



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum*) PARA LA OBTENCIÓN DE ENVASES
BIODEGRADABLES”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieras Ambientales

Autoras:
Chacha Solano Alisson Milena
Chiluisa Villa Paola Deysi

Tutora:
Boada Cahueñas Ellana Amparito

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Alisson Milena Chacha Solano, con cédula de ciudadanía No. 1720377249 y Paola Deysi Chiluisa Villa, con cédula de ciudadanía No. 1724469794, declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la obtención de envases biodegradables”, siendo la Ingeniera Ph.D. Eliana Boada Cahueñas, Tutora 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.

Latacunga, 10 de febrero del 2023

Alisson Milena Chacha Solano
Estudiante
CC: 1720377249

Paola Deysi Chiluisa Villa
Estudiante
CC: 1724469794

Ing. Ellana Amparito Boada Cahueñas, Ph.D.
Docente Tutora
CC: 1719312892

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 **ALISSON MILENA CHACHA SOLANO**, identificada con cédula de ciudadanía **1720377249** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, 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. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la obtención de envases biodegradables.”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Marzo 2019- Agosto 2019

Finalización de la carrera: Octubre 2022 – Marzo 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre del 2022

Tutor: Ing, Ph.D. Ellana Boada Cahueñas

Tema: “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la obtención de envases biodegradables.”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de 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 10 días del mes de febrero del 2023.

Alisson Milena Chacha Solano
LA CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CHILUISA VILLA PAOLA DEYSI**, identificada con cédula de ciudadanía **1724469794** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, 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. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la obtención de envases biodegradables.”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Marzo 2019- Agosto 2019

Finalización de la carrera: Octubre 2022 – Marzo 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre del 2022

Tutor: Ing, Ph.D. Ellana Boada Cahueñas

Tema: “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la obtención de envases biodegradables.”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comuniquen, 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 10 días del mes de febrero del 2023.

Paola Deysi Chiluisa Villa
LA CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) PARA LA OBTENCIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES”, de Chacha Solano Alisson Milena y Chiluisa Villa Paola Deysi, de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 10 de febrero del 2023

Ing. Ellana Amparito Boada Cahueñas, Ph.D.

DOCENTE TUTORA

CC: 1719312892

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Chacha Solano Alisson Mielna y Chiluisa Villa Paola Deysi, con el título del Proyecto de Investigación: “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la obtención de envases biodegradables”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 10 de febrero del 2023

Lector 1 (Presidente)
Ing. José Luis Agreda Oña, Mg.
CC: 0401332101

Lector 2
Ing. Rodolfo Matius Mendoza Poma, Mg.
CC: 1710448521

Lector 3
Ing. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, Mg.
CC: 0502188451

AGRADECIMIENTO

Agradezco este trabajo a mi fortaleza y paciencia que me han permitido alcanzar mis sueños, y cumplir mis objetivos, a mi bienestar mental y amor propio que me harán una mejor persona. Al cariño por la vida y la naturaleza que me ayudaran a seguir adelante en mi formación profesional. De igual manera, agradezco a nuestra tutora que nos ha guiado con paciencia en este trabajo.

Alisson Milena Chacha Solano

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las personas que estuvieron conmigo en este camino lleno de tristezas y alegrías, en esta página no alcanzaría a nombrar a cada una de ellas, pero sí le doy gracias a Dios por ponerlos en mi vida, llegaron como una bendición que hoy me ayuda a cumplir uno de mis sueños. Al igual expresar un sincero agradecimiento a nuestra tutora Ph.D. Ellana Boada, quien con su conocimiento y apoyo supo guiarnos para la elaboración de esta investigación.

Paola Deysi Chiluisa Villa

DEDICATORIA

A Gisel y Santiago quienes me impulsaron con sabiduría, paciencia y amor.

Alisson

DEDICATORIA

A Matthew y Martin, que con solo la memoria de su vida me dieron sustento espiritual para enfrentar el futuro. El recuerdo de su cariño e inocencia son mi fuente de vigor y fortaleza.

Paola

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) PARA LA OBTENCIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES”

AUTORES: Chacha Solano Alisson Milena
Chiluisa Villa Paola Deysi

RESUMEN

El bioplástico es un material que beneficia la conservación de los ecosistemas y promueve el desarrollo sostenible, disminuye la contaminación por desechos plásticos y fomenta el cuidado ambiental. El objetivo de este proyecto de investigación es desarrollar un biopolímero natural a base de bagazo de caña (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*), que sustituya al plástico convencional (Tecnopor) desechable y de un solo uso que contaminan agua, suelo y aire. Se aplicó diferentes concentraciones de bagazo de caña (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*), provenientes de residuos industriales. Se utilizaron aditivos que mejoraron la compactación, dureza y las condiciones de descomposición del plato. La toxicidad del material se comprobó por medio de pruebas cutáneas y la biodegradabilidad por la disminución del peso del plato. Los resultados muestran que los materiales utilizados no presentan ningún nivel de toxicidad, la composición óptima de materia prima se encuentra en el tratamiento 5 con una mejor consistencia y plasticidad, pero no se pudo tener la forma deseada del plato y por último el tratamiento 6 ofreció mejores condiciones para la presencia de microorganismos descomponedores que facilitaron la aceleración del proceso de biodegradabilidad. Se recomienda el tamizado de la materia prima para fomentar la unión de partículas y la utilización de residuos industriales para evitar interferir en la cadena alimenticia y dar una nueva vida al desecho.

.

Palabras clave: Almidón de plátano verde, Bagazo de caña de azúcar, Biodegradable, Biopolímero.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "APPROPRIATION OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum*) FOR THE OBTAINING OF BIODEGRADABLE PACKAGES"

AUTHOR: Chacha Solano Alisson Milena
Chiluisa Villa Paola Deysi

ABSTRACT

Bioplastic is a material that benefits the conservation of ecosystems and promotes sustainable development, reduces plastic waste pollution and promotes environmental care. The objective of this research project is to develop a natural biopolymer based on sugarcane bagasse (*Saccharum officinarum*) and green plantain starch (*Musa paradisiaca*), which replaces conventional disposable and single-use plastic (Tecnopor) that pollutes water, soil and air. Different concentrations of sugarcane bagasse and green plantain starch from industrial waste were applied. Additives were used to improve compaction, hardness, and decomposition conditions of the plate. The toxicity of the material was tested by means of skin tests and the biodegradability by decreasing the weight of the plate. The results show that the materials used do not present any level of toxicity, the optimal composition of raw material is found in treatment 5 with a better consistency and plasticity, but it was not possible to have the desired shape of the plate and finally treatment 6 offered better conditions for the presence of decomposing microorganisms that facilitated the acceleration of the biodegradability process. Screening of the raw material is recommended to promote particle binding and the use of industrial waste to avoid interfering with the food chain and to give a new life to the waste.

Keywords: Green banana starch, sugar cane bagasse, Biodegradable, Biopolymer.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
CONTRATO DE CESIÓN EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
DEDICATORIAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS	6
5.1. General	6
5.2. Específicos	6
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
6.1. Residuos sólidos	6
6.1.1. Poliestireno expandido (EPS)	7
6.2. Alternativas ambientales	9
6.2.1. Bioplástico	9
6.3. Especies vegetales utilizadas para la producción de bioplásticos	11
6.3.1. Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	11
6.3.2. Bagazo de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	11
6.3.2.1. Propiedades del bagazo de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	12
6.3.2.2. Componentes químicos principales	12
6.3.3. Almidón	15
6.3.3.1. Almidón de la cáscara de plátano verde (<i>Musa paradisiaca</i>)	15
6.3.4. Fécula de maíz	16
6.4. Aditivos utilizados para la producción de bioplásticos.	16
6.4.1. Resina resaflex	17
6.5. Parámetros para la evaluación de calidad de un bioplástico.	17
6.5.1. Biodegradabilidad	17
6.5.2. Toxicidad	18

6.6. Aplicación de Bioplásticos	18
6.6.1. Envases biodegradables de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	19
7. MARCO LEGAL	19
8. PREGUNTA CIENTÍFICA	22
9. HIPÓTESIS	23
10. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS E INSTRUMENTOS)	23
10.1. Descripción del área de estudio	23
10.2. Métodos	23
10.2.1. Método inductivo	23
10.3. Diseño de investigación	24
10.3.1. Diseño experimental	24
10.4. Tipo de investigación	24
10.4.1. Investigación documental	24
10.4.2. Investigación de campo	25
10.5. Técnicas	25
10.5.1. Observación	25
10.5.2. Descripción del proceso de extracción de la fibra de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	25
10.5.2.1 Recepción de la materia prima	25
10.5.2.2. Secado	26
10.5.2.3. Molido y tamizado	26
10.5.3. Descripción del proceso de elaboración de los platos biodegradables	27
10.5.3.1. Mezclado	27
10.5.3.2. Prensado	27
10.5.3.3. Secado	27
10.5.4. Parámetros de evaluación de calidad del bioplástico.	28
10.5.4.1. Porcentaje de biodegradación del plato	28
10.5.4.2. Prueba de nivel de toxicidad	28
10.6. Diagrama de flujo de la metodología	31
11. DISEÑO EXPERIMENTAL	35
11.1. Factores de estudio	35
11.2. Niveles	35
11.3. Tratamientos	35
11.4. Unidad Experimental	36
12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
12.1. Evaluación de la biodegradabilidad	39
12.2. Evaluación del nivel de toxicidad	41
12.3. Uso del plato biodegradable	42
12.4. Comparativa con el producto tradicional	43
12.5. Interpretación de datos InfoStat	43
13. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	4

13.1. Sociales	45
13.2. Ambientales	45
13.3. Económicos	45
14. PRESUPUESTO	46
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
15.1. Conclusiones	47
15.2. Recomendaciones	47
16. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	49
17. BIBLIOGRAFÍA	50
18. ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas que producen de envases y cubiertos a partir de EPs	8
Tabla 2. Tiempo de degradación de plásticos comunes y bioplásticos	10
Tabla 3. Composición física y química del bagazo de la caña de azúcar	12
Tabla 4. Composición física y química del almidón de plátano verde	16
Tabla 5. Ejemplos de aplicación del bioplástico.	19
Tabla 6. Escala de valor de respuestas de las pruebas de parche	29
Tabla 7. Fechas y actividades realizadas.	32
Tabla 8. Porcentajes de los factores a estudiar	35
Tabla 9. Tratamientos	36
Tabla 10. Compuestos de la unidad experimental	37
Tabla 11. Compuestos de la unidad experimental	37
Tabla 12. Proporciones ideales de los componentes	38
Tabla 13. Evaluación de biodegradación	40
Tabla 14. Evaluación de nivel de toxicidad	42
Tabla 15. Usos del plato biodegradable	43
Tabla 16. Comparativa con el producto tradicional	43
Tabla 17. Análisis de varianza	44
Tabla 18. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)	44
Tabla 19. Presupuesto	46
Tabla 20. Cronograma de actividades	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. GAD Municipales con separación en la fuente	7
Figura 2. Composición del volumen porcentual que ocupa en EPS	9
Figura 3. Estructura química de la celulosa	13
Figura 4. Estructura química de la lignina	14
Figura 5. Lignina y celulosa	14
Figura 6. Rejilla de acero inoxidable	26
Figura 7. Molino “CORONA”	27
Figura 8. Escala de valor de respuestas de las pruebas de parche	30
Figura 9. Diagrama de flujo de la metodología	31
Figura 10. Proceso de degradación de las muestras	40

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la obtención de envases biodegradables.

Fecha de inicio: octubre de 2022

Fecha de finalización: febrero de 2023

Lugar de ejecución:

Laboratorios de la carrera de ingeniería ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicada en la Panamericana Norte E35 s/n Vía a Quito, parroquia Eloy Alfaro en el barrio Salache del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia:

Ingeniería Ambiental

Equipo de Trabajo:

Tutora: Ing. Ellana Boada Cahuenas. Ph.D.

Estudiantes: Srta. Chacha Solano Alisson Milena.

Srta. Chiluisa Villa Paola Deysi.

LECTOR 1: Ing. José Luis Agreda Oña, Mg.

LECTOR 2: Ing. Rodolfo Matius Mendoza Poma, Mg.

LECTOR 3: Ing. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, Mg.

Coordinador del Proyecto:

Nombre/s: Alisson Milena Chacha Solano y Paola Deysi Chiluisa Villa

Teléfonos: 0995387772 - 0999749589

Correo electrónico: alisson.chacha7249@utc.edu.ec - paola.chiluisa9794@utc.edu.ec

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sublíneas de investigación de la Carrera:

Sostenibilidad ambiental.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad existe gran consumo de plásticos que se acumulan y contaminan el ambiente por su lenta degradación. Los seres humanos usamos plástico en la mayoría de productos que adquirimos y es indispensable en el consumo o servicio de alimentos. El tecnopor o poliestireno expandido (EPS), es un material de un solo uso y fácilmente desechable, está formado por polímeros que generan partículas de plástico sintético perjudiciales para la salud y el ambiente, contaminando principalmente la fauna de los ecosistemas marinos, terrestres y aéreos, sin nombrar las variadas consecuencias de salud que provoca su uso en el ser humano (Moncayo & Moncada, 2020).

