

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Comparación de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: Rivera Condezo, Natalia Glendy

ASESOR: Zacarías Ventura, Héctor Raúl

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)****CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería, Tecnología**Sub área:** Biotecnología ambiental**Disciplina:** Biotecnología ambiental**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74129498

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22515329

Grado/Título: Doctor en ciencias de la educación

Código ORCID: 0000-0002-7210-5675

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofía	Maestro en Ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 04 del mes de abril del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas (Presidente)
- Mg. Frank Erick Cámaras Llanos (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 699-2023-D-FI-UD, para evaluar la Tesis intitulada: "**COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA CAPACIDAD DEGRADATIVA DE LA LARVA TENEBRIOS MOLITOR PARA LA BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES (EN BASE A FÉCULA DE MAÍZ Y POLIESTIRENO), HUANUCO - 2022**", presentado por el (la) Bach. **RIVERA CONDEZO, NATALIA GLENDY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

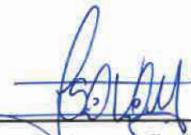
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO..... por UNANIMIDAD.con el calificativo cuantitativo de...14.... y cualitativo de SUFICIENTE..... (Art. 47)

Siendo las 16:00 horas del día 04..... del mes de ABRIL..... del año 2023....., los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas
ORCID: 0000-0002-5114-4114
Presidente


Mg. Frank Erick Cámaras Llanos
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Secretario


Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

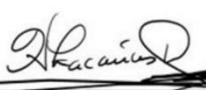
Yo, HÉCTOR RAÚL ZACARÍAS VENTURA, asesor del PA de INGENIERA AMBIENTAL y designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1948-2022-D-FI-UDH del bachiller RIVERA CONDEZO, Natalia Glendy, de la investigación intitulada “COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA CAPACIDAD DEGRADATIVA DE LA LARVA TENEBRIOS MOLITOR PARA LA BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES (EN BASE A FÉCULA DE MAÍZ Y POLIESTIRENO), HUÁNUCO - 2022”

Puedo constatar que la misma tiene un índice de similitud del 17 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 10 de abril de 2023.



Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura
Asesor
DNI N° 22515329
Código ORCID: 0000-0002-7210-567!

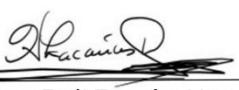
COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA CAPACIDAD
DEGRADATIVA DE LA LARVA TENEBRIOS MOLITOR PARA LA
BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES (EN BASE A
FÉCULA DE MAÍZ Y POLIESTIRENO), HUANUCO - 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	1%
3	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
8	investigacion.cloududh.com Fuente de Internet	<1%


Dr. Héctor Raúl Zácarías Ventura
Asesor
DNI N° 22515329
Código ORCID: 0000-0002-7210-5675

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de poder cumplir esta etapa de mi vida, por poner en mi camino a personas maravillosas que me brindan su apoyo en todo momento.

A mi padre Teófilo Rivera que día y noche me cuida y me brinda todo su apoyo, por ser siempre mi soporte en cada etapa de mi vida, por tus sabias palabras, por ser para mí un ejemplo de perseverancia y valentía frente a todas las adversidades de la vida, por tu amor puro y sincero, te amo inmensamente querido padre.

A mi madre Deysi Condezo, quien siempre me brindó su apoyo moral, por ser la mujer que apuesta todo por mí, por tu amor incondicional de madre. Te amo infinitamente.

A mi querido hermano Luis Rivera, por su cariño, compañía y apoyo moral que siempre me brinda.

A mi novio por todo su apoyo emocional, por el cariño y los consejos durante este proceso. Todo esto fue posible gracias a ustedes.

AGRADECIMIENTO

A Dios quien siempre ilumino cada paso de mi camino, quien permitió que cumpla uno de mis más anhelados sueños.

A la Universidad quien me brindó buena educación, quien me permitió conocer a grandes profesionales, a los docentes de la escuela académica profesional de ingeniería ambiental, a los docentes de la facultad de ingeniería, en especial a mi asesor el Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, quien dedico su tiempo guiándome desde el inicio de la elaboración de mi trabajo, quien con mucho esfuerzo me ayudo a cumplir uno de mis sueños. A mis jurados, Ing. Simeón Calixto Vargas, Mg. Frank Cámara Llanos, Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel, por sus consejos, paciencia y dedicación que hicieron posible que este trabajo se concrete.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO I	11
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	12
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	13
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II.....	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	16
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	18
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	20
2.2. BASES TEÓRICAS	23
2.2.1. CAPACIDAD DEGRADATIVA	23
2.2.2. CONDICIONES QUE ELEVAN LA CAPACIDAD DEGRADATIVA	28
2.2.3. BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES.....	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	45

