 - Acidez
 - Actividad de Agua
 - Adulterantes en Leche
 - Almidón cualitativo
 - Amoniaco
 - Arena (incluido cenizas)
 - Azúcares totales
 - Calificación de Granos e Impurezas
 - Calorías
 - Carbohidratos por diferencia
 - Carbonatción (CO₂)
 - Cenizas totales
 - Cianuro Total
 - Cloro Libre Residual
 - Cloruros como ClNa
 - Color (Hz)
 - Colorantes derivados de la hulla
 - Conductividad
 - Conservantes en Leche
 - Cromo
 - DGO
 - Densidad Relativa
 - Dureza Total como CaCO₃
 - Estabilidad Proteica
 - Extracto Acuoso
 - Fibra Cruda
 - Fluoruros
 - Fosfatos
 - Grado alcohólico
 - Grasa Total
 - Humedad
 - Índice de peróxido
 - Índice de yodo
 - Índice de refracción

Área de análisis Cromatografía

- **Análisis por HPLC:**
 - Vitaminas Totales Cuantitativas:
 - Vitamina A
 - Complejo B
 - B1 - Tiamina
 - B2 - Riboflavina
 - B3 - Niacina
 - B6 - Piridoxina
 - B9 - Acido Fólico
 - Vitamina C
 - Perfil de Azúcares:
 - Glucosa
 - Fructosa
 - Lactosa
 - Sacarosa
 - Histamina
 - Cafeína
 - Colesterol
 - Glicomacropéptidos (Suero de Leche)

Indice de saponificación
Manganeso
Metabisulfito de Sodio
Neutralizantes en Leche
Niquel
Nitratos
Nitritos
Nitrógeno básico volátil / TVN
Nitrógeno Total
Nivel de infestación
Oxígeno Disuelto
Peso drenado
Peso Neto
pH
Proteínas
Prueba de Etanol
Rancidez
Sensoriales
Sólidos Solubles
Sólidos Totales
Sólidos Totales Disueltos
Sólidos Totales Suspendedos
Sulfatos
Sumatoria de Trihalometanos
Temperatura
Turbiedad

Informes de control de calidad, higiene, conservación de productos y ambientes para empresas e instituciones.

Área de análisis Instrumental

Análisis por Absorción Atómica.

- **Minerales:**
 - Calcio
 - Fósforo
 - Hierro
 - Magnesio
 - Potasio
 - Sodio
 - Zinc
- **Metales Pesados:**
 - Aluminio
 - Arsénico
 - Cadmio
 - Cobre
 - Estaño
 - Mercurio
 - Plomo

Área de análisis Microbiología

Detección de Microorganismos patógenos e indicadores.

- **Métodos Tradicionales:**
 - Aerobios Mesófilos
 - Aerobios Psicófilos
 - Aerobios Termófilos
 - Anaerobios Mesófilos
 - Anaerobios Termófilos
 - Bacillus Cereus
 - Bacterias Acidúricas
 - Bacterias Acidolácticas
- **Filtración por membrana:**
 - E. Coli
 - Coliformes Totales
 - Coliformes Fecales
- **Microelisa:**
 - Aflatoxinas
- **Análisis por PCR:**
 - Listeria Monocytogenes
 - Listeria SPP
 - Salmonella
- **Validación de tratamientos de desechos por esterilización:**
 - Indicadores biológicos

Bacterias Probióticas
Bacterias Termoacidófilas (TAB)
Clostridium SPP
Clostridium sulfito Reductor
Coliformes Totales
Coliformes Fecales
Enterobacterias
Esporas Mesófilas Aeróbicas
Esporas Mesófilas Anaeróbicas
Esporas Termófilas Anaeróbicas
E. Coli
Esterilidad Comercial
Hongos Termoresistentes
Legionella
Levaduras y Mohos
Listeria Monocytogenes
Listeria SPP
Pseudomona Aureoginosa
Salmonella
Shigella
S. Aureus
Streptococos de Lancefield
Vibrio Parahemoliticus
Vibrio Cholerae

Ver alianzas específicas de acreditación en: www.acreditacion.gob.ec

www.espol.edu.ec

espól Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL

Fuente: ESPOL, Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente “PROTAL” (2020)

Anexo 1. Aval de traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: EDGAR DANIEL HUERTA ANDRADE, EDISON RODRIGO TENORIO CHISAGUANO**, cuyo título versa **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ENVASE BIODEGRADABLE A PARTIR DE LA FIBRA DE AGAVE”**, 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 los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Septiembre del 2020

Atentamente,

M.Sc. Erika Cecilia Borja Salazar
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502161094