El objetivo principal del proyecto es crear un producto desechable ecológico y amigable con el ambiente, que posea características biodegradables a través de polímeros naturales obtenidos del almidón de plátano verde y la caña de azúcar proveniente de residuos industriales de una hacienda de producción de panela orgánica. Con este proyecto se busca reutilizar la fibra de la caña de azúcar, desarrollando productos innovadores, que mantengan el cuidado y conservación del ambiente.

El envase es fabricado con material 100% biodegradable, con materia prima natural, diseño estético y práctico. Este producto no contamina los alimentos ni presenta niveles de toxicidad peligrosos para el ser humano. Se toman medidas de salubridad e higiene y se enfoca en su tiempo de degradación con un máximo de 3 meses y medio. Reemplazando la vajilla

descartable a base de tecnopor y otros plásticos. Contribuye en el cuidado del ambiente, evitando la degradación del planeta (Chavez et al., 2018).

Socialmente es un producto ecológico, enfocado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), principalmente en el Objetivo número 12 que menciona “la producción y consumo responsable”, concientizando a la población de la indiscriminada cantidad de desechos producidos por el ser humano, el objetivo 13 “acción por el clima”, y los objetivos 14 y 15 que “ protegen la vida submarina y la vida de los ecosistemas terrestres”, ya que se intenta minimizar el impacto ambiental, y los daños ecológicos de los ecosistemas, resguardando la fauna y protegiendo su entorno natural y su forma de vida, como su alimentación, el clima en el que habitan e incluso asegurará un bienestar social a la población.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se enfocó en la elaboración de platos biodegradables en reemplazo del poliestireno expandido, causante de problemas de salud y daños en el ambiente. Ya que, la presencia de este desecho libera sustancias químicas con aditivos tóxicos que perjudican y se acumulan en las cadenas alimenticias terrestres y acuáticas, en los suministros de agua como ríos, mares y lagunas, llegando al ser humano a través de las especies de consumo. Según Gama et al., (2001) el poliestireno expandido presenta dificultades en el manejo y disposición final de la gestión integral de residuos. Ya que, al ser un producto inorgánico es considerado como un material eterno, es decir, que no se descompone, no se desintegra, no desaparece en el ambiente (Azoulay et al., 2019).

Siesquen y Trujillo (2019) reconocen que el tecnopor es un plástico de un solo uso, no reciclable, y su compostaje imposible por la inexistente interacción con microorganismos. Al tener una vida corta se convierte en basura en segundos, sobrepasando el límite de los rellenos sanitarios y botaderos de basura. Su composición es frágil, porque el 75% es aire y permite el desprendimiento de sus partículas por la fuerza del viento o por el rozamiento con otros materiales, lo que impide su recuperación y reutilización.

De igual forma, existen datos que confirman la inocuidad del uso de poliestireno expandido (EPS), existen iniciativas que lo han prohibido en más de 90 ciudades del mundo. Esta prohibición se basa principalmente en el impacto ambiental que genera, por los daños en la naturaleza y el aumento de desechos sólidos. Existe también un riesgo para la salud. Estudios

indican que las personas que trabajan en fábricas que producen tecnopor sufren de linfomas y existe el riesgo potencial de que, al contacto con nuestros alimentos, algo de este material pueda ser ingerido o desprendido en la mezcla de grasas y temperaturas, (Delgado, 2018).

Por estas razones este proyecto es de gran utilidad ya que, ofrece alternativas ecológicas, amigables con el ambiente, y con la salud del ser humano, debido a que se utilizó materia prima orgánica, vegetal y natural que se caracterizan por su eficiencia en su descomposición y su eficacia en su fabricación.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La acumulación indiscriminada de residuos puede tener efectos adversos sobre el ambiente y la salud: la estética urbana, los paisajes naturales y sus especies; en el aire, los residuos emiten gases tóxicos que provocan “smog”, produce el efecto invernadero y la lluvia ácida. En el agua al descomponerse, degrada la calidad del agua teniendo como resultado no ser apta para el consumo humano y el desarrollo de la vida acuática y en el suelo genera una reacción en cadena pues altera la biodiversidad del suelo, reduciendo la cantidad de materia orgánica que contiene y su capacidad de filtro.

Para Arguello y Torre, (2021) en la actualidad los desechos plásticos se han convertido en el más grande desafío al que se enfrenta el medio ambiente. Debido al uso indiscriminado y baja rentabilidad de su reciclaje, hacen al plástico uno de los contaminantes más mortales con el que tiene que enfrentarse el planeta. El principal problema del plástico es que está compuesto por polímeros y moléculas de gran tamaño que necesitan un mayor tiempo de degradación.

El problema se extiende por el tiempo de descomposición de estos polímeros, ya que dependiendo de su estructura química, puede ser de pocos meses hasta 500 años, esto se debe a la acción meteorológica y otros factores que causan que los polímeros se fraccionen cada vez en partículas más pequeñas en el aire, agua, bebidas y alimentos (Chuncho, 2020).

Martínez y Laines, (2013) indican que el poliestireno expandido representa un material químicamente inerte no biodegradables, derivado del petróleo, cancerígeno, ya que se elabora de estireno (caucho sintético), a cual se le inyectan gases que lo amplían como espuma. Sin embargo, causa problemas ambientales graves después de su uso ya que termina en vertederos o se incinera sin cumplir con las normas correspondientes (Bonat, 2019).

Según los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el 2020 los ecuatorianos arrojaron 12 613 toneladas diarias de residuos sólidos, de las cuales el 85.6% fueron recolectadas de manera no diferenciada y el 14.4% de manera diferenciada (contempla días específicos para el retiro de los residuos en función de su origen). En la fase de disposición final, se reportó que el 50.5% de los Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) disponen los residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios, el 31.4% en celdas emergentes y el 18.2% en botaderos. En el sector urbano cada habitante del Ecuador produce en promedio 0.83 kg de residuos sólidos por día.

El cantón de Latacunga, el GAD Municipal a través de la Empresa Pública de Gestión Ambiental EPAGAL tiene la competencia de la gestión de residuos. El problema que se presenta es una alta generación de residuos sólidos, que provoca contaminación ambiental por desechos, causando la acumulación de residuos en distintos lugares, son focos de infección en la zona urbana de la ciudad, también por la falta de cultura de los ciudadanos, estos desechos orgánicos se descomponen en gases de efecto invernadero que es una causa que afecta al cambio climático (Vaca, 2020, p.21).

Por otra parte, en el Cantón Pujilí el servicio de recolección mezcla los residuos orgánicos e inorgánicos (reciclables) e “inertes” (Mayo, 2017). El 70% de residuos sólidos se generan en las zonas urbanas, donde el plástico representa el 10% de residuos sólidos no recuperables y el 18% en plazas y mercados.

Esto conlleva a plantear una alternativa económica y ecológica; los bioplásticos se derivan de materiales de origen vegetal y pueden reemplazar a los plásticos tradicionales derivados del petróleo. El almidón y la celulosa, polímeros de glucosa elaborados por las plantas, son la materia para obtener los bioplásticos vegetales. Estos se fabrican mayormente de desechos de papa, maíz, trigo, tapioca, caña de azúcar, yuca, o plátano verde y se utilizan para producir cubiertos, envases o bolsas (Salgado, 2014).

En el país no se aprovecha el almidón de la piel del plátano verde y la fibra proveniente de residuos agroindustriales. Por otro lado, el bagazo de la caña es descartado después de ser utilizado para la elaboración de azúcar (58%), aguardiente y panela (42%). Por lo tanto el almidón de la cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y el bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se puede utilizar como materia prima para la transformación e

industrialización de bioplástico que ayude a promover la protección del medio ambiente, crear una cultura ecológica y crear oportunidades de empleo.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Crear envases biodegradables a base de fibra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de la cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*), como sustituto de poliestireno.

5.2. Específicos

- Producir un polímero biodegradable a partir de fibra obtenida de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*).
- Estimar la concentración óptima de fibra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en la elaboración de los platos ecológicos.
- Evaluar la biodegradabilidad mediante la Norma ISO 14855-2 y nivel de toxicidad de las muestras obtenidas.

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1. Residuos sólidos

Coronel y Lavayen, (2017) indican que un residuo sólido es una sustancia o componente que surge del consumo o uso de un producto que es desechado y que puede ser aprovechado o transformado en un nuevo producto de valor económico o disposición final. Esto significa que los desechos sólidos son desechos o excesos eliminados por actividades humanas o generados por la naturaleza, comúnmente denominados como "basura" en el medio ambiente.

Para Vasquez, (2018) la gestión inadecuada de los desechos está produciendo la contaminación de los océanos del mundo, obstruyendo los drenajes y causando inundaciones, transmitiendo enfermedades, aumentando las afecciones respiratorias por causa de la quema, causando daño a los animales que consumen los desperdicios y generando impactos en el desarrollo económico como el daño a la industria del turismo.

Según los datos del INEN, (2020), el 33,6% de los GADM del país han implementado procesos de separación de residuos en la fuente, siendo la provincia de Galápagos donde el 100% de sus cantones realizan esta actividad.

Figura 1.

GAD Municipales con separación en la fuente a nivel nacional (%), 2020.



Fuente: INEN, (2020)

6.1.1. Poliestireno expandido (EPS)

Pareja, (2017) explica que el poliestireno expandido es un material compuesto principalmente a base de aire y polímeros de petróleo, que se calientan y expanden, dándole su forma similar a la de la espuma. Es bastante ligero y voluminoso y se utiliza para la comercialización de alimentos, embalaje de equipos y fines industriales. Por ejemplo, como aislante térmico en edificaciones y obras civiles, sin embargo, los efectos del poliestireno expandido sobre el medio ambiente son muy similares a los del plástico: al calentarse el petróleo para su manufactura, se liberan grandes cantidades de contaminantes al aire y, dado que no es biodegradable, sus desechos se cuentan entre los 8 millones de toneladas de basuras plásticas que contaminan los océanos.

Según Arthuz y Pérez, (2018) las preocupaciones ambientales por el poliestireno involucran cuatro factores principales: (I) descomposición lenta y falta de sustitutos; (II) la producción de residuos; (III) su fuente de generación es el petróleo, recurso no renovable; y (IV) ciertos productos químicos utilizados en el proceso de producción que son nocivos para el ambiente.

El Ecuador cuenta con alrededor de 15 empresas que se destinan a la producción de varios artículos a base de EPS, y de ese total ocho destacan en el mercado nacional (Asociación Ecuatoriana de Plástico, 2017).

Tabla 1.

Empresas que destacan en la producción de envases y cubiertos elaborados a partir de EPS, en Ecuador

Empresa	Línea de producción	Ubicación
Plásticos del Litoral ((PLASTILIT))	Plasti – Útil / Millenium / Mi comisariato	Km 11 ½ vía Daule
Plásticos Ecuatorianos S.A.	Alegría	Km 8 ½ vía Daule
PLASTRO S.A.	Plastro	Km 11 ½ vía Daule
FLEXIPLAST S.A.	Prakti	Quito
Golderie Trading Cia Ltda.	Supermaxi	Quito (importadora)
DIPLAST	-	Quito
PLASTIFLAN	-	Quito
AJOVER S.A.	Darnell	Proveedor / Colombia

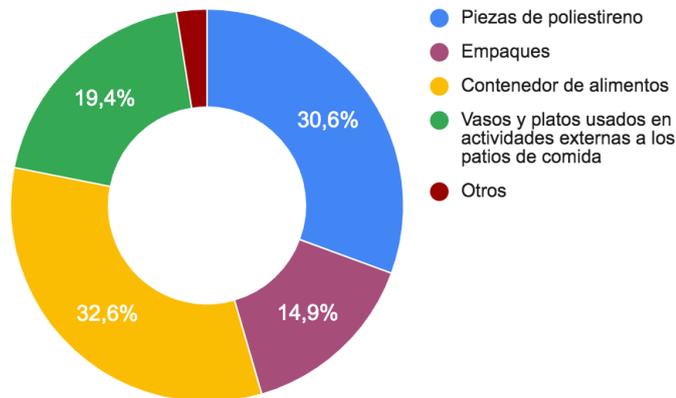
Fuente: *Terán, (2017)*

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

Terán, (2017) expone que en el Ecuador, del 15% de plástico desechado, el 52% corresponde a envases de EPS provenientes de locales de comida rápida y comida rápida casual, generando presión y carga contaminante sobre el relleno sanitario.

Figura 2.

Composición del volumen porcentual que ocupa en EPS en el relleno sanitario.



Fuente: Solíz, (2015)

6.2. Alternativas ambientales

6.2.1. Bioplástico

La producción creciente de plásticos derivados del petróleo y el aumento de desechos sólidos en el ambiente, han forzado el desarrollo de términos y soluciones amigables con el ambiente. El bioplástico es una de estas alternativas, ya que sustituye al plástico convencional. Este material biodegradable, se obtiene principalmente de recursos renovables y en algunos casos sus características se asimilan con los plásticos provenientes del petróleo (Pizá et al., 2017). El desarrollo de este polímero tiene como objetivo principal disminuir las desventajas que trae la producción del plástico al medio ambiente y a la humanidad. Al tener materiales vegetales como fuente de materia prima, para la obtención de fibras y almidones naturales permiten la desintegración en el ambiente o por acción de microorganismos descomponedores.