2.4. HIPÓTESIS	47
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	47
2.4.2. HIPÓTESIS NULA	47
2.5. VARIABLES	47
2.5.1. VARIABLE CALIBRACIÓN	47
2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA	47
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	48
CAPÍTULO III.....	49
METODOLOGÍA LA INVESTIGACIÓN	49
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.1.1. ENFOQUE	49
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	49
3.1.3. DISEÑO	50
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	51
3.2.1. POBLACIÓN.....	51
3.2.2. MUESTRA	51
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	52
3.3.1. PROTOCOLO DE DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	55
3.3.2. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	57
CAPITULO IV.....	58
RESULTADOS.....	58
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	58
CAPITULO V.....	67
DISCUSION DE RESULTADOS.....	67
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIA BIBIOGÁFICA	72
ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales familias de polímeros.....	33
Tabla 2 Clasificación de los plásticos, de acuerdo con su origen de biodegradabilidad.....	40
Tabla 3 Coordenadas de ubicación del lugar donde se realizará el estudio.	51
Tabla 4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
Tabla 5 Indicador de altura (cm)	58
Tabla 6 Indicador de peso (g)	60
Tabla 7 Indicador del volumen (cm ³).....	61
Tabla 8 Peso de excretas (en gramos).....	62
Tabla 9 Eficacia degradativa.....	63
Tabla 10 Prueba de normalidad de datos	64
Tabla 11 Prueba de hipótesis	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Idonella Sakaiensis	24
Figura 2 Pestalotiopsis Microspora	25
Figura 3 Fases de la vida de la larva Tenebrio Molitor	27
Figura 4 Diagrama de los factores que intervienen en la degradación del polímero.....	30
Figura 5 Clasificación de los Biopolímeros	32
Figura 6 Envases descartables a base de poliestireno	34
Figura 7 Fases de la degradación de residuos	37
Figura 8 Aplicaciones de los plásticos biodegradables.....	39
Figura 9 Esquema de polinización de la policaprolactona	42
Figura 10 Polihidroxibutirato	45
Figura 11 “El Marketing digital y las ventas en la Cooperativa Agroindustrial Montevideo, 2022”	55
Figura 12 Indicador de altura	59
Figura 13 Indicador del peso (g)	60
Figura 14 Indicador del volumen (cm ³).....	61
Figura 15 Peso de las excretas (en gramos)	62
Figura 16 Eficacia degradativa.....	63

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo general comparar la eficacia de la capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022. Se trata de un estudio prospectivo, analítico, con intervención y longitudinal. La metodología se realizó a través de la crianza de las Larvas *Tenebrio Molitor* que fueron sometidas a una dieta de envases descartables una a base de poliestireno y otra a base de fécula de maíz durante cuatro semanas (un mes), tomándose datos semanales; para lo cual se contó con 10 recipientes de plástico con las siguientes características: Largo: 9.60 cm, Ancho: 9.60 cm, Alto: 11.50 cm y con capacidad de 680 ml, en 5 de estos frascos se colocó 30 gr. de envase descartable a base de poliestireno y en los otros 5 restantes se colocó 30 gr. de envases descartables a base de fécula de maíz, en cada uno de los 10 recipientes se colocó 100 unidades de larvas *Tenebrio Molitor* que se encuentran en su primer mes del estado larvario. El estudio contempló un diseño experimental verdadero, con dos grupos experimentales intervenidos con el objetivo de hacer comparaciones, el estudio es ubicado dentro del nivel aplicativo. Al concluir las cuatro semanas se obtuvo como resultado en cuanto al poliestireno 10.50 % de altura, 10.00 % en peso y 9.98 % en volumen, mientras que en fécula de maíz como eficacia 23.00 % en altura, 12.00 % en peso y 12.00 % en volumen. Finalmente se concluye que existe una mayor eficacia en la biodegradación de envases descartables a base de fécula de maíz con respecto a los envases descartables a base de poliestireno.

Palabras claves: Degradación Ambiental, Biodegradación, Envases descartables, *Tenebrio Molitor*, Poliestireno.

ABSTRACT

The present study has as general objective to compare the efficiency of the degradative capacity of the *Tenebrio Molitor* larva for the biodegradation of disposable containers (based on corn starch and polystyrene), Huánuco - 2022. It is a prospective, analytical study, with intervention and longitudinal. The methodology was carried out through the breeding of the *Tenebrio Molitor* larvae that were subjected to a diet of disposable containers, one based on polystyrene and the other based on corn starch for four weeks (one month), taking weekly data; for which there were 10 plastic containers with the following characteristics: Length: 9.60 cm, Width: 9.60 cm, Height: 11.50 cm and with a capacity of 680 ml, in 5 of these bottles 30 gr was placed. disposable container based on polystyrene and in the other 5 remaining 30 gr. of disposable containers based on corn starch, in each of the 10 containers 100 units of *Tenebrio Molitor* larvae were placed, which are in their first month of the larval stage. The study contemplated a true experimental design, with two experimental groups intervened with the objective of making comparisons, the study is located within the application level. At the end of the four weeks, the result was obtained in terms of polystyrene 10.50% in height, 10.00% in weight and 9.98% in volume, while in corn starch as efficacy 23.00% in height, 12.00% in weight and 12.00% in volume. Finally, it is concluded that there is a greater efficiency in the biodegradation of disposable containers based on corn starch with respect to disposable containers based on polystyrene.

Keywords: Environmental Degradation, Biodegradation, Disposable containers, *Tenebrio Molitor*, polystyrene.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación por plástico es un problema potencial en todo el planeta. Cada año se vierten al mar 8 millones de toneladas de plástico, lo que equivale a tirar un camión de basura lleno de plástico por minuto. De igual forma, la producción de residuos también se ha incrementado debido al crecimiento poblacional y la falta de educación ambiental de la población. Muchos de estos residuos no tienen una adecuada disposición por que llegan a terminar en los mares, ríos y lago, afectando el habitat en algunas especies acuáticas, e incluso afecta vertientes que abastece de agua a comunidades enteras, en algunos casos son incinerados lo que contribuye en gran medida al cambio climático trayendo consigo un cambio inoportuno en el clima ocasionando desastres naturales de gran dimensión. Se conoce de las características presentes en las Larvas *Tenibrio molitor*, estas son capaces de biodegradar distintos tipos de plásticos, ya que presentan un sistema digestivo muy desarrollado. El tratamiento adecuado para los residuos podría darse desde la crianza y la aplicación de larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de plásticos ya que estas son de difícil descomposición.