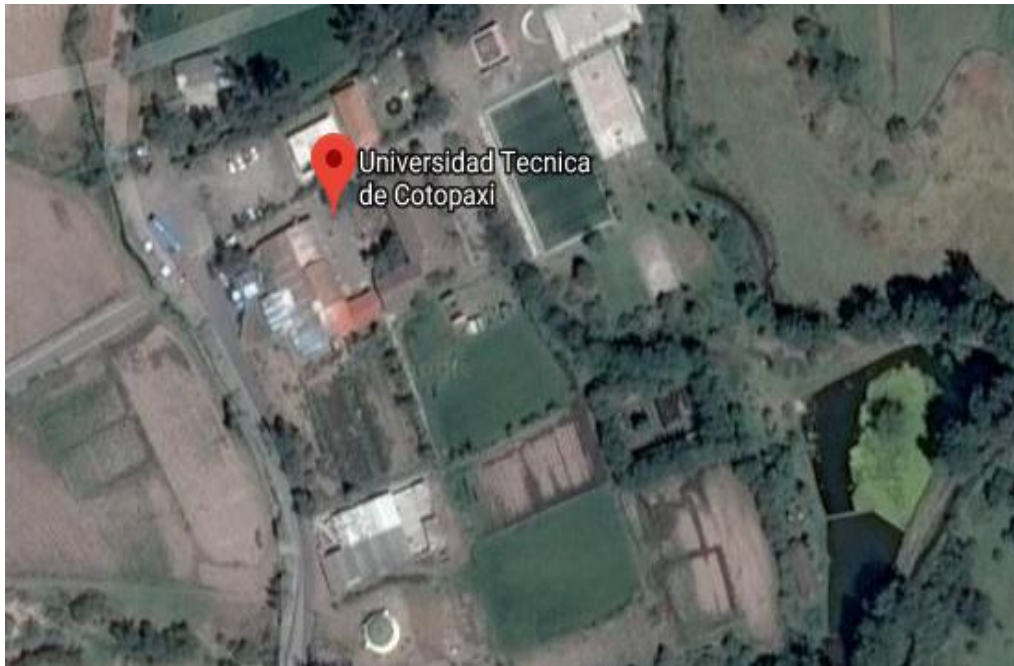


CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 2. Lugar de ejecución

La Universidad Técnica de Cotopaxi se encuentra ubicada en la zona conocida como San Felipe al Nor-Occidente de Latacunga, en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Eloy Alfaro, sector el Ejido, avenida Simón Rodríguez. Ubicación Geográfica del CEYPSA El CEYPSA está localizada en la Provincia de Cotopaxi, en el Cantón Latacunga, a 7 Km al sur del casco urbano.

Figura 22. *Lugar de ejecución*



Fuente: <https://www.google.com/maps/search/latacunga+/@0.0819519,-77.2607643,1>

Vista satelital de la ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Provincia de Cotopaxi, desde donde se ejecutará el proyecto de investigación.

Anexo 3. Hoja de vida del docente

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: ZAMBRANO OCHOA

NOMBRES: ZOILA ELIANA

ESTADO CIVIL: CASADA

CEDULA DE INDENTIDAD: 0501773931



LUGAR Y FECHA DE NACIMINETO: Alausí, 07de agosto de 1971

DIRECCIÓN DOMICILIAR: El Loreto, calle Quito y Gabriela Mistral

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032814188 **TELEFONO CELULAR:**
0995232441

CORREO ELECTRÓNICO: zoila.zambrano@utc.edu.ec

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: Laura Ochoa.
032802919

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL	27/AGOTO/2002	1020-02-180061
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	29/AGOSTO/2007	1020-07-668515

HISTORIA PROFESIONAL

FACULTAD EN LA QUE LABORA: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

CARRERA A LA QUE PERTENECE: Ingeniería Agroindustrial.


ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL DESEMPEÑA: Ingeniería, Industria y Construcción.

PERÍODO ACADÉMICO DE INGRESO A LA UTC: Septiembre 2000

Firma

Anexo 4. Hoja de vida del alumno

DATOS PERSONALES

APELLIDOS:	Huerta Andrade	
NOMBRES:	Edgar Daniel	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0350041315	
EDAD:	22 años	
FECHA DE NACIMIENTO:	11 de Octubre de 1997	
LUGAR DE NACIMIENTO:	Provincia de Cañar	
NACIONALIDAD:	Ecuatoriano	
ESTADO CIVIL:	Soltero	
DOMICILIO:	Panamericana norte y Ciudadela “El solitario”	
CELULAR:	0962871798	
CORREO ELECTRÓNICO:	danyhuerta777@gmail.com	

FORMACIÓN ACADÉMICA

Primaria:

Escuela Alfonso María Ortiz – Provincia de Cañar

Secundaria:

Colegio Nacional Técnico Agropecuario “El Tambo”– Provincia de Cañar

Instrucción Superior:

Universidad Técnica de Cotopaxi

Cursando la carrera de Ingeniería Agroindustrial

EXPERIENCIA LABORAL – PRACTICAS PREPROFESIONALES

- **Área de Alimentos:** Empresa “Heladería Skinny”. Área de empaque y sellado. Área de Distribución. Área de bodega.
- **Área de Alimentos:** Ministerio del “MIES INFA”. Área de charlas y conferencias.