El beneficio del bioplástico radica en su potencial para disminuir los residuos plásticos que quedan depositados en los rellenos sanitarios, y en los botaderos de basura (Vazques et al., 2021). Los plásticos no son biodegradables y su descomposición lleva un tiempo aproximado de 500 años. En la tabla 2, podemos observar la diferencia del tiempo de degradación de algunos materiales de la industria de plásticos y bioplásticos. Por lo que, los envases biodegradables tienen una disposición final efectiva, al ser biodegradables se pueden depositar en los rellenos sanitarios donde el ambiente y los microorganismos descomponen sus materiales y minimizan

la acumulación de estos desechos, además los materiales biodegradables se pueden compostar, ya que al tener compuestos orgánicos no desprenden químicos tóxicos, peligrosos para el ser humano y la naturaleza.

Tabla 2.

Tiempo de degradación de plásticos comunes y bioplásticos

Tiempo de degradación			
Plástico común		Bioplástico	
Material	Tiempo	Material	Tiempo
Polietileno	1000 años	Biopolímeros de almidón	3 meses
Poliestireno expandido	500 años	Bioplásticos de celulosa	6 meses
Botellas plásticas (PET)	450 años	Poliácido láctico cristalizada a base de caña	3 meses
Polipropileno	450 años	Polihidroxialcanoatos	5 meses
Bolsas plásticas	150 años	Ácido poliláctico fabricado del azúcar de maíz	3 meses

Fuente: *Plástico manía, (2021)*

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

Godinez et al., (2016) Establece que los biopolímeros se clasifican en:

- **Naturales:** Son aquellos que son sintetizados por los seres vivos. Algunos ejemplos son ácidos nucleicos, proteínas, polisacáridos, polihidroxialcanoatos y otros.
- **Sintéticos:** Los biomateriales sintéticos pueden ser metales, cerámicas o polímeros y, a menudo, se denominan materiales biomédicos para distinguirlos de los materiales biológicos naturales.

Vázquez et al., (2021) menciona dos tipos de bioplásticos:

- **Plásticos biobasados:** Los plásticos biobasados están hechos de biomasa, materia orgánica que crean organismos vivos a partir de recursos naturales renovables,

típicamente plantas, algas y microorganismos. En algunos casos, incluso se pueden hacer a partir de residuos. A diferencia de los biopolímeros que se producen directamente en la naturaleza, como el almidón, las proteínas, la lignina y el quitosano, los bioplásticos deben ser tratados químicamente antes de su uso.

- **Plásticos biodegradables:** Aunque existen desde hace décadas, los plásticos biodegradables han ganado un interés renovado en los últimos veinte años como una oportunidad para reducir la durabilidad de los desechos plásticos mediante la bioasimilación, especialmente para productos con una vida útil corta. La biodegradación es el proceso por el cual las sustancias son transformadas por microorganismos o las enzimas que producen. El carbono orgánico contenido en las moléculas se convierte en compuestos simples como el dióxido de carbono (CO₂) y el metano.

6.3. Especies vegetales utilizadas para la producción de bioplásticos

6.3.1. Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo muy importante en el Ecuador, del cual se obtiene el azúcar, producto de primera necesidad en la población ecuatoriana e ingrediente principal en muchos productos elaborados y semielaborados destinados al consumo masivo. Además, puede producir alcohol como carburante y proporcionar el bagazo para la cogeneración. Es una fuente importante de mano de obra, directa o indirectamente a través de los ingenios azucareros, los cañeros y las empresas industriales o pequeñas (CINCAE, 2004).

De hecho, su cultivo es uno de los más continuos e importantes del país, Guayas, Cañar, Imbabura y Loja son las provincias que más caña de azúcar producen, en Manabí se elabora miel, guarapo y el currincho de Junín, en Baños a caña de azúcar también toma mucha relevancia ya que a base de este producto se preparan las deliciosas y tradicionales melcochas, caramelos, alfeñiques y mermeladas (Ramírez, 2018).

6.3.2. Bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Rivera, (2010) indica que el bagazo es el residuo del proceso de fabricación del azúcar a partir de la caña, es el resto del tallo de la caña después de exprimir el jugo fresco que contiene; tradicionalmente se ha utilizado en los países productores de azúcar como materia prima para la producción de energía en las calderas de los ingenios o centrales azucareros.

Triana, (1990) menciona que el bagazo consta de cuatro componentes: Fibra o bagazo (45%), sólidos insolubles (2-3%), sólidos solubles (2-3%) y agua (49-51%). El bagazo, se encuentra disponible en grandes cantidades en los ingenios azucareros. Su procesamiento, transporte y almacenamiento reduce el riesgo de inversión y la convierte en una materia prima atractiva, en comparación con otras fuentes de lignocelulosa, ya que es un desperdicio importante de la industria que puede ser aprovechada, ya que por cada tonelada de azúcar refinada se producen dos de bagazo (Bolio, 2016).

6.3.2.1. Propiedades del bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Cuando el bagazo sale del molino, su composición es aproximadamente la siguiente:

Tabla 3.

Composición física y química del bagazo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum).

Composición física		Composición química	
Componente	Porcentaje	Componente	Porcentaje
Humedad	50%	Holocelulosa	75%
Sólidos insolubles o fibra	45%	Lignina	20%
Sólidos solubles	5%	Otros componentes	5%

Fuente: *Ecured, (2015)*

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

6.3.2.2. Componentes químicos principales

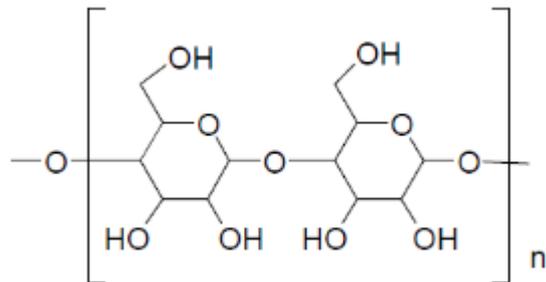
a) Celulosa

Sanz, (2018) define la celulosa como un componente principal de la pared de las células vegetales de las plantas, la madera y la fibra natural, y a menudo se combina con sustancias como la lignina, la hemicelulosa (carbohidratos más cortos, principalmente pentosano), pectinas y ácidos grasos. La celulosa es un polímero lineal compuesto por unidades de glucosa.

Las cadenas de celulosa están unidas en paquetes que se mantienen unidos por enlaces de hidrógeno.

Figura 3.

Estructura química de la celulosa.



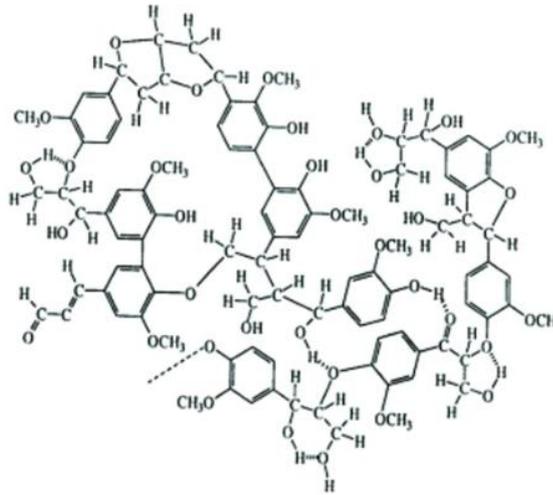
Fuente: *Sanz, (2018)*

La celulosa que se obtiene del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se combina principalmente con lignina y hemicelulosa, proporcionando una fuente de biomasa al mismo tiempo que representa una valiosa alternativa comercial para la industria agroprocesadora por su potencial de empoderamiento en el diseño, procesamiento y producción de biocompuestos y papel.

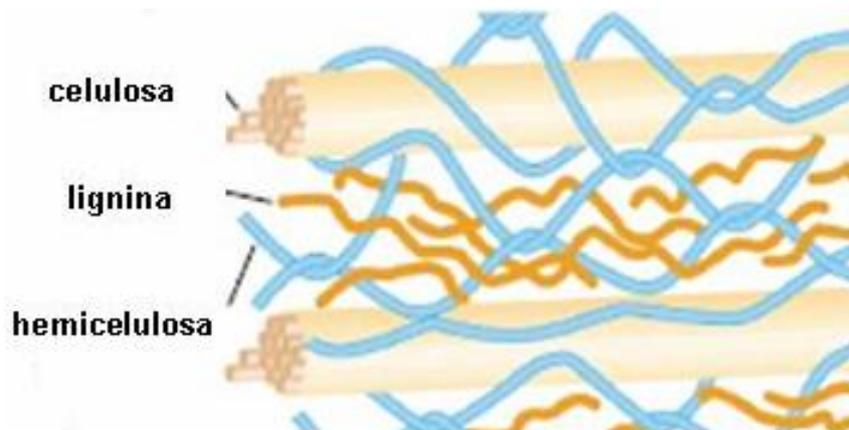
b) Lignina

La lignina es un polímero fenólico con composición diversa debido a sus diferentes monómeros y enlaces, como resultado de la actividad de diferentes enzimas involucradas en la biosíntesis (Barros et al., 2015) y durante la polimerización de la pared celular.

Gutiérrez et. al, (2020) habla que la multifuncionalidad química de la lignina le imparte propiedades muy variadas que permiten un apreciable número de transformaciones químicas. La hidrólisis del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el concepto de biorrefinería produce corrientes ricas en lignina que aún no han sido valorizadas.

Figura 4.*Estructura química de la lignina***Fuente:** Saenz, (2016)

En la Figura 5 se observa la pared celular de las células constitutivas de la biomasa lignocelulósica que se compone de tres componentes principales: celulosa, hemicelulosa y lignina.

Figura 5.*Lignina y celulosa***Fuente:** Sobanski y Rodrigo, (2009)

6.3.3. Almidón

Carballido, (2021) explica que el almidón es un nutriente que contienen los alimentos de origen vegetal, clasificado dentro de los hidratos de carbonos complejos. Es la forma en que las plantas almacenan energía, es necesaria para el crecimiento y la reproducción de la mayoría de las plantas. Las plantas almacenan almidón en raíces, tubérculos y semillas.

El almidón es una materia prima con una amplia gama de usos, desde la textura y consistencia de los alimentos hasta la fabricación de papel, adhesivos y envases biodegradables. Debido a que el almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional ya que es espesante, estabilizante y gelificante (Hernández et al., 2008).

6.3.3.1. Almidón de la cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*)

Para Soto, (2010) el almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) es resistente en el proceso de digestibilidad en personas sanas y sirve de alimento para las bacterias benéficas del duodeno, dicha digestión es muy similar a la fibra soluble. El almidón resistente puede verse como un ingrediente funcional que mejora la calidad de los alimentos. Se llama así porque resiste la digestión por las enzimas que degradan el almidón y llega intacto a los intestinos, donde es fermentado por las bacterias duodenales.

Esta resistencia a la hidrólisis puede explicarse por varios factores, como el grado y tipo de cristalización de los gránulos de almidón, el contenido de amilosa, la morfología de los gránulos, la presencia de complejos almidón-lípido y almidón-proteína. En la Tabla 4 se encuentra la composición física y química del almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*).

Tabla 4.*Composición física y química del almidón de plátano verde (Musa paradisiaca)*

Componente	Porcentaje
Humedad	5.72%
Proteína	2.34%
Lípidos	0.57%
Fibra cruda	1.13%
Ceniza	2.60%
Carbohidratos	87.83%

Fuente: *Soto, (2010)***Elaborado por:** *Chacha y Chiluisa, (2022)***6.3.4. Fécula de maíz**

La fécula de maíz también conocida como harina fina de maíz, almidón de maíz o maicena. El almidón de maíz se puede dispersar en agua para crear una pasta de baja viscosidad que es fácil de mezclar y bombear para actuar como espesante en salsas y chicles (QuimiNet, 2011).

La fécula de maíz cuenta con diversas características como son: la gelatinización que se produce en un intervalo amplio de tiempo, la retrogradación que es la insolubilización y la precipitación espontánea y por último tiene una excelente gelificación como consecuencia de tener una baja viscosidad y es opaca.

Para la Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y Tecnología, (2010) el almidón de maíz es un polímero natural maleable, biodegradable, disponible todo el año, económico y disponible a granel.

6.4. Aditivos utilizados para la producción de bioplásticos.

Normalmente se utilizan varios aditivos para dar soporte, flexibilidad y procesabilidad tales como glicerina, sorbitol, sílice, silicato de calcio, aluminato de calcio y resina.

6.4.1. Resina resaflex

Es una resina o plástico termoestable, por lo que se utilizan en adhesivos, acabados, MDF (tableros de densidad media) y objetos moldeados. Debido a la presencia de grupos amina en su estructura química, es una de las resinas comúnmente denominadas termoplásticas. Los atributos de la resina resaflex incluyen alta resistencia a la tracción, módulo de flexión y la temperatura de distorsión por calor, baja absorción de agua y contracción de moldeo, alta dureza superficial, alargamiento a la rotura y resistencia de volumen (Mariano, 2012).

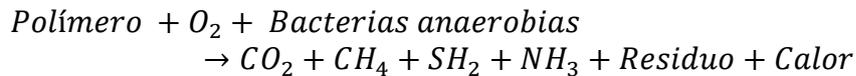
6.5. Parámetros para la evaluación de calidad de un bioplástico.

Para evaluar la calidad del bioplástico se utiliza la biodegradabilidad, toxicidad, la durabilidad, la viscosidad y la estabilidad térmica.