En el primer capítulo se detalla el problema, los objetivos y la justificación. En el segundo capítulo se muestran los antecedentes, así como también la parte teórica. En tercer capítulo mencionamos la metodología a utilizar para desarrollar el presente estudios, en la cuarta parte resaltamos los resultados obtenidos y en quinta parte comparamos resultados con otros estudios similares.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En las últimas décadas la contaminación por el uso de poliestireno y el manejo inadecuado de estos fue incrementando de manera prominente, actualmente cumplen un servicio muy importante en la sociedad ya que sirve como recipiente de comida rápida y bebidas calientes, de esta manera provocando un impacto negativo al ambiente. La pandemia que afrontamos trajo consigo el aislamiento social lo cual obligó a las personas a adquirir comida rápida a través deliverys, siendo la principal fuente de generación de envases de poliestireno y otros.

Según el IMM (Instituto mexicano maderero) el poliestireno termoplástico a pulvínulo de petróleo que se obtiene de la polimerización del estireno, lo que lo hace difícil de poder degradarse, convirtiéndolo en una potente amenaza para los suelos, ríos, lagos y océanos (Cerón, 2015). El poliestireno se encuentra conformado por estireno y dioxinas, otro efecto negativo es que llega a dañar el sistema digestivo provocando cáncer al organismo. Uno de las sustancias primordiales para su fabricación es el petróleo a parte que consume mucha energía, trayendo como consecuencia al calentamiento global, así como también llegó a convertirse una de las principales causas de difusión de animales, sin embargo, se descubrió vías de biodegradación, principalmente por larvas de insectos del orden Coleoptera, en particular Tenebrio molitor, también conocidos como gusanos de la harina. Tenebrio molitor presentan un bacilo llamado Exiguobacterium, la bacteria es capaz de biodegradar el polímero, expulsando CO₂ y excretas que podrían ser usadas como abono, de no hacerse previo manejo del residuo se volvería en una amenaza latente para el suelo, agua, aire, flora, fauna y salud humana.

EL PERUANO (2021), menciona que el Perú, produce un promedio de 21 mil toneladas de residuos municipales al día, generados por los 30 millones

de peruanos. Equivalente a 0.8 kilogramos de residuos generados por persona al día. Sonia Aránibar, menciona que el papel de los ciudadanos es clave para originar un consumo responsable así mismo fomentar los principios ambientales relacionados a la reducción de residuos. Lo que nos dice esta fuente que el Perú ha incremento de manera prominente la generación de residuos descartables, ya que, en la mayoría de las ciudades urbanas del país, la población opta por comprar productos de un solo uso, lo cual genera más residuos, y todo esto debido a la falta de cultura y educación ambiental en la población peruana.

Actualmente en la ciudad de Huánuco no se encuentran registros de la cantidad aproximada de residuos desecharables generados por día, ya que la municipalidad no realiza el inventario de datos de caracterización de envases PET y otros.

Mi estudio pretende experimentar el tiempo de biodegradación envases descartables (envases biodegradables y envases de tecnopor) mediante la Larva tenebrio Molitor, para mitigar el impacto que estos residuos generan al ambiente y la salud humana. British Broadcasting Corporation, refiere que el poliestireno expandido presenta inconvenientes en su inadecuada distribución final, generando problemas a la salud como bloqueos intestinales.

De acuerdo con McCauley, docente de la universidad de California, menciona que originar dificultades sociales, ya que se puede consumir especies contaminadas con este producto. La elevada existencia de poliestireno expandido en el ambiente hace que sea casi imposible de degradarse, obligándolo a unirse con otros cuerpos más pesados sedimentando para posteriormente acabar en el fondo marino. (Yance, 2017).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la eficacia de la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022?

¿Cuál es la eficacia degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022?

¿Cuál es la cantidad/medida de excretas producidas por la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la eficacia de la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022.
2. Medir la eficacia degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022.
3. Medir la cantidad de excretas generadas por la larva Tenebrio Molitor durante la biodegradación de envases descartables en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El actual estudio pretende mostrar el nivel degradativo de la Larva Tenebrio Molitor (Gusano de harina) en envases descartables. Lo cual se lleva a cabo debido al inadecuado manejo de estos e incremento de residuos sólidos.

Es importante porque permite demostrar su eficacia pudiendo aplicarse en el manejo adecuado de residuos sólidos (envases descartables). A gran escala poner en marcha una planta de donde le den el correcto manejo a este tipo de residuos, logrando así un ambiente más saludable. Así como también nos va ayudar a llenar una brecha en el conocimiento científico ya existente sobre el tema, porque ya nos da una seguridad de que esto es efectivo, por la lectura que dimos de otras investigaciones de otros países.