APLICACIONES, HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS

- Registrar y analizar la información sobre material agroindustrial
- Evaluar los procesos agroindustriales
- Aplicar medidas para el control de calidad
- Innovar sobre tecnología apropiada
- Organizar empresas generadoras de empleo
- Investigar procesos productivos
- Preparar informes técnicos
- Asesora el cumplimiento de las normas establecidas
- Monitorear la aplicación de medidas de control de los recursos naturales

CAPACITACIONES REALIZADAS ENTORNO A LA PROFESIÓN

Asistencia: I Seminario de Inocuidad de Alimentos Agroindustrias 2017.

Asistencia: Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología Agroindustrial.

Asistencia: Seminario Internacional de Agroindustrias de la Investigación a la Comunicación de los Resultados.

Aprobación: II Congreso Internacional de Agroindustrias, Ciencia y Tecnología e Ingeniería de Alimentos.

Asistencia: Curso de Seguridad Alimentaria.

Asistencia: II Seminario Internacional Agroindustrial “Desafíos en Nuestra Región en Procesos Tecnológicos, Desarrollo e Innovación, Investigación y Publicación de Artículos Científicos.

Asistencia: Curso de Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la Industria Alimentaria.

Asistencia: II Congreso de Agroindustrias: Tendencias Industriales, Biotecnología y Emprendimiento.

CAPACITACIONES REALIZADAS FUERA DE LA PROFESIÓN

Asistencia en línea: Curso de Antropología Básica – Impartido por Open Campus de la Universidad Técnica Particular de Loja “UTPL”.

Asistencia en línea: Diplomado en Astronomía – Impartido por el departamento de Edutin Academy, Delaware EEUU.

REFERENCIAS PERSONALES

Ing. Verónica Mena	0992276200
Psc. Cl: Jairo Andrade	0992514725
Ing. Franklin Molina	0987869731
Sr. Jorge Salomón Mena	0984222810

Anexo 5. Hoja de vida del alumno

DATOS PERSONALES

APELLIDOS:	Tenorio Chisaguano
NOMBRES:	Edison Rodrigo
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1724394489
EDAD:	23 años
FECHA DE NACIMIENTO:	30 de Septiembre de 1995
LUGAR DE NACIMIENTO:	Provincia de Pichincha
NACIONALIDAD:	Ecuatoriano
ESTADO CIVIL:	Soltero
DOMICILIO:	Salcedo, Parroquia San Miguel, Quilajalo
CELULAR:	0985109827
CORREO ELECTRÓNICO:	edison.tenorio4489@utc.edu.ec



FORMACIÓN ACADÉMICA

Primaria:

Escuela Río Amazonas– Provincia de Pichincha

Secundaria:

Unidad Educativa Ramón Barba Naranjo– Provincia de Cotopaxi

Instrucción Superior:

Universidad Técnica de Cotopaxi

Cursando la carrera de Ingeniería Agroindustrial

EXPERIENCIA LABORAL – PRACTICAS PREPROFESIONALES

- **Área de Alimentos:** Empresa “Heladería Skinny”. Área de empaque y sellado. Área de Distribución. Área de bodega.

APLICACIONES, HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS

- Aplicar medidas para el control de calidad
- Innovar sobre tecnología apropiada
- Organizar empresas generadoras de empleo
- Investigar procesos productivos
- Preparar informes técnicos
- Asesora el cumplimiento de las normas establecidas
- Monitorear la aplicación de medidas de control

CAPACITACIONES REALIZADAS

Asistencia: I Seminario de Inocuidad de Alimentos Agroindustrias.

Aprobación: II Congreso Internacional de Agroindustrias, Ciencia y Tecnología e Ingeniería de Alimentos.

Asistencia: Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología Agroindustrial.

Asistencia: II Seminario Internacional Agroindustrial “Desafíos en Nuestra Región en Procesos Tecnológicos, Desarrollo e Innovación, Investigación y Publicación de Artículos Científicos.

Asistencia: Seminario Internacional de Agroindustrias de la Investigación a la Comunicación de los Resultados.

Asistencia: XXV Simposio técnico de la industria del cuero.

Asistencia: II Congreso de agroindustria: tendencias industriales, biotecnología y emprendimiento.

REFERENCIAS PERSONALES

Ing. Verónica Mena	0992276200
Ing. Franklin Molina	0989878922
Sr. Jorge Salomón Mena	0984222810

Anexo 6. Fotografías de reconocimiento del agave (*Agave Americana L.* y *Agave Furcraea A.*) y entrevistas.

Fotografía: *Agave Americana L.* (tierna)



Fotografía: *Agave Americana L.* (tierna)



Fotografía: *Agave Furcraea A.*(madura)



Fotografía: *Agave Furcraea A.*(madura)



Fotografía: Entrevista Ing. Edison Quispe.



Fotografía: Entrevista Ing. Jhon Pérez



Fotografía: Entrevista Lcdo. Felipe Buenaño