6.5.1. Biodegradabilidad

Envaselia, (2020) indica que la biodegradación de un material es su capacidad de descomponerse en un tiempo determinado. Este es un proceso por el que los materiales u objetos cambiarán su estructura a nivel físico y químico hasta que solo queden los elementos que los componen (como el carbono o el hidrógeno).

Los artículos desechables, denominados biodegradables, están diseñados para reducir su impacto en el medio ambiente al degradarse más rápido, lo que les permite ser reutilizados en la naturaleza por un corto tiempo en comparación con los materiales convencionales. Se entiende por biodegradabilidad la descomposición aeróbica o anaeróbica de un material por acción enzimática de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas bajo condiciones normales del medio ambiente (Ruiz et al., 2012). A continuación se presentan las ecuaciones 1 y 2 de la reacción en medio aerobio y la reacción en medio anaerobio.

Ecuación 1.*Reacción en medio aerobio***Fuente:** (Rodríguez, 2012)**Ecuación 2:***Reacción en medio anaerobio***Fuente:** (Rodríguez, 2012)**6.5.2. Toxicidad**

La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, (2019) explica que la palabra “toxicidad” describe el grado en el cual una sustancia es venenosa o puede causar una lesión. La toxicidad depende de muchos factores: dosis, duración y vía de exposición, forma y estructura de la sustancia química, así como factores humanos.

Kandelin, (2019) explica que aún se está estudiando el impacto de los biopolímeros en la salud humana, pero se han observado algunas tendencias. Se ha demostrado que los biopolímeros elaborados a partir de cadenas de carbono no tienen efectos negativos directos sobre la salud humana o animal terrestre. En organismos acuáticos, se ha demostrado que reducen la absorción de oxígeno a través de las branquias. En general, los biopolímeros se descomponen en productos relativamente inofensivos que causan pocos problemas de salud inmediatos. Por otro lado, el Centro de Derecho Ambiental Internacional, (2019) explica que los plásticos llegan al ambiente, ya sea en forma de macro o micro plásticos, contaminan, y se acumulan en la cadena alimentaria a través de las tierras agrícolas, las cadenas alimentarias terrestres y acuáticas y las fuentes de agua. De esta manera, puede liberar fácilmente aditivos tóxicos o concentrar toxinas que ya están en el medio ambiente, aumentando nuevamente su biodisponibilidad a la exposición directa o indirecta de humanos.

6.6. Aplicación de Bioplásticos

En los últimos años, la investigación se ha vuelto activa en el desarrollo de nuevos materiales "eco-amigables" en prácticamente todos los campos industriales por la concienciación social sobre la protección del ambiente. En este aspecto, los polímeros biodegradables se han convertido en una de las alternativas al plástico convencional que mejor se ajustan a este objetivo. En la tabla 5 podemos ver ejemplo de la aplicación de bioplástico.

Tabla 5.

Ejemplos de aplicación del bioplástico.

Aspecto	Ejemplo
Medicina	Prótesis, implantes, ingeniería de tejidos o dispositivos de administración de medicamentos
Fabricación de empaques	Botellas de champú, envases de alimentos, utensilios sencillos para comer, bolsas de basura

Fuente: *Labeaga, (2018)*

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

6.6.1. Envases biodegradables de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Los envases realizados de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) no solo es lo suficientemente resistente para contener líquidos como el plástico, sino que también es mejor que la vajilla biodegradable hecha de materiales reciclados, sino que también llama la atención el tiempo de descomposición que dura de 30-45 días y pierde por completo su forma después de 60 días.

Para Lie, (2020) el proceso de fabricación de los envases emite un 97% menos de CO₂ que los envases de plástico disponibles comercialmente y un 65% menos de CO₂ que los productos de papel y el plástico biodegradable. Uno de los problemas más grandes es hacer que el proceso de fabricación sea más eficiente energéticamente y reducir aún más el costo para competir con el plástico.

7. MARCO LEGAL

Para el desarrollo de bioplásticos, no existe normativa aplicable que regule este tipo de producción, sin embargo varias normativas se ajustan al proceso, o directamente al residuo generado.

Según la Constitución de la República del Ecuador, 2008, Art. 397, 411.

[...] **Art. 397.-** “...” En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente “...”, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.
2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.
3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente. [...]

[...] **Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua [...].

Según la ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de Un Solo Uso, 2020, Art. 1,6.

[...] **Artículo 1.-** Objetivo: La presente ley tiene por objeto establecer el marco legal para regular la generación de residuos plásticos, la reducción progresiva de plásticos de un solo uso, mediante el uso y consumo responsable, la reutilización y el reciclaje de los residuos y, cuando sea posible su reemplazo por envases y productos fabricados con material reciclado o biodegradables con una huella de carbono menor al producto que está siendo reemplazado, para contribuir al cuidado de la salud y el ambiente.

Artículo 6.- Definiciones. -Para efectos de la presente ley, se definen los siguientes términos:

Biodegradable: Que puede descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos, como el sol, el agua, las bacterias, las plantas o los animales, sin la intervención del ser humano, bajo condiciones normales del ambiente. Para efectos de esta ley, el tiempo para la biodegradación total del desecho no podrá superar los 24 meses y deberá tener la certificación correspondiente.

Bioplásticos: Son un tipo de plástico, derivados de productos vegetales, biodegradables y/o compostables y que pueden reemplazar a los plásticos derivados del petróleo.

Bolsa/funda: Es una especie de saco de papel, plástico, tela u otro material, que se utiliza para guardar o trasladar cosas. Puede tener o no asas para facilitar su manejo.

Botellas plásticas: Recipiente de plástico diseñado para contener bebidas.

Botellas plásticas no retornables: Son aquellas que, después de haber sido consumido su contenido, no retornan al productor para ser utilizadas nuevamente en el ciclo de producción. Generalmente elaboradas con Politereftalato de etileno (PET).

Compostable: Material biodegradable que al recibir una disposición adecuada, se degrada en un tiempo más corto (de 8 a 12 semanas) y cuya finalidad es convertirse en abono o compost.

Desechable o descartable: Destinado a ser usado una sola vez; que se puede o debe desechar, puesto que se considera innecesario o inútil.

Economía circular: Es un modelo económico sostenible, que busca crear valor mediante la gestión de recursos, bienes y servicios a través de la reducción, reutilización y reciclaje de los elementos involucrados en los procesos productivos.

Envase o empaque primario: Cualquier recipiente o envoltura de tipo sanitario elaborado con materiales resistentes, inocuos, que entra en contacto directo con el producto, conservando su integridad física, química y sanitaria, facilitando su manejo en el almacenamiento y distribución. **Envases PET:** Botellas y contenedores fabricados con tereftalato de polietileno.

Microplásticos: Partículas pequeñas o fragmentos de plástico que miden menos de 5mm de diámetro y que se derivan de la fragmentación de bienes de base plástica de mayor tamaño, que puede persistir en el ambiente en altas concentraciones, particularmente en ecosistemas acuáticos y marinos, pudiendo ser ingeridos y acumulados en los tejidos de los seres vivos.

PET (tereftalato de polietileno): Es un polímero de condensación termoplástico y material muy usado en la producción de una gran diversidad de envases de bebidas y fibras textiles.

Plásticos: Compuesto macromolecular orgánico obtenido por proceso de polimerización (policondensación, poliadición y otros), a partir de monómeros y otras sustancias de partida, o por modificación química de macromoléculas naturales. A dicho compuesto macromolecular puede añadirse otras sustancias, como aditivos, cargas, colorantes y pigmentos.

Poliestireno: Polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno monómero. Existen cuatro tipos principales: Poliestireno Cristal, Poliestireno de Alto Impacto, Poliestireno Expandido y Poliestireno Extruido.

Residuos plásticos: Cualquier bien de base polimérica cuyo productor o dueño considera que no tienen valor suficiente para retenerlo y por lo tanto es desechado. Estos residuos no son biodegradables y su degradación puede durar décadas o centenas de años.

Reutilización: Es la acción que permite volver a utilizar los bienes o productos desechados y darles un uso igual o diferente a aquel para el que fueron concebidos.

8. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Es posible elaborar envases biodegradables a partir de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) proveniente de la hacienda Nahuel?

9. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H₀): Todos los tratamientos de los platos biodegradables presentan un porcentaje de biodegradación mayor al 30%.

Hipótesis alterna (H₁): Al menos uno de los tratamientos de los platos biodegradables presenta un porcentaje de biodegradación menor al 30%.

10. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS E INSTRUMENTOS)

10.1. Descripción del área de estudio

La siguiente investigación obtuvo la materia prima de la hacienda “Nahuel” productora de panela orgánica a partir de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), ubicada en la parroquia Puerto Quito, en una plantación de 9 hectáreas. El estudio se desarrolló bajo la línea de investigación del ecodiseño, que indaga formar un producto en base a criterios ambientales, en donde se aprovechó los residuos de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) extraído del proceso de producción de la panela y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*), la metodología se realizó por ensayo prueba y error en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicada en la Panamericana Norte E35 s/n Vía a Quito, parroquia Eloy Alfaro en el barrio Salache del Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

10.2. Métodos

10.2.1. Método inductivo

Parella y Martins, (2015) explican que el método inductivo alude a aquellos procedimientos que van de lo simple a lo compuesto, es decir, de las partes al todo. Se caracterizan porque incluyen una síntesis.

Se aplicó este método debido a que permite plantear una hipótesis de investigación a partir de la observación, análisis y clasificación del problema de la contaminación ambiental por envases

de poliestireno, esto permitió el desarrollo de un plato biodegradable a partir de residuos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*).

10.3. Diseño de investigación

10.3.1. Diseño experimental

Según Hernández et al., (2007) el diseño experimental es la manipulación intencional de una o más variables independientes. Para tal efecto, la variable independiente se considera como la causa hipotética en esta relación entre variables, la variable dependiente es el efecto causado por la variable independiente.

Este método permitió desarrollar envases biodegradables a escala de laboratorio, probando con diferentes cantidades de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*), esperando obtener una mezcla óptima que sirva como sustituto de poliestireno. Siendo amigable para el ambiente, barato y de manufactura más sencilla.

10.4. Tipo de investigación

10.4.1. Investigación documental

Para Rus, (2020) define la investigación documental como aquella que obtiene la información de la recopilación, organización y análisis de fuentes documentales escritas, habladas o audiovisuales.

Este tipo de investigación se utilizó para la recopilación de la información la cual se dividirá en dos etapas:

1. Seleccionar las fuentes de información.

Una vez definido el problema a investigar, se consultó diferentes fuentes de información, entre reportes técnicos, patentes, revistas especializadas y tesis doctorales; empleando diferentes bases de datos bibliográficos y portales que indexan producción científica nacional, regional e internacional como: Lilacs, Scielo, Dialnet, Redalyc, Portales Regionales, entre otras. Que tengan información sobre platos biodegradables en base a la fibra de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón del plátano verde (*Musa paradisiaca*).

2. Proceso de revisión de la literatura

Esta investigación permitió que la información sea recolectada, seleccionada, clasificada y analizada para obtener una fuente para el trabajo de investigación. Se empleó información sobre los envases biodegradables en el Ecuador realizados en base al bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), además de métodos con los que se puede tratar la materia prima.

10.4.2. Investigación de campo

Mugira, (2020) explica que la investigación de campo es el proceso de recolección de datos nuevos utilizando fuentes primarias, para un objetivo específico. La investigación de campo es de gran utilidad para obtener información cualitativa a través de la observación.

Se utilizó esta investigación para recolectar datos sobre los platos biodegradables a través de la observación, por ejemplo los cambios generados en la prueba de biodegradabilidad y el nivel de toxicidad.

10.5. Técnicas

10.5.1. Observación

Para Palella y Martins, (2015) la observación consiste en estar a la expectativa frente al fenómeno, del cual se toma y se registra información para su posterior análisis; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos.

Esta técnica se utilizó para describir el paso a paso del proyecto, así como para especificar los cambios generados en los tratamientos en el proceso de experimentación.

Este proyecto de investigación se elaboró en 3 etapas las cuales son: la extracción de la harina de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), la elaboración del plato y los parámetros de evaluación de calidad del bioplástico.

10.5.2. Descripción del proceso de extracción de la fibra de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Para este procedimiento se seguirá la metodología establecidas por Barreiro y Coronel, (2021), donde se extrae la harina del bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

10.5.2.1 Recepción de la materia prima

Se utilizó bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el cual se debe verificar que se encuentre en estado fresco y libre de partículas extrañas.

10.5.2.2. Secado

El bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se distribuyó de forma homogénea en rejillas de acero inoxidable en la estufa de secado marca “BINDER” modelo FD 115-UL (E2) a una temperatura de 50°C por un tiempo de 8 horas, se realizó este paso con el objetivo de eliminar el vapor de agua, para ello, se debe manejar una temperatura constante durante un periodo de tiempo dependiendo de la estufa utilizada.

Figura 6.

Rejilla de acero inoxidable.



Fuente: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

10.5.2.3. Molido y tamizado

Una vez obtenida la reducción de humedad se procedió a moler en un molino manual marca “CORONA”, para obtener harina del bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para posteriormente enviarlo a un tamiz de diámetro 0.5 mm. Este procedimiento se hace con el fin de alcanzar un tamaño de partícula inferior a 300 μm .

Figura 7.*Molino "CORONA"*

Fuente: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

10.5.3. Descripción del proceso de elaboración de los platos biodegradables

Se siguió la metodología establecida por Barreiro y Coronel, (2021) donde se elaboró la masa y prensó el plato.