El estudio no afecta, al contrario, tiene un gran impacto en la sociedad, ya que la población saldría beneficiada, mejorando la salud ambiental y la calidad de vida, ayudando a reducir el calentamiento global.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Mi proyecto solo estudió el nivel degradativo de los envases descartables mediante la larva Tenebrio Molitor, mi estudio no se realizó en escala mayor debido a que este proyecto es a nivel experimental, además no cuento con el dinero ni espacio suficiente para realizarlo a gran escala. Otra limitante es la pandemia, lo cual me obliga a quedarme en casa para no contraer la enfermedad, por ello trabajo desde mi hogar con materiales reciclados de consumo de comida rápida. Al no existir un criadero de insectos en la ciudad de Huánuco, hace que su adquisición sea dificultosa, para lo cual tuve que pedir de la capital Lima, al ser significativa la distancia entre estas ciudades, algunas de estas larvas podrían morir en el trayendo de su llegada debido al cambio de temperatura, lo cual se tendría que comparar en mayor cantidad teniendo en cuenta el porcentaje de error. La crianza de estas Larvas puede ser un poco tediosa si no se dispone de mucho tiempo y más aún si se quiere implementar a gran escala.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- El costo de los materiales fue accesible, el precio de la larva Tenebrio Molitor por 800 gramos es de 60 soles, teniendo en cuenta el porcentaje de error se compró 1 kilogramo y el costo fue 80 soles y el envío costo 25 soles. Al ser estudiante de la Universidad de Huánuco se podrá hacer uso del laboratorio y así como también algunos materiales presentes en el. Tengo la posibilidad de adquirir los 10 recipientes de plástico, el precio es de 8 soles cada uno, donde se llevará a cabo el proceso de biodegradación.
- También es viable ambientalmente ya que usé envases reciclados de mi consumo diario, contribuyendo de esta manera al reciclaje y a la menor producción de residuos sólidos, generando un impacto positivo a favor del planeta.
- Con el presente proyecto se aspira causar un impacto positivo en la población, así mismo también es una estrategia de aprovechamiento de los microorganismos en el manejo adecuado de los residuos sólidos, generando una propuesta económica en la implementación de una planta de tratamiento de residuos sólidos con microorganismos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Sánchez (2020), en su estudio titulado Biodegradación de poliestireno expandido por larvas de *Tenebrio molitor L.* (Tenebrionidae: Coleóptera), Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD, Colombia, tuvo como **objetivo** cuantificar el comportamiento del consumo y biodegradación del poliestireno expandido (PE) por larvas de harina de trigo (Coleoptera tenebrionidae) esto llevado en el laboratorio. Esta **metodología** se implementó midiendo la adaptación de la biodegradación del poliestireno expandido a las larvas de *Tenebrio molitor*. Para medir este consumo se diseñaron cuatro tratamientos (Diez larvas-T1, Veinte larvas-T2, Treinta larvas-T3, Cuarenta larvas-T4) cada uno con cinco repeticiones, cada una de 500 mg de poliestireno expandido, tomadas a la semana una vez. Para medir la biodegradación se tuvo en cuenta el peso del estiércol larvario durante cada tratamiento por semana una vez. Obteniendo como **resultado** notable diferencia en los tratamientos de Larvas *Tenebrio Molitor*, demostrando la eficacia que presenta el tratamiento 3, determinando que la cantidad de larvas no determina el nivel de biodegradación. En **conclusión**, las Larvas de especie *Tenebrio Molitor* son consideradas biodegradadoras de plástico a pequeña escala.

López (2020), en su tesis: Supervivencia de dos especies de escarabajos (*Dermestes* y *Tenebrio Molitor*) sometidas a dos tipos de dieta (poliestireno y polietileno), Universidad central del Ecuador, Ecuador, tuvo como **objetivo** sentar la capacidad de sobrevivir de los coleópteros: *Dermestes sp.* y *Tenebrio molitor*, sometidas a dos tipos de dietas basadas en plásticos (poliestireno y polietileno). Otro objetivo de este estudio fue reunir datos de biodegradación para cada especie con

diferentes resinas. Para esta **metodología** se aplicaron dos tratamientos (uno con poliestireno y otro con polietileno) durante 10 días cada uno. En cada caso se colocaron 40 larvas en diferentes recipientes. Se seleccionaron larvas del mismo tamaño y etapa. Como era de esperar, el tratamiento de control tuvo una ventaja de supervivencia superior al tratamiento con resina, los cuales mostraron una alta viabilidad con poliestireno. Ambos tipos de orugas (*Tenebrio molitor* y *Dermestes sp.*) son biodegradables, pero *Tenbrio molitor* degrada el poliestireno de manera eficiente que *Dermestes sp.* Como **resultado**, se encontró que ambas especies eran altamente viables en una dieta de poliestireno, ya que pudimos descomponer este plástico de manera eficiente. Se **concluye** que la biodegradación de esta especie es beneficiosa para poder implementar un método a gran escala para disponer por completo de este plástico, aportando así más a la sociedad.