10.5.3.1. Mezclado

Se homogeneizó la mezcla de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), almidón de la cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*), fécula de maíz, resina resiflex, cal dolomita (carbonato de calcio + carbonato de magnesio) y agua. Se fue probando diferentes cantidades de los componentes hasta tener una mezcla consistente de color marron claro y aterciopelada.

10.5.3.2. Prensado

Para esto se utilizó una prensa hidráulica y con moldes de la figura del plato en base a las necesidades del proyecto. Se ejerció presión hasta obtener la forma del plato.

10.5.3.3. Secado

Los envases obtenidos fueron sometidos a una temperatura ambiente (25°C y 30°C) con una humedad relativa del 75%. Se controló la humedad midiendo el peso inicial y el peso final del plato. El tiempo promedio de secado esperado es de 3 días.

10.5.4. Parámetros de evaluación de calidad del bioplástico.

Debido a la naturaleza del producto se realizaron pruebas de factibilidad que consisten en la prueba de biodegradabilidad y el nivel de toxicidad.

10.5.4.1. Porcentaje de biodegradación del plato

El porcentaje de biodegradación se determinó mediante la pérdida de peso del biopolímero.

Se siguió la metodología establecida por Espina et al., (2016), donde se registró el peso inicial de las muestras del material en un diámetro de 10 cm, usando una balanza analítica marca “RADWAG”. Para posteriormente exponer las piezas a la intemperie durante seis semanas, donde se calculó la pérdida de peso mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 3.

Porcentaje de biodegradación.

$$PP = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Donde:

PP= Pérdida de peso

W1 = Masa inicial de las muestras

W2 = Masa final de las muestras

10.5.4.2. Prueba de nivel de toxicidad

Para esta prueba se siguió el método establecido por *Servizo Galego de Saúde*, (2016) para realizar pruebas de parche con la finalidad de investigar si tiene alguna alergia de contacto.

Para ejecutar esta prueba se necesitó de 3 sesiones:

1. Durante la primera sesión se colocó en la espalda o brazo de 10 personas cintas adhesivas las cuales van a contener la muestra de la mezcla de los platos. Las cintas deben estar pegadas por 48 horas. Durante ese tiempo es importante:
 - No mojar la zona en donde se encuentra el parche.

- No rascar la zona.
 - No practicar ejercicios bruscos que puedan mover la cinta.
 - No sudar en exceso para evitar que la cinta se despegue.
2. En la segunda sesión, se levantaron los parches para observar si aparece alguna prueba positiva pero, para hacer la primera lectura se debe esperar entre 30 y 60 minutos, ya que la piel estuvo tapada todo el tiempo por un esparadrapo por lo que se debe dar tiempo de recuperación. Las lecturas se realizaron a las 48 y 96 horas desde su aplicación, por tanto:
- No se debe mojar la zona donde estaban los parches.
 - No rascar la zona.
 - No sudar en exceso para evitar que la piel se irrite.
3. En la tercera sesión se realizó la última lectura de los resultados de las pruebas.

Para expresar los resultados, a partir del parche #1 se observó el estado de la piel de la zona en donde se ubicó el parche y teniendo en cuenta la escala de valor en la Tabla 6 y Figura 8.

Tabla 6.

Escala de valor de respuestas de las pruebas de parche

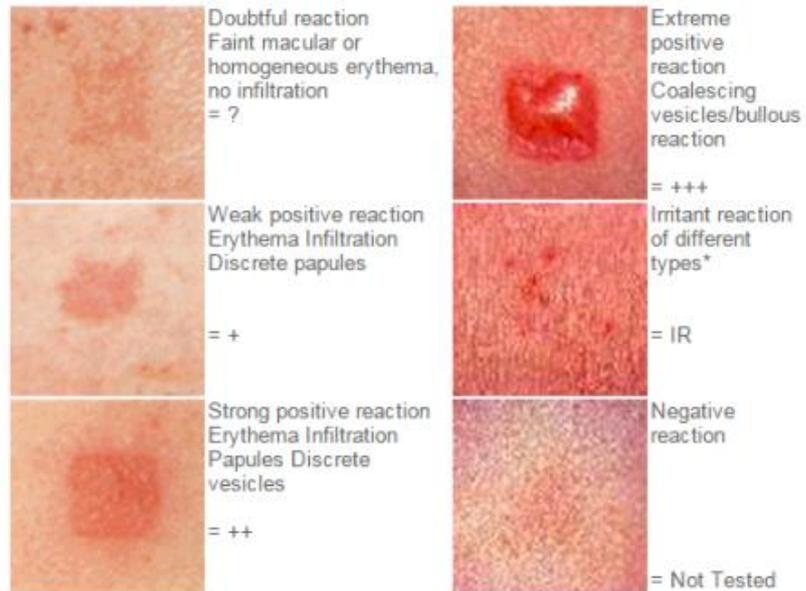
Escala de valor de respuestas de las pruebas de parche					
Positivo extremo	Positivo fuerte	Positivo débil	Irritante	Dudoso	Negativo
(+++)	(++)	(+)	(IR)	(?)	(-)
Reacción con ampollas, vesículas coalescentes	Eritema, infiltración, vesículas discretas, pápulas.	Eritema, infiltración, pápulas discretas.	Eritema discreto, irregular, folicular u homogéneo sin infiltración	Eritema leve u homogéneo sin infiltración	No presenta ninguna reacción

Fuente: *Vivas, (2014)*

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

Figura 8.

Escala de valor de respuestas de las pruebas de parche

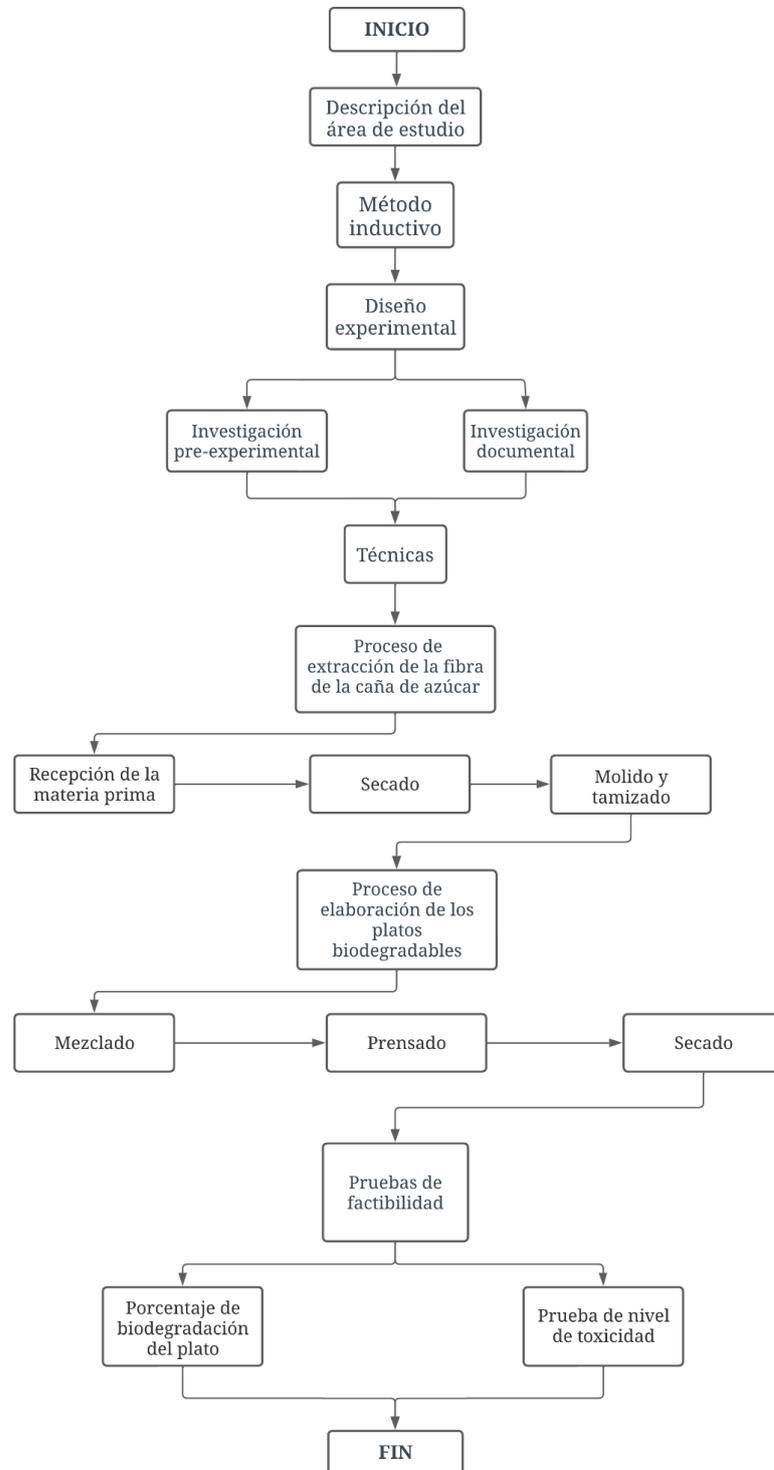


Fuente: *T.R.U.E. Test, (2014)*

10.6. Diagrama de flujo de la metodología

Figura 9.

Diagrama de flujo de la metodología.



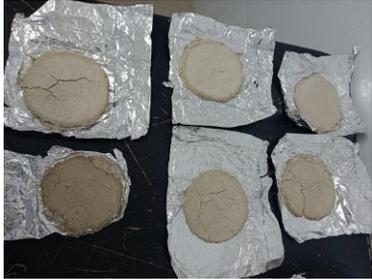
Elaborado por: Chacha y Chiluisa, (2022)

En la Tabla 7 se detallan las fechas y el procedimiento seguido para la elaboración del plato biodegradable.

Tabla 7.

Fechas y actividades realizadas.

Fecha	Actividad	Observaciones	Foto
09-11-2022	Secado del bagazo de la caña de azúcar	El nivel de secado del bagazo de la caña de azúcar define la facilidad de la molienda.	
12-11-2022	Molido del bagazo de la caña de azúcar	Se observó que entre más seca esté la caña la molienda toma menos tiempo, y es más efectivo el trozado del bagazo al introducirlo al molino.	
!7-11-2022	Realización de la masa para los platos	El tiempo en la estufa para su secado fue mayor que el secado del bagazo de caña.	
		Al no estimar el tiempo de secado las primeras muestras se quemaron, por lo que se decidió secar a temperatura ambiente	

20-11-2022	Secado de las muestras	Algunos de los tratamientos se quebraban, por lo que se escogieron los tratamientos intactos para realizar los platos	
	Se comenzó la prueba de biodegradabilidad con las muestras intactas		
01-12-2022	Se volvió a realizar la masa para los platos de los tratamientos quemados y quebrados	Se notó que la harina extraída del bagazo de la caña de azúcar debía ser bien fina para facilitar la compactación de la masa, esto se logró con la ayuda de un tamiz.	
	Pruebas de biodegradabilidad	En las semanas del pesaje existió disminución del peso de las muestras, pero en los días lluviosos el peso aumentaba por la humedad, debido al uso de materiales hidrofílicos.	
15-12-2022	Pruebas de biodegradabilidad	En algunas de las muestras, se podía observar colonias de moho, perdían peso y la forma de la muestra ya no era visible	

12-01-2023	Pruebas de biodegradabilidad	Las muestras fueron biodegradables y se mezclaban con el medio.	
15-01-2023	Prueba del nivel de toxicidad	Se colocó parches en los individuos de prueba	
19-01-2023	Prueba del nivel de toxicidad	Al retirar la prueba, no existieron reacciones alérgicas para ningún individuo.	
04-02-2023	Prensado de los platos	Se notó que se necesitaba mayor cantidad de masa, ya que en el momento de secar los platos estos se trizaban, ya que al prensarlos la masa se esparce por el tamaño del plato.	
14-02-2023	Prensado de los platos	Se aumentó la cantidad de masa y los platos se secaron sin mayor dificultad obteniendo la forma deseada.	

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

11. DISEÑO EXPERIMENTAL

11.1. Factores de estudio

Factor A: Porcentaje de bagazo de caña de azúcar

Factor B: Porcentaje del almidón del plátano verde

11.2. Niveles

En los niveles se planteó los valores que pueden tener los factores a estudiar.

Tabla 8.

Porcentajes de los factores a estudiar

Factores de estudio	Porcentajes		
Bagazo de caña de azúcar	15%	25%	35%
Almidón del plátano verde			

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

11.3. Tratamientos

Se manejaron tres diferentes porcentajes de bagazo de caña de azúcar (15%, 25% y 35%) y tres porcentajes de almidón de plátano verde (15%, 25% y 35%), de acuerdo a las respectivas combinaciones de factores obteniendo 9 tratamientos a estudiar. Para la asignación de las unidades experimentales a los tratamientos se utilizó el diseño experimental Diseño Completamente al Azar (DCA). En Tabla 8 se observa los tratamientos obtenidos con los porcentajes.

Tabla 9.*Tratamientos*

Tratamientos	Códigos	Descripción	
		% bagazo de caña de azúcar	% almidón de plátano
T1	a ₁ b ₁	15	15
T2	a ₁ b ₂	15	25
T3	a ₁ b ₃	15	35
T4	a ₂ b ₁	25	15
T5	a ₂ b ₂	25	25
T6	a ₂ b ₃	25	35
T7	a ₃ b ₁	35	15
T8	a ₃ b ₂	35	25
T9	a ₃ b ₃	35	35

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

11.4. Unidad Experimental

Cada unidad experimental tuvo un peso total de 74 g como se puede ver a continuación en las tablas 10 y 11.

Tabla 10.*Compuestos de la unidad experimental*

Componente	T1		T2		T3		T4		T5	
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Bagazo de caña	15.00	6.00	15.00	6.00	15.00	6.00	25.00	10.00	25.00	10.00
Almidón de plátano	15.00	6.00	25.00	10.00	35.00	14.00	15.00	6.00	25.00	10.00
Fécula de maíz	15.00	6.00	15.00	6.00	15.00	6.00	15.00	6.00	15.00	6.00
Resina	0.02	0.008	0.02	0.008	0.02	0.008	0.02	0.008	0.02	0.008
Cal dolomita	54.98	21.99	44.98	17.99	34.98	13.99	44.98	17.99	34.98	13.99
Total	100.00	40.00	100.00	40.00	100.00	40.00	100.00	40.00	100.00	40.00
Agua		34.00		34.00		34.00		34.00		34.00
Total mezcla +agua		74.00		74.00		74.00		74.00		74.00

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)***Tabla 11.***Compuestos de la unidad experimental*

Componente	T6		T7		T8		T9	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Bagazo de caña	25.00	10.00	35.00	14.00	35.00	14.00	35.00	14.00
Almidón de plátano	35.00	14.00	15.00	6.00	25.00	10.00	35.00	14.00
Fécula de maíz	15.00	6.00	15.00	6.00	15.00	6.00	15.00	6.00
Resina	0.02	0.008	0.02	0.008	0.02	0.008	0.02	0.008
Cal dolomita	24.98	9.99	34.98	13.99	24.98	9.99	14.98	5.99
Total	100.00	40.00	100.00	40.00	100.00	40.00	100.00	40.00
Agua		34.00		34.00		34.00		34.00
Total mezcla +agua		74.00		74.00		74.00		74.00

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se consiguió producir el polímero biodegradable utilizando diferentes porcentajes de fibra obtenida de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*), fécula de maíz, resina, cal dolomita y agua (Tablas 10 y 11). Todos los tratamientos cumplieron con las expectativas del biopolímero, ya que presentaron una buena consistencia y estuvieron dentro del rango de biodegradabilidad. La Tabla 12 detalla las proporciones ideales de los componentes.

Tabla 12.

Proporciones ideales de los componentes

Componente	T3		T5		T6	
	%	g	%	g	%	g
Bagazo de caña	15.00	6.00	25.00	10.00	25.00	10.00
Almidón de plátano	35.00	14.00	25.00	10.00	35.00	14.00
Fécula de maíz	15.00	6.00	15.00	6.00	15.00	6.00
Resina	0.02	0.008	0.02	0.008	0.02	0.008
Cal dolomita	34.98	13.99	34.98	13.99	24.98	9.99
Total	100.00	40.00	100.00	40.00	100.00	40.00
Agua		34.00		34.00		34.00
Total mezcla +agua		74.00		74.00		74.00

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

Como se mencionó en la Tabla 2, estos materiales tienen una serie de ventajas sobre los plásticos tradicionales ya que en sus componentes no tiene derivados del petróleo, son capaces de degradarse completamente en un periodo corto de tiempo y algunos son compatibles con el organismo humano.

Para Labeaga, (2018) un polímero biodegradable es de origen animal, marino, vegetal e incluso bacteriano. Ejemplos de estos polímeros son almidón, celulosa, polisacáridos, proteínas,

polihidroxicanoatos. Debido a agentes ambientales su estructura molecular se irá transformado en sustancias simples o en componentes menores como agua, dióxido de carbono y biomasa que finalmente se asimilan al medio ambiente.

La concentración óptima de fibra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) se encuentran en el tratamiento 5 (proporciones 25% y 25%), pues la consistencia de la masa era plástica, y esto permite que sea prensada y tome la forma deseada del plato. Según Doménech et al., (2007) define la plasticidad como la capacidad de un material para ser deformado sin ruptura durante la aplicación de una fuerza externa que exceda un valor crítico, luego mantenga la deformación resultante después de eliminar o reducir la fuerza por debajo de este valor. Confirmando que los resultados obtenidos presentan las características de deformación y plasticidad sugeridas.

Los biopolímeros obtenidos de los 9 tratamientos no lograron el acabado superficial deseado, es decir, que los tratamientos no se adaptaron a la forma del molde de la prensa. Esto se debe a que durante el proceso de prensado, el grosor de la masa se reduce principalmente en las paredes del plato, provocando que exista menos cantidad de masa que de sostén al plato ocasionan que en la etapa de secado el plato se comience a trozar (Cabrera & Novoa, 2016).

12.1. Evaluación de la biodegradabilidad

Para la evaluación de biodegradabilidad la muestra del plato fue expuesta a la intemperie durante seis semanas sin presencia de agua, en donde se observó presencia de moho a partir de la tercera semana.

Figura 10.*Proceso de degradación de las muestras***Elaborado por:** Chacha y Chiluisa, (2022)**Tabla 13.***Evaluación de biodegradabilidad*

Tratamiento	S*1	S*2	S*3	S*4	S*5	S*6	Biodegradabilidad
	g	g	g	g	g	g	%
T1	22.702	22.548	21.795	20.565	18.031	14.283	37.085
T2	29.272	29.044	27.423	25.359	22.872	17.389	40.595
T3	31.040	30.754	28.065	26.674	23.994	16.506	46.823
T4	31.406	31.160	28.034	25.472	20.784	18.021	42.619
T5	31.409	31.152	25.456	20.013	17.891	9.193	70.731
T6	32.840	32.431	25.029	19.497	12.623	2.594	92.101
T7	27.101	26.181	23.893	19.992	13.785	6.267	76.875
T8	33.429	32.227	27.125	22.184	16.826	6.641	80.134
T9	33.311	32.061	28.293	23.591	17.023	8.567	74.282

*Nota: s = número de semana, verde mayor y menor porcentaje.***Elaborado por:** Chacha y Chiluisa, (2022)

Como se observa en la Tabla 13 el tratamiento que presentó mayor porcentaje de biodegradabilidad es el 6, correspondiente a un 92.101%, este valor concuerda con lo mencionado por Ruiz et al., (2016), quienes detallan que un plato elaborado con bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) posee una biodegradabilidad entre 30% y 70%. A la vez se ajusta con Chacón et al., (2020), quienes explican que el bioplástico elaborado con almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) tiene una biodegradabilidad del 73.16%. Afirmando que los materiales utilizados en el proceso de elaboración del plato han cumplido con los objetivos planteados en el proyecto ya que tiene un porcentaje de biodegradabilidad promedio de 62.360%.

Para Aguilar, (2010) los efectos inevitables del deterioro del bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el almacenamiento es el oscurecimiento de las fibras por acción de los hongos, ya que es un sustrato rico para el desarrollo de microorganismos y la degradación de la misma que provoca la pre-hidrólisis ácida de los materiales celulósicos. En el caso de esta investigación, las muestras presentaron oscurecimientos y pequeñas manchas características de colonias de hongos y mohos.

Por otro lado, Cárdenas, (2018) explica que el almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) debido a su naturaleza hidrofílica. Es decir, tiene la capacidad de absorber agua, la cual está directamente relacionado principalmente con la degradación del material, ya que promueve el cultivo de bacterias y hongos que degradan el almidón. En las muestras elaboradas en el laboratorio se evidenció un aumento en el peso los días de precipitación, demostrando que las muestras almacenaban la humedad del ambiente.

La norma ISO 14855-2 (2019), como criterio, asume que los envases fabricados con biopolímeros de origen vegetal deben poder biodegradarse al menos en un 90% en seis meses. Al finalizar la investigación los platos tuvieron un proceso de degradación de 6 semanas, en donde el porcentaje de biodegradación mayor fue de 92.101% y el porcentaje de biodegradación menor fue de 37.085%.

12.2. Evaluación del nivel de toxicidad

El nivel de toxicidad se evaluó mediante una prueba cutánea, en donde se evidenció que ninguno de los individuos presentó reacción alérgica a los tratamientos, ya que los componentes de los platos son de procedencia natural.

En relación a la evaluación de la toxicidad posterior a su uso y durante su degradación se ha observado, que la consistencia del plato se convierte en polvo y se mezcla con la superficie del suelo. Por lo que sería ideal evaluar la composición de ese polvo para conocer con exactitud si es o no tóxico para el ambiente.

Tabla 14.

Evaluación de nivel de toxicidad

Individuo	48 horas			96 horas		
	Informe	Lectura	Interpretación	Informe	Lectura	Interpretación
I1	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo
I2	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo
I3	(-)	Eritema leve u homogéneo sin infiltración	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo
I4	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo
I5	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo
I6	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo
I7	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo
I8	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo
I9	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo
I10	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo	(-)	No presenta ninguna reacción	Negativo

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

12.3. Uso del plato biodegradable

Los platos biodegradables del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) pueden ser utilizados con los siguientes sólidos:

Tabla 15.*Usos del plato biodegradable.*

Usos	Sólidos (Cereales, granos)
	Sólidos húmedos (Frutas y verduras)
	Sólidos procesados (Galletas y caramelos)

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)***12.4. Comparativa con el producto tradicional**

Debido a la naturaleza del uso del producto de esta investigación, y aunque la misma está enfocada en brindar una alternativa biodegradable al uso tradicional de platos plásticos, se realizó una comparativa del producto tradicional frente al producto desarrollado, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 16.*Comparativa con el producto tradicional*

Comparativa con el producto tradicional	
Plato biodegradable	Plato plástico (poliestireno expandido)
<ul style="list-style-type: none"> ● Tiempo de degradación de seis semanas. ● Degradación rápida en medio acuoso ● No genera lixiviados ● Ocupa poco espacio en los rellenos sanitarios ● No apto para alimentos líquidos. ● Diseño estético más natural 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tiempo de degradación de más de 500 años ● Se ha encontrado micro plástico en los sistemas digestivos de animales marinos ● Genera lixiviados ● Apto para todo tipo de alimentos ● Diseños tradicionales

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

12.5. Interpretación de datos InfoStat

En la Tabla 17 correspondiente al Análisis de la Varianza se puede observar que:

El coeficiente de variabilidad (CV) en el proyecto fue de 22.01% queriendo decir que el experimento está bien, recordando que en el campo se admite hasta un 25%, queriendo decir que este coeficiente aumenta cuando se tiene datos atípicos, extraños o mal tomados los datos.

Tabla 17.

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	Aj	CV
% Biodegradación	9	0.78	0.55	22.01

Fuente: *InfoStat, (2020)*

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

En la Tabla 18 se puede observar que los valores de p-valor de las variables Factor A y Factor B son mayores a 0.05 lo que sugiere aceptar la hipótesis planteada, la cual propone que todos los tratamientos de los platos biodegradables presentan un porcentaje de biodegradabilidad mayor al 30%.

Tabla 18.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2613.35	4	653.34	3.47	0.1279
Factor A	2069.33	2	1034.66	5.49	0.0713
Factor B	544.02	2	272.01	1.44	0.3373
Error	753.63	4	188.41		
Total	3366.98	8			

Nota: Verde los valores de p-valor de los Factores A y B.

Fuente: *InfoStat, (2020)*

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

13. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Los efectos sociales, económicos y sobre todo ambientales de un producto se determinan a partir de un análisis del ciclo de vida, es decir desde su producción hasta su degradación completa.

13.1. Sociales

La producción de biodegradables aumenta la demanda de insumos agrícolas, satisface la reutilización de residuos y desechos industriales. El plato biodegradable desarrollado en este proyecto cumple con su tiempo de degradación por lo que socialmente ayuda a controlar de manera directa la acumulación de residuos sólidos en rellenos sanitarios dando espacio para otros desechos. Si se tomara de manera industrial su producción generaría trabajo, y en la sociedad se sustituye un producto tóxico que afecta a la salud humana y ambiental, disminuye la contaminación visual y paisajística por plástico, e incluso es una alternativa al plástico que no desprende micro partículas que contaminan nuestros alimentos. Además al ser un producto que no genera lixiviados, elimina la posibilidad de la atracción de plagas como moscas y ratas.

13.2. Ambientales

Este producto al ser biodegradable, compuesto por materiales vegetales no requieren combustibles fósiles para su producción, no generan agua residuales, no contaminan a la misma escala el aire y minimizan los daños a los ecosistemas, no generan gases de efecto invernadero, ni desechos acumulativos, no permanecen largos periodos de tiempo en los ecosistemas, ni se presenta en las cadenas tróficas de la fauna.

13.3. Económicos

Los platos biodegradables son un negocio que genera una forma de vida, es una alternativa económica que ayuda a producir trabajo.

En el mercado el producto tiene un precio razonable en comparación al plástico convencional, su costo representa los 25 centavos por plato a diferencia del tecnopor que se vende aproximadamente a 10 centavos, con la diferencia de 15 centavos se ofrece una alternativa económica y sustentable, biodegradable y sobre todo amigable con el ambiente y la naturaleza.

14. PRESUPUESTO

Tabla 19.