Álvarez (2019), en su tesis: Cultivo del gusano de harina (*Tenebrio Molitor*) como herramienta para reducir el impacto ambiental del uso del poliestireno expandido (eps) potenciando el uso del abono orgánico producto de su biodegradación, Universidad de Córdoba, Colombia, tuvo como **objetivo** crear una alternativa de solución que permita reducir el impacto ambiental generado por este plástico a través del cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*), aplicando el excremento de estos como abono orgánico ya que presenta muchos nutrientes beneficios para el suelo. Para la **metodología**, se desarrollará con estudiantes de Sexto año de la Institución Educativa “Alfonso Builes Correa”, con el fin de presentar una cartilla informativa llamada “*Tenebrio molitor*: el gusano antiplástico” en el cual se hará mención al proceso del experimento resaltando los resultados. Como **resultado** se obtuvo la exposición de los alumnos, contando su experiencia científica y beneficios obtenidos durante el desarrollo de la investigación. Se **concluye** que esta experiencia educativa obtuvo destacar a los directivos de la institución, lográndose conformar un grupo científico con los estudiantes de distintas materias y grados.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Estrada (2021), en su tesis: Biodegradación de poliestireno con tenebrio Molitor para la sostenibilidad de empresas, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, tuvo como objetivo replicar el proceso de biodegradación de plásticos a través de las larvas Tenebrio Molitor que pueda funcionar como base científica para la creación de una propuesta de desarrollo de un adecuado manejo de residuos de poliestireno. La metodología que se aplicó fue comparación de los diferentes métodos de biodegradación de poliestireno por las Larvas Tenebrio Molitor, teniendo en cuenta 13 autores diferentes y evaluando los resultados de cada uno de estos. Como criterio de inclusión se consideró lo siguiente: 1) Los artículos deben estar publicados en una revista indexada o tesis de grado de una universidad autorizada; 2) Los elementos deben estar relacionados con el desarrollo del Tenebrio Molitor y/o la descomposición plástica de Tenebrio Molitor. Luego se discutirá la tecnología y/o se relacionará con temas relacionados con: 1) Las características biológicas del Tenebrio Molitor; 2) Índice de eficiencia de biodegradación del poliestireno; 3) Prueba de biodegradación de poliestireno por larvas de Tenebrio Molitor; 4) La microbiota intestinal de Tenebrio Molitor y su relación con la biodegradación del poliestireno. Como resultado, la capacidad de vida del Tenebrio Molitor dependerán de las condiciones ambientales a las que esté propenso, así como de las condiciones nutricionales que le proporcione durante la crianza (Contreras y Mondragón, 2015). Se puede decir que el tiempo de vida de las larvas en este estudio está relacionado con las condiciones de temperatura (23,2 °C - 19,3 °C) y humedad media (52,62% - 48,37%), y estas condiciones son compatibles con el ambiente natural, tal como lo confirman Mondragón y Contreras (2015), y puede soportar huevos hasta la madurez de tenebrio molitor de medio año a un año. Por último, luego de revisar y analizar los diversos factores relacionados con la biodegradación del poliestireno por parte de Tenebrio Molitor, se concluyó el trabajo y se formularon recomendaciones sobre líneas y direcciones de investigación. La investigación científica futura contribuye

al desarrollo de tecnología en el empleo de Tenebrio Molitor para la biodegradación de poliestireno, esforzándose así por convertirse en un componente valioso de la estrategia de las empresas que buscan luchar por ello.

Yance (2017), en su tesis: Biodegradación de la Espuma de Poliestireno por la larva del Tenebrio Molitor para la producción de Abono, Universidad César Vallejo, 2017, Lima, Su **objetivo** fue evaluar la capacidad en la esta especie puede biodegradar el EPS y partiendo de ello elaborar abono. Tuvieron en cuenta dos ventajas de los gusanos de la harina: el empleo seguro del estiércol como residuo vegetal y la biodegradación del material. La **metodología** se desarrolló en bloques de tecnopor con dos densidades diferentes D10 (10Kg/m³) y D40 (40Kg/m³) para ser sometidos a la degradación por los gusanos en recipientes de plástico, para registrar los datos se utilizaron tablas de observación sobre el cambio de biomasa, el consumo de poliestireno expandido (EPS) y la producción de fertilizantes. Por lo tanto, comenzamos a analizar la excreción fecal a nivel de nutrientes (nitrógeno, fósforo extraíble, potasio absorbible, etc.). Cabe señalar que el proyecto se desarrolló durante el período invernal y las condiciones habituales de cría son una temperatura ambiente media de 21°C. Los **resultados** indicaron que durante el cuarto día de biodegradación hubo un consumo de 0,0416 gramos. A partir de EPS, se produce un estiércol que es de 0,0307 gramos. La pérdida de biomasa fue de 0,0848 gramos, se obtuvo un consumo de poliestireno puro D10 y para EPS D40 de 0,1460 g. A partir de EPS, se produce un estiércol que es de 0,1635 g. La pérdida de biomasa fue de 0,3529 g. dentro de 8 días. La eficiencia a los 8 días fue del 12,20% del consumo al tratar EPS D10, del 2,60% al compostar con EPS D40, y la pérdida de biomasa fue del 2,84% con EPS D10 en cuatro días. Los parámetros nutricionales finales para EPS D10 son 3920% nitrógeno, 0,27% fósforo extraíble y 0,78% potasio, y para EPS D40 es 1,18% nitrógeno; 0,3% fósforo y 0,69% potasio. Finalmente, se **concluye** el efecto de biodegradación del EPS completa, pero esta especie es ineficiente en este proceso, ya que muchos nutrientes se

encuentran en las heces debido a diversos factores en el proceso de reproducción, como la depredación y cambios de fase a pupa.

Chunga (2017), en su tesis: Biodegradación de poliestireno utilizando microorganismos presentes en el humus de lombriz durante los meses, octubre a diciembre 2016, Universidad de Lambayeque, Chiclayo, tuvo como **objetivo** precisar la biodegradación del poliestireno por microorganismos existentes en el humus de lombriz durante los meses Octubre a Diciembre del 2016, **metodología** se desarrolló a partir de muestras de poliestireno (plástico descartable) colocadas en macetas con humus de lombrices a diferentes profundidades y en diferentes días que contenían bacterias de los géneros Clostridium spp y Bacillus spp. Durante el proceso de biodegradación se tuvo en cuenta la relación de reducción de peso de las muestras de poliestireno colocadas en la superficie. Los **resultados** al concluir los 90 días de la biodegradación se tienen 0.001, 0.005 y 0.023 miligramos como producto de la diferencia del peso inicial y final. En base a los datos conseguidos, **concluyó** que la mayor biodegradación se observó en el fondo del matraz durante todo el tiempo, un total de 9,4%. Además, se encontró que las bacterias mencionadas aún dominan en los gusanos, lo que demuestra su capacidad degradativa.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Jesús (2020), en su tesis: Crianza de cucarachas (*Periplaneta americana*) a través de restos de comida para reducir la acumulación de residuos orgánicos en la ciudad de Huánuco 2019, Universidad de Huánuco, Huánuco, tuvo como **objetivo** determinar la reducción de los residuos orgánicos mediante la crianza de las cucarachas (*Periplaneta americana*). En la **metodología** se practicó el diseño experimental, con criaderos que contaban con dos frascos, uno de ellos contaba con 50 cucarachas (*Periplaneta americana*), y el otro frasco contaba con restos orgánicos que posteriormente serían degradados por la especie ya mencionada. La cantidad de cucarachas (*Periplaneta americana*)