Presupuesto

Recursos	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
			\$	\$
Humano	Personal	2	10	20
Tecnológico	Impresora	1	4	4
Materiales	Almidón de plátano (500 g)	6	1.70	10.20
	Fécula de maíz (400 g)	7	2.25	15.75
	Resina (946.35 ml)	1	4	4
	Cal dolomita (4 kg)	1	2	2
Equipos	Molino de martillo	10	2	20
	Tamiz	1	11	11
	Prensa hidraulica	1	350	350
	Molde de plato	1	50	50
Otros	Transporte	20	5	100
	Alimentación	20	2.50	50
Subtotal				636.95
10% imprevistos				63,695
Total				700.61

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

15.1. Conclusiones

- De acuerdo a los objetivos planteados, se obtuvieron 9 tratamientos de polímeros biodegradables con una buena consistencia y con un alto porcentaje de biodegradabilidad.

- Se determinó que la concentración óptima de la materia prima para la elaboración del plato biodegradable del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) se encuentran en 5 con las proporciones 25% de bagazo de caña de azúcar, 25% de almidón de plátano verde, 15% de fécula de maíz, 0.020% de resina y 34.98% de cal dolomita, la mezcla de estos componentes permiten obtener una mezcla homogénea y plástica, pero no se pudo obtener el acabado superficial puesto que las paredes del plato eran muy delgadas al momento de realizar el prensado y en la etapa del secado estas se trozaban.
- Las pruebas de factibilidad demostraron que el tratamiento 6 tiene mayor biodegradabilidad con un 92.101%, debido a que el bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un sustrato rico para el crecimiento de microorganismos que facilitan la degradación y que el almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) tiene la capacidad de almacenar agua siendo un factor relacionado de igual manera con la degradación, también se determinó que los platos biodegradables no son tóxicos debido al uso de materia prima proveniente de residuos agrícolas.
- Los platos de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*) son biodegradables debido a los materiales de origen vegetal y pueden reemplazar a los plásticos tradicionales derivados del petróleo, además, ocupan poco espacio en los rellenos sanitario y no generan lixiviados.

15.2. Recomendaciones

5.1. General

- Crear envases biodegradables a base de fibra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de la cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*), como sustituto de poliestireno.
- Para la creación de envases biodegradables se recomienda que el uso de materia prima debe caracterizarse por materiales naturales, degradables, orgánicos e hidrofóbicos, para asegurar la biodegradabilidad.
- Los materiales elegidos no deben ser tóxicos para el ser humano y los ecosistemas, así como las concentraciones aplicadas de los aditivos no deben mostrar toxicidad ni antes, ni después del producto.

- Previo a la comercialización de los platos, se deben realizar más pruebas de dureza, fracturabilidad e incluso aumentar el análisis de biodegradabilidad para garantizar la calidad del producto.
- Optimizar las condiciones de procesamiento para mejorar los rangos de producción, por ejemplo tamizar para mejorar la compactación de la mezcla.
- Realizar mayores pruebas de interacción con el medio biótico.
- Evaluar la toxicidad del producto en los seres humanos.
- A largo plazo se podría realizar una evaluación en compostaje para completar el análisis del ciclo de vida del producto.
- Previo a la comercialización de los platos biodegradables se deben realizar más pruebas de dureza, fracturabilidad y deflexión, para garantizar la calidad del producto.

16. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 20.

Cronograma de actividades

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES																				
Actividades	Cronograma del proceso de titulación																			
	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero			
Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Solicitud al director de carrera, elección de la modalidad y asignación de tutores		x																		
Aprobación del tema			x																	
Asignación de tutores			x																	
Estructuración plan de titulación				x																
Aprobación del plan de titulación					x															
Autorización de la continuación del trabajo investigativo						x														
Desarrollo del trabajo de titulación				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
Revisión de los informes mensuales									x	x	x									
Designación de lectores													x							
Aprobación al tribunal de lectores														x						
Culminación del trabajo investigativo														x	x	x				
Entrega de los trabajos investigativos																			x	
Pre-defensa																			x	
Aprobación de la pre-defensa																			x	
Presentación de documentos, y tramites de presentación																			x	x
Aprobación de documentos																			x	x
Defensas de proyectos finales																				x

Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

17. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología. (2010). Plástico biodegradable hecho a base de almidón de maíz. <https://www.dicyt.com/noticias/plastico-biodegradable-hecho-a-base-de-almidon-de-maiz>
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2019). Módulo I – Introducción a la toxicología. *ATSDR*. https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology_curriculum/modules/1/es_lecturenotes.html#
- Arguello, A. y Torres, K. (2021). Diseño y construcción de un equipo de moldeo térmico para la elaboración de platos biodegradables a partir del bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) [Título profesional, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. *Repositorio Académico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14994/1/96T00645.pdf>
- Aguilar, N. (2010). Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel. *SciELO*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000200008
- Arthuz, L. y Pérez, W. (2018). Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial. *Revista Informador Técnico*. https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1638/3614#toc
- Azoulay, D., Villa, P., Arellano, Y., Gordon, M., Moon, D., Miller, K., Thompson, K. & Kistler, A. (2019, febrero). Plastic & Health The Hidden Costs of a Plastic Planet. *CIEL Center for International Environmental Law*. <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/02/Plastic-and-Health-The-Hidden-Costs-of-a-Plastic-Planet-February-2019.pdf>
- Barreiro, F. y Coronel, A. (2021). Bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y almidón de yuca (*Mianihot esculenta*) como sustituto de poliestireno en la elaboración de platos biodegradables. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí*

Manuel

Félix

López.

<https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1402/1/TTAI10D.pdf>

- Barros, J., Serk, H., Granlund, I., & Pesquet, E. (2015). The cell biology of lignification in higher plants. *Annals of Botany*, 115(7), 1053- 1074. doi: 10.1093/aob/mcv046
- Bolio, G. (2016). Obtención de celulosa a partir de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Agro Productividad*, VX(7). <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/784>
- Bonat, M. (2019). ¿Cuáles son los efectos que causa el unicel en el medio ambiente?. <https://www.bonat.com.mx/blogs/biodegradables/cuales-son-los-efectos-que-cause-el-unicel-en-el-medio-ambiente>
- Carballido, E. (2021). Características y tipos de almidón. *Botanical-online*. <https://www.botanical-online.com/alimentos/almidon-caracteristicas>
- Cabrera, C., & Novoa, C. (2016). Influencia de la concentración y temperatura de fermentación de azúcares reductores obtenidos a partir de hidrolizado de bagazo de caña de azúcar, en la obtención de un biopolímero empleando *Bacillus subtilis*. *Agroindustrial Science*, VI(1), 17-27.
- Cárdenas, M. (2018). Extracción de almidón a partir de residuos de banano (*Musa paradisiaca*) para la elaboración de un biopolímero. *Universidad Politécnica Salesiana*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16241/1/UPS-CT007893.pdf>
- Centro de Derecho Ambiental Internacional. (2019). El plástico y la salud. *CIEL Center for International Environmental Law*. <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/03/Plastic-Health-Spanish.pdf>
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. (2004). Fisiología, floración y mejoramiento genético de la caña de azúcar en Ecuador. *Fundación para la Investigación Azucarera del Ecuador*. <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/FISIOLOGIA-Y-MEJORAMTO.pdf>
- Chacón, M., Chipa, H., Huamán, L. y Sernaqué, F. (2020). Biodegradabilidad de los bioplásticos elaborados a partir de cáscaras de *Mangifera indica* y *Musa paradisiaca*.

Scielo. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000400022

Chavez, P., Principe, S., Sanchez, P., Garcia, L. & Vilcatoma, P. (2018). Plato biodegradable a base de hojas de plátano. *Universidad San Ignacio de Loyola*. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8318b255-40e1-48fb-83e0-13c25caa0cea/content>

Chuncho, G. (2020). Los plásticos, un problema ambiental y la salud humana. *Crónica*. <https://cronica.com.ec/2020/07/03/los-plasticos-un-problema-ambiental-y-la-salud-humana/>

Coronel, E. y Lavayen, W. (2017). Contaminación de desechos sólidos y su afectación al ambiente del barrio Vinicio Yagual II - cantón Salinas. *UPSE*. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3948/1/UPSE-TOD-2017-0043.pdf>

Delgado, A. (2018). Tecnopor: la amenaza invisible. *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/el-tecnopor-la-amenaza-invisible/>

Doménech, V., Sanchez, E., Sanz, V., Garcia, J. y Ginés, F. (2007). Estimación de la plasticidad de masas cerámicas mediante la determinación de la fuerza de indentación. *Qualicer*. <https://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/9423041s.pdf>

Ecured. (2015). Bagazo de caña. https://www.ecured.cu/Bagazo_de_ca%C3%B1a

Envaselia. (2020). Qué es biodegradable. *Interempresas*. <https://www.interempresas.net/Envase/Articulos/263319-Que-es-biodegradable.html>

Espina, M., & Cruz, R. (2016). Propiedades mecánicas de bandejas elaboradas con almidón de especies vegetales nativas y fibras de residuos agroindustriales. *Scientia Agropecuaria*, 7(2), 133-143.

Gama, L., Martínez, J., Adams, R. & Rodríguez, F. (2013). Poliestireno expandido (EPS) y su problemática ambiental. *Revista de Divulgación ISSN – 1665-0514* División Académica de Ciencias Biológicas Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

- Godines, M., Juárez, S., Nieto, R. y Senties, M. (2016). Bioplásticos: Soluciones Ambientales. *Instituto Asunción de México* <https://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/Memoria-Congreso-2016/trabajos-ciencias-biologicas/biologia/11.pdf>
- Gutiérrez Villanueva, A. R., Guirola Céspedes, C., de Armas Martínez, A. C., Albernas Carvajal, Y., & Villanueva Ramos, G. (2020). Valorización de la lignina en el concepto de biorrefinería (I). *Revista Centro Azúcar*, 47(3), 95–105. http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/593
- Hernández, M., Torruco, J., Chel, L. y Betancur, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Scielo*. <https://www.scielo.br/j/cta/a/BFmq3pZQMP33pwHsyNjk9Yf/?format=pdf&lang=es>
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2020). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión de Residuos Sólidos. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Residuos_solidos_2020/Boletin_Tecnico_Residuos_2020.pdf
- Kandelin, E. (2019). Implicaciones para la salud de los envases biodegradables. *Desjardin*. <https://www.desjardin.fr/es/blog/health-implications-of-biodegradable-packaging>
- Labeaga, A. (2018). Polímeros biodegradables: importancia y potenciales aplicaciones. *Universidad Nacional de Educación a Distancia Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Química*. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga/Labeaga_Viteri_Aitziber_TFM.pdf
- Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de un solo Uso. Nro. AN-SG-2020-0835-O. (2020). *Asamblea Nacional República del Ecuador*. <https://www.oficial.ec/ley-organica-racionalizacion-reutilizacion-reduccion-plasticos-solo-uso#:~:text=%2D%20La%20presente%20ley%20tiene%20por,por%20envases%20y%20productos%20fabricados>

- Lie, Z. (2020). Esta vajilla hecha de caña de azúcar y bambú se descompone en 60 días. *Mundo Agropecuario*. <https://mundoagropecuario.net/esta-vajilla-hecha-de-cana-de-azucar-y-bambu-se-descompone-en-60-dias/>
- Mariano. (2012). Resinas urea-formaldehído (UF). *Tecnología de los plásticos*. <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/11/resinas-urea-formaldehido.html>
- Martínez, C. y Laines, J. (2013). Poliestireno Expandido (EPS) y su problemática ambiental. *Kuxulkab Revista de Divulgación*. <https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/download/339/262>
- Mayo, J. (2017). Estudio de la disposición final de desechos sólidos en el relleno sanitario de la mancomunidad Pujilí-Saquisilí. *Universidad Técnica De Cotopaxi*. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5907/6/PC-000167.pdf>
- Moncayo, A. & Moncada, A. (2020). Estudio de factibilidad económica para la producción y exportación de platos desechables biodegradables a base de hojas hacía el país de Luxemburgo. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15146/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-579.pdf>
- Muguirra, A. (2020). Tipos de investigación y sus características. *QuestionPro*. https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/#investigacion_de_campo
- Palella, S. y Martins, F. (2015). Metodología de la Investigación Cuantitativa. *Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador*.
- Pareja, M. (2017). ¿Qué es el poliestireno expandido y cómo tratarlo?. *Ecosiglos*. <https://ecosiglos.com/que-es-el-poliestireno-expandido-y-como-tratarlo/#:~:text=Sin%20embargo%2C%20los%20efectos%20del,toneladas%20de%20obasuras%20pl%C3%A1sticas%20que>
- Pizá, H., Rolando, S., Ramirez, C., Villanueva, S., Zapata, A. (2017). Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú. *Universidad de Piura*.