empleados en su totalidad durante la investigación fue de 450 especímenes. Al estudio lo constituyeron 16 pruebas, con intervalo interdiario para el frasco con 50 gr. de restos orgánicos lo cual fue ejecutado en un periodo de un mes. Durante el periodo ejecutado se añadió 7200 gr. de restos orgánicos, llegando a reducir más de 50 % equivalente a 5006 gr. disminuidos. Después de concluir la ejecución de la investigación se obtuvo como **resultado** el porcentaje de residuos órganos degradados fue homogénea en las 16 evaluaciones, teniendo un rango de disminución de 150 gr. a 134 gr. Se **concluyó** que con la aplicación de la crianza de cucarachas se puede reducir los costos del manejo de residuos sólidos, además estos son más eficaces en la degradación de restos orgánicos, logrando así el desarrollo de una ciudad.

Panduro (2019), en su tesis: Efecto de EM (microorganismos eficaces) con aplicación de óxido de calcio y dolomita en la degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios, Huánuco 2014, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, tuvo como **objetivo** evaluar la calidad de degradación de los EM (microorganismos eficaces), con aplicación de óxido de Calcio y dolomita en la degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios. El **método** se realizó en bloques completamente al azar (BSA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones: (T1) es EM dolomita + óxido de calcio, (T2) es EM dolomita, (T3) es óxido de calcio + EM y (T4) es el Testigo. Se estimaron las siguientes variables: composición química, temperatura y número de días hasta la descomposición de los residuos sólidos. Los **resultados** logrados mostraron que T2 y T3 (EM dolomita y óxido de calcio + EM) registraron la temperatura más alta en el primer mes de incubación a 53,4 °C y 53,7 °C, correspondientemente. En el segundo y tercer mes de incubación se destacó el tratamiento T1 (EM dolomita + óxido de calcio) que obtuvo las temperaturas más altas de 49.68 y 41.45 °C, respectivamente. Para diferentes días antes de la descomposición del sedimento se obtuvo el efecto del tratamiento T1 (EM dolomita + óxido de calcio) se obtuvo a los 67 días y la composición química del abono orgánico: 38.62% materia orgánica, 9 de pH, 2.50%

fósforo, 2,87 % potasio, 1.98% nitrógeno, 5,48 % CaO y 1,10 % MgO. Se **concluyó** que para obtener una composta de alta calidad, se debe agregar a la mezcla de residuos municipales dolomita de óxido de calcio, que se descompone más rápido y contiene los componentes químicos requeridos.

Sánchez (2020), en su tesis: Biodegradabilidad de cucarachas periplaneta americana (Linnaeus, 1758) sobre film y bolsas plásticas para producción de fertilizantes, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, el **objetivo** fue evaluar la biodegradabilidad de cucarachas periplaneta americana (Linnaeus, 1758) sobre film, bolsas plásticas y su efecto en la elaboración de fertilizantes. La **metodología** para evaluar si las cucarachas aisladas de Tingo María eran biodegradables en dos tipos de LDPE: film y bolsas de polietileno, se utilizaron dos tratamientos (ambos Primero (T1) y Segundo (T2) consisten en una bolsa plástico o película con aproximadamente 0.1 g más 1 cucaracha, esto se repitió 5 veces en 7 días y 14 días) a 35°C y 60% de humedad en el gabinete tibio Rcom 20. Los **resultados** mostraron que la biodegradabilidad promedio de Periplaneta americana fue de 0,6 miligramos en bolsas de plástico y 0,9 miligramos en film a los 7 días, y de 1 milígramo en bolsas de plástico y 0,3 milígramos en film a los 14 días. Por otro lado, las bacterias extraídas del tracto digestivo incluyen *Bacillus*, *Pseudomonas*, y el hongo *Candida albicans*. Finalmente, se **concluyó** que el mayor impacto en el procesamiento de fertilizantes fue el T1, que presentó mejor biodegradabilidad (formación de nuevos grupos funcionales), y menor pérdida promedio de peso corporal en cucarachas por consumo de bolsas plásticas (18.8%) Baja, con un alto rendimiento promedio de excretas (0.0028 %), además se analizaron excretas, micronutrientes, macronutrientes y parámetros fisicoquímicos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CAPACIDAD DEGRADATIVA

Díaz et al. (2021) Se ha mencionado la identificación de características metabólicas específicas de microorganismos aislados de cultivos contaminados, que permitan su uso en procesos de recuperación posteriores. Por otro lado, debido a la solubilidad de algunos compuestos en medios líquidos (como los hidrocarburos de fuel oil), es difícil estudiar la degradación de estos compuestos por cepas en medios de cultivo puros.

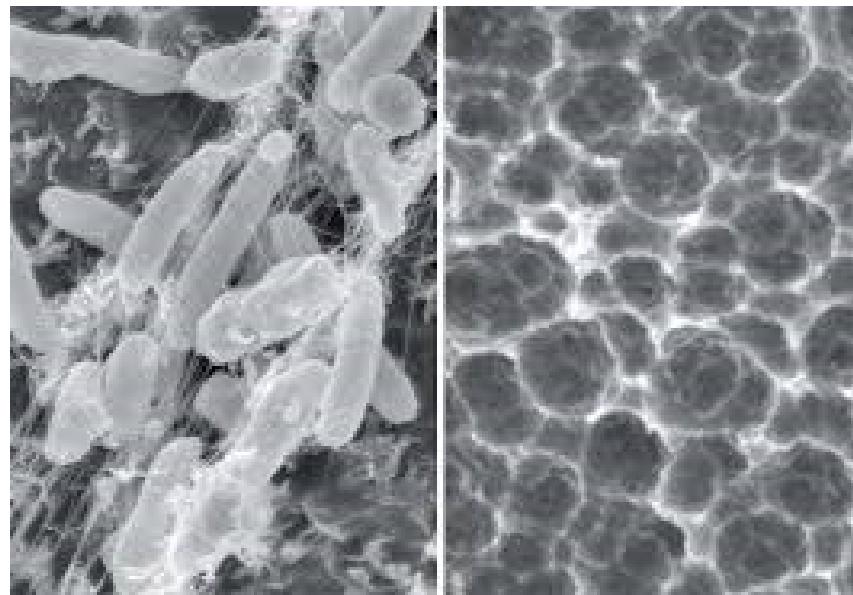
2.2.1.2. SERES VIVOS CON CAPACIDAD DEGRADATIVA

Rueda (2006) Se refiere a los organismos vivos y sus ambientes inertes (abióticos), que están estrechamente vinculados e interactúan entre sí. Interactúan con el entorno físico de modo que los flujos de energía conducen a estructuras de nutrientes, biodiversidad y ciclos de materia bien definidos (es decir, el intercambio de materia entre partes vivas y no vivas) en el sistema.

2.2.1.3. IDEONELLA SAKAIENSIS

La capacidad de *Ideonella sakaiensis* 201-F6 para digerir plásticos de un solo uso como botellas de bebidas (tereftalato de polietileno, PET) se conoce desde 2016. Los polietilenos son polímeros de carbono e hidrógeno muy resistentes a la biodegradación, hasta el punto de que se estima que menos del 0,5% se degradará en 100 años. Un equipo de científicos japoneses ha descubierto una enzima importante en el proceso de descomposición: la PETasa, que descompone las partículas de plástico de tal forma que estas bacterias puedan absorberlas (Gascueña, 2020).

Figura 1
Idonella Sakaiensis



Nota: Imagenes de la bacteria IDONELLA SAKAIENSIS (Kohei Oda, 2016)

Las enzimas de la bacteria Ideonella Sakaiensis pueden biodegradar el PET a través de las enzimas PETasa y MHETasa, que actúan de la siguiente manera. El sustrato se adhiere y es degradado por actividad enzimática con un producto llamado MHET (2-hidroxietilo) a ácido ftálico (sintetizado por esterificación de ácido tereftálico y óxido de etileno), que a su vez será escindido por la enzima MHETasa, que al igual que la primera enzima, produce un centro activo donde se implementa en MHET. La enzima cataliza la molécula para producir dos nuevas moléculas, etilenglicol y ácido tereftálico. Luego, los dos se descomponen para producir dióxido de carbono y agua (Flores et al. 2019).

Las bacterias son activas a una temperatura promedio de 32,1 grados centígrados y un pH promedio de 7,45, en otras palabras, las bacterias son activas en condiciones de mucho calor y el pH puede variar entre ácido y alcalino, lo cual es muy favorable porque las bacterias se adaptan a ambas condiciones y se pueden realizar más investigaciones en diferentes partes del mundo (Flores et al., 2019).

2.2.1.4. PESTALOTIOPSIS MICROSPORA

El hongo vegetal *Pestalotiopsis microspora* puede alimentarse de plástico, incluso en ambientes pobres en oxígeno (como podría ser un vertedero de residuos) (Gascueña, 2020).

Los científicos paquistaníes también aislaron el hongo *Aspergillus tubingensis* para evaluar su capacidad para degradar otro importante contaminante plástico, el poliéster poliuretano (PU). Para ello, cultivaron los hongos en medio líquido durante varios meses, tras lo cual el poliuretano se descompuso en fragmentos más pequeños (Díaz et al., 2021).

(Russell et al., 2011), ha informado sobre la capacidad de degradar el poliuretano líquido en *Pestalotiopsis microspora*, una resina formada por la condensación de grupos poliisocianato y poliol con enlaces intramoleculares de uretano.