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf

- Plásticos Mania. (2021). Tipos de envases biodegradables. <https://www.plasticomania.com/blog/tipos-de-envases-biodegradables/>
- QuimiNet. (2011). Usos y aplicaciones de la fécula de maíz. <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-de-la-fecula-de-maiz-2653824.htm>
- Rivera, N. (2010). Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel. *Scielo*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000200008#:~:text=El%20bagazo%20es%20el%20residuo,las%20calderas%20de%20los%20ingenios
- Rodriguez, A. (2012). Biodegradabilidad de materiales bioplásticos. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. 2012, vol. 22
- Ruiz, M., Pasto, K. y Acevedo, A. (2012). Biodegradabilidad de artículos desechables en un Sistema de composta con lombriz. *Scielo*. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v24n2/art07.pdf>
- Rus, E. (2020). Investigación documental. *Economipedia*. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-documental.html>
- Salgado, R. (2014). Bioplásticos: productos biodegradables. *Saber Más*. 14-15. <https://www.sabermas.umich.mx/secciones/tecnologia/285-bioplasticosproductos-biodegradables.html>
- Sanz, A. (2018). Tecnología de la celulosa en la industria papelera. *Química Orgánica Industrial*. <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-03.php>
- Saenz, Y. (2016). Agricultura Sustentable: Una Alternativa para suelos Cebaderos en Hidalgo. *Researchgate*. https://www.researchgate.net/publication/327097549_Agricultura_Sustentable_Una_Alternativa_para_suelos_Cebaderos_en_Hidalgo

- Servizo Galego de Saúde. (2016). Información sobre las pruebas de parche. <https://xxisantiago.sergas.gal/DXerais/894/PREPARACI%C3%93N%20PARA%20RUEBAS%20DE%20PARCHE%20E%20INSTRUCCIONES.pdf>
- Sobanski, M. y Rodrigo, J. (2009). El desafío de la lignina. Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida. *Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida*. <https://cerzos.conicet.gov.ar/BoletinCERZOS/2009-16/sabia.htm>
- Solíz, M. F. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Letras Verdes*. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales N° 17, marzo 2015, pp. 4-28.
- Soto, V. (2010). Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa cavendishii*) y banana verde (*Musa paradisíaca*). *Scielo*. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v27n2/v27n2a04.pdf>
- Terán, I. (2017). Diagnósis del consumo de poliestireno expandido en los patios de comida de la ciudad de Guayaquil y propuesta de una política de gestión ambiental para su sustitución. *Universidad de Especialidades Espíritu Santo*. http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2185/1/Titulaci%C3%B3n%20I-2017_Versi%C3%B3nFinal_Ivanna%20Ter%C3%A1n.pdf
- Triana O.L.M. Saavedra. (1990). Atlas del bagazo de caña de azúcar. *GEPLACEA, PNUD, ICIDCA*. Pp.37 – 45.
- T.R.U.E. Test. (2014). Interpretation of Patch Test Results. https://www.truetest.com/global/patch_results.htm
- Vaca, G. (2020). Análisis de la gestión integral de residuos sólidos en el cantón Latacunga, principales actores, 2014-2018. *Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales-Andes*. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/16571/2/TFLACSO-2020GMVR.pdf>
- Vasquez, E. (2018). Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. *Banco Mundial*. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive->

story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management

Vivas, L. (2014). Estandarización de pruebas epicutáneas o patch test con aplicación repetida en humanos (hript) empleada en la determinación de la sensibilidad cutánea a matrices cosméticas mediante la técnica Shelanski. *Universidad ICESI*. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78074/1/estandarizacion_pruebas_epicutaneas.pdf

Vázquez. A., Espinosa R., Beltrán, M., Velasco, M. (2021). Bioplásticos y plásticos degradables. *Asociación Nacional de Industrias del Plástico A.C.* <https://anipac.org.mx/wp-content/uploads/2021/01/bioplasticos.pdf>

18. ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de vida de Alisson Chacha

I. DATOS PERSONALES.

NOMBRES: Alisson Milena

APELLIDOS: Chacha Solano

LUGAR DE NACIMIENTO: Quito – Ecuador.

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1720377249.

FECHA DE NACIMIENTO: 24 de septiembre de 1999.

EDAD: 23 años.

ESTADO CIVIL: Soltera.

DIRECCIÓN: Avenida Simón Bolívar, Barrio Rancho Los Pinos

CELULAR: 0995387772

E-MAIL: alisson.chacha7249@utc.edu.ec



II. DATOS DE INSTRUCCIÓN.

ESTUDIOS PRIMARIOS:

“Unidad Educativa Rincón del Saber ”

“Escuela Fiscal de Niñas Marqueza de Solanda.”

ESTUDIOS SECUNDARIOS:

“Colegio Nacional Emilio Uzcategui”

“Unidad Educativa Victoria Vásquez Cuví – Simón Bolívar – Elvira -ortega”

Títulos: Bachiller en Ciencias

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS:

Universidad Técnica de Cotopaxi (2019 – 2023)

Título: Cursando el Octavo Ciclo de la Carrera de Ingeniería Ambiental

Suficiencia en el Idioma inglés, en la Universidad Técnica de Cotopaxi U.T.C.

ANEXO 2. Hoja de vida de Paola Chiluisa**I. DATOS PERSONALES.**

NOMBRES: Paola Deysi

APELLIDOS: Chiluisa Villa

LUGAR DE NACIMIENTO: Quito – Ecuador.

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 172446979-4

FECHA DE NACIMIENTO: 21 de junio de 1995.

EDAD: 27 años.

ESTADO CIVIL: Soltera.

DIRECCIÓN: Calle OE5D S56-113 Calle S56A/San Fernando Guamani PB/Guamaní-Quito

CELULAR: 0999749589

E-MAIL: paola.chiluisa9794@utc.edu.ec

**II. DATOS DE INSTRUCCIÓN.****ESTUDIOS PRIMARIOS:**

Escuela Fiscal Mixta “Celiano Monge”

ESTUDIOS SECUNDARIOS:

Colegio Nacional Experimental “Amazonas”

Títulos: Bachiller Químico Biólogo

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS:

Universidad Técnica de Cotopaxi (2019 – 2023)

Título: Cursando el Octavo Ciclo de la Carrera de Ingeniería Ambiental

Suficiencia en el Idioma inglés, en la Universidad Técnica de Cotopaxi U.T.C.

ANEXO 3. *Secado de la caña de azúcar (Saccharum officinarum)*



Elaborado por: Chacha y Chiluisa, (2022)

ANEXO 4. *Molido de la caña de azúcar (Saccharum officinarum)*



Elaborado por: Chacha y Chiluisa, (2022)

ANEXO 5. Pesaje de los componentes del biopolímero.



Elaborado por: Chacha y Chiluisa, (2022)

ANEXO 6. Formulación del biopolímero.



Elaborado por: Chacha y Chiluisa, (2022)

ANEXO 7. Mezcla del biopolímero.



Elaborado por: Chacha y Chiluisa, (2022)

ANEXO 8. Biopolímero a escala de laboratorio.



Elaborado por: Chacha y Chiluisa, (2022)

ANEXO 9. *Biodegradabilidad de las muestras.*



Elaborado por: *Chacha y Chiluisa, (2022)*

ANEXO 10. Ficha de datos de seguridad de la cal dolomita

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES CAL AGRICOLA

SECCIÓN I - INFORMACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

Nombre Comercial: **CAL AGRICOLA. CAL PELLETIZADA. CALCITA. MEZCLAS DE CALCITA Y DOLOMITA**

Nombre Químico: Carbonato de Calcio.

N° CAS: 471-34-1 /1317-65-3

N° EINECS: 207-439-9

Recomendaciones de Uso: Agricultura: Enmienda de suelo, mezcla con otros fertilizantes. Suplemento mineral para la alimentación animal. Industriales: Manufactura de pintura, caucho, plástico, adhesivos, papel, dentífricos, cemento, cerámicas, cosméticos, pesticidas, insecticidas, antibióticos, agente neutralizante, aditivo para alimentos.

<Nombre de la empresa>

Fabricante: <Dirección><Pcia><CP>

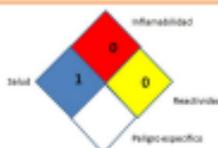
<Teléfono>

Teléfono para emergencias (24 horas): <Teléfono>

SECCIÓN II –IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

CLASIFICACIÓN (según la Directiva 1272/2008/EC) No es una sustancia o mezcla peligrosa.

Pictograma:



El producto no se considera tóxico para humanos bajo condiciones normales de uso. Sin embargo, contemplando buenas prácticas de higiene industrial, la exposición a cualquier químico debe mantenerse al mínimo.

Palabra de advertencia: No aplica

Indicaciones de peligro: No aplica

Consejos de prudencia: No aplica

Prevención El contacto de este producto puede producir lagrimeo e irritación en los ojos. Por inhalación puede causar estornudos e irritación leve. Es de baja toxicidad.

Intervención Recolecte el producto y disponga del mismo en destinos apropiados para su uso como fertilizante

Almacenamiento Almacénese en un lugar seco. Puede conservarse a granel o embolsado

Eliminación Disponga del contenido y envase de acuerdo a las regulaciones locales, regionales, nacionales e internacionales

CLASIFICACIÓN (Según la Directiva 1999/45/CE – o Directiva 67/548/CEE) No es una sustancia peligrosa

SECCIÓN XI – INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Vías de exposición:	Inhalación. Ingestión.
Carcinogenicidad, mutagenicidad y otros efectos:	El producto no es carcinógeno, mutagénico ni tetarogénico según ACGIH, EPA, IARC, OSHA. Puede contener trazas de silicio, que sí es considerado carcinógeno por estos organismos.
Datos en animales:	Ensayos en la superficie de los ojos de conejo no evidenciaron efectos. Es de baja toxicidad.

SECCIÓN XII – INFORMACIÓN ECOTOXICOLÓGICA

Ecotoxicidad:	No se reconoce ninguna toxicidad a plantas y animales, o peligrosidad para el ambiente.
Persistencia y degradabilidad:	No aplicable
Bioacumulación:	No aplicable
Movilidad:	El producto no es móvil y escasamente soluble en agua. En el suelo reacciona con el tiempo disolviéndose y liberando iones Ca ⁺⁺ .
Aox, contenido de metales:	El producto no contiene halógenos orgánicos ni metales.

SECCIÓN XIII – CONSIDERACIONES PARA DESECHO

Producto sin contaminar puede usarse como fertilizante. Si estuviera contaminado deséchese de acuerdo a las regulaciones estatales, provinciales o municipales en rellenos sanitarios.

ANEXO 11. Ficha técnica de la resina Resaflex


**PRODUCTO: EMULSIÓN VINIL ACRÍLICA
RESAFLEX COMERCIAL**

RTE3 - 5


CÓDIGO: LOVA50E (4739801)
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Látex vinil acrílico al 50% de sólidos de elevado desempeño, excelente resistencia a la abrasión, muy buena adherencia a diferentes sustratos y excelente eficiencia para ligar pigmentos y rellenos.

Por su resistencia al agua se lo usa para empastes, así como imprimante para superficies que serán pintadas, posee buena plasticidad y excelentes propiedades de brillo y transparencia.

PRESENTACIÓN

Totes de 1000 kg
Tambores metálicos de boca ancha, con doble funda de polietileno de 200 Kg.
Presentaciones de 20 kg, 4 kg y 1 kg respectivamente.

DATOS TÉCNICOS

Parámetros	Rango	Método
Viscosidad	1800 - 2600	MT0003
% sólidos	48 - 52	MT0092
pH	4.5 - 5.5	MT0042
Película (5 mils)	Igual STD	MT0015

USOS RECOMENDADOS

Diseñado especialmente para la fabricación de pinturas tanto para exteriores como para interiores con gran resistencia a la abrasión húmeda; de alto desempeño en grafiados, chafados y empastes. Debido a su flexibilidad y tenacidad se la usa en combinación con homopolímeros para aprestar telas.

Para climas fríos (temperaturas menores a 10°C) se recomienda la utilización de un agente coalescente para evitar tener una película quebradiza.

El tiempo de vida útil del producto es de 18 meses a partir de su fecha de fabricación.

PRECAUCIONES

Mantenga cerrado el envase cuando no se lo esté utilizando. Transfíeralo únicamente a envases adecuados colocando todas las etiquetas con las indicaciones apropiadas.

Manténgalo fuera del alcance de los niños.

Manipulación

A pesar de que no es un producto tóxico, se recomienda utilizar el equipo de protección adecuado como guantes y gafas de seguridad.

Almacenamiento

Almacenar el producto en sus recipientes originales cerrados bajo techo en un lugar limpio, seco y lejos de los rayos solares a una temperatura entre 5°C a 30°C.

Primeros Auxilios

PIEL y OJOS lavar con abundante agua y jabón.
En caso de INGESTIÓN no inducir al vómito y llamar al médico inmediatamente.

En caso de incendio

Usar espuma, PQS (Polvo Químico Seco).

INFORMACIÓN Y ASESORÍA

Para otros usos, asesoría o información adicional se recomienda consultar previamente con el Servicio Técnico PINTURAS CONDOR - SHERWIN WILLIAMS ECUADOR.

Nota: Las recomendaciones son generalidades que no implican la responsabilidad del fabricante sobre el uso del producto. El usuario final deberá realizar todas las pruebas y determinar el funcionamiento del producto de acuerdo a sus especificaciones.

ANEXO 12. Aval de traducción**CENTRO
DE IDIOMAS*****AVAL DE TRADUCCIÓN***

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) PARA LA OBTENCIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES”** presentado por: **Chacha Solano Alisson Milena** y **Chiluisa Villa Paola Deysi** egresadas de la Carrera de: **Ingeniería Ambiental**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, 28 de Febrero del 2023.

Atentamente,



Mg. Marco Paul Beltrán Semblantes
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CC: 0502666514