Figura 2
Pestalotiopsis Microspora



2.2.1.5. TENEBRIOS MOLITOR (GUSANO DE HARINA)

Nombre científico: *Tenebrio molitor* Linnaeus 1758

Nombre común: Gusano de Harina

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Suborden: Polyphaga

Infra orden: Cucujiformia

Super familia: Tenebrionoidea

Familia: Tenebrionidae

Género: *Tenebrio*

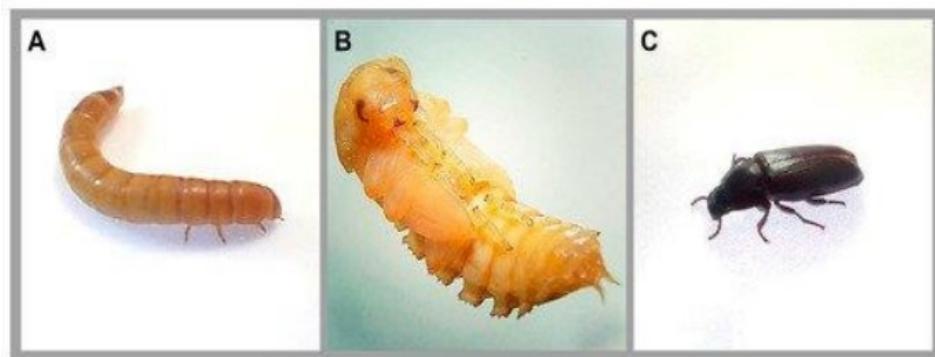
Especie: *molitor*

Cerón (2015) En la naturaleza, actúa como plaga secundaria en fábricas o almacenes. *Tenebrio molitor*, cultivado o salvaje, es una excelente adición a una variedad de insectívoros; se utiliza como alimento vivo. Ciclo de vida: Huevo: 7 a 10 días, Larva: 45 a 60 días, Pupa: 7 a 30 días, Adulto: 30 días. El total del ciclo es de 89 a 130 días.

Gascueña (2020) Los gusanos de la harina (en realidad larvas de *Tenebrio molitor*) pueden alimentarse de espuma de poliestireno, como el plástico ampliamente utilizado como aislamiento, y sobrevivir con salvado (su dieta normal). En 2015, científicos chinos de varias universidades demostraron la capacidad de estas larvas para descomponer el plástico en sus

intestinos, mostrando cómo el 47,7 por ciento del carbono en la espuma de poliestireno consumido se convirtió en Dióxido de Carbono, mientras que el resto se recuperó como fécula y biomasa en 16 días.

Figura 3
*Fases de la vida de la larva *Tenebrio Molitor**



Nota: Etapas del ciclo de vida de la larva TENEBRIOS MOLITOR (MDPI,2018)

Peña (2015) Los coleópteros es la clase más común de insectos. Las características que ofrece este grupo los hacen inconfundibles; un factor muy importante es la estructura de las alas anteriores, que suelen ser rígidas, gruesas y pueden estar decoradas con surcos, espinas, nudos, pequeños dientes y, en su defecto, cubiertas de pubescencia o lisas (Zavala y Bastidas, 1995). Los que atacan al grano y sub productos, almacenados y secos, se denominan comúnmente gusanos de la nariz, del cacao o negros. Varían en tamaño desde alrededor de 1,5 mm hasta 17 mm, aunque alcanzan tamaños mayores en estado larvario (Mondragón y Camero, 2007).

Una comparación de la biodegradación entre especies confirmó que las larvas de *Tenebrio molitor* tienen una mayor biodegradabilidad para los tipos de plástico de poliestireno, en contraste con los tipos de plástico de polietileno, donde no se obtuvieron resultados positivos de biodegradación (MSc., 2020).

2.2.2. CONDICIONES QUE ELEVAN LA CAPACIDAD DEGRADATIVA

Rueda (2006) Resulta que, desde el punto de vista trófico, el ecosistema consta de dos componentes: un componente autótrofo, que predomina en la fijación de energía lumínica, el uso de sustancias inorgánicas simples, la construcción de sustancias complejas y el componente heterogéneo: el uso predomina la recuperación y descomposición de sustancias complejas. Existen los siguientes elementos constitutivos:

- Las sustancias inorgánicas (CO_2 , N, C, H₂ o etc.) interfieren en el ciclo de las materias.
- Los compuestos orgánicos (proteínas, carbohidratos, lípidos, húmicos, etc.) unen el organismo al antibiótico
- Marco climático (temperatura y otros factores físicos).
- Productores autótrofos, en su mayoría plantas verdes, capaces de fabricar alimentos a partir de materiales inorgánicos.
- Consumidores o macro-consumidores, es decir, heterótrofos, especialmente animales, que se alimentan de otros heterótrofos, especialmente bacterias y hongos, descomponen compuestos complejos impurezas del protoplasma muerto, absorben parte de los productos de descomposición y liberan sustancias simples que los agricultores pueden utilizar con materia orgánica , que puede proporcionar una fuente de energía o puede ser un inhibidor o catalizador para otros componentes Estériles y Figuras 4-6 constituyen la biomasa (peso vivo).

➤ Plásticos

Las materias primas más importantes para la fabricación de plásticos son el petróleo y el gas natural, que se componen de compuestos de carbono muy simples llamados hidrocarburos. En la industria petroquímica, estas materias primas se transforman en

productos intermedios como propileno, etileno, buteno y otros hidrocarburos ligeros, que servirán de base para la producción de plásticos. El plástico está formado por enormes macromoléculas. Estas moléculas grandes, también llamadas polímeros, están formadas por otros bloques de construcción más pequeños llamados monómeros. El proceso por el que finalmente se obtiene el material plástico se denomina polimerización. La asociación de monómeros es secuencial, vale decir, un monómero se ubica junto a otro en una cadena larga, donde cada repetición de monómero forma un enlace (Espinosa, 2014).

➤ Degradación de polímeros

Bustamante (2012) Detalla que la degradación es cualquier alteración de las propiedades, que generalmente sucede cuando el producto haya sido expuesto. Si hablamos de polímeros de degradación puede simular de forma física, mecánica y química. Los factores de alteración en los polímeros rara vez actúan solos, por ejemplo, por los efectos separados de la radiación, el calor, la energía mecánica y los productos químicos, pero en la práctica estos cuatro factores pueden ocurrir hasta cierto punto.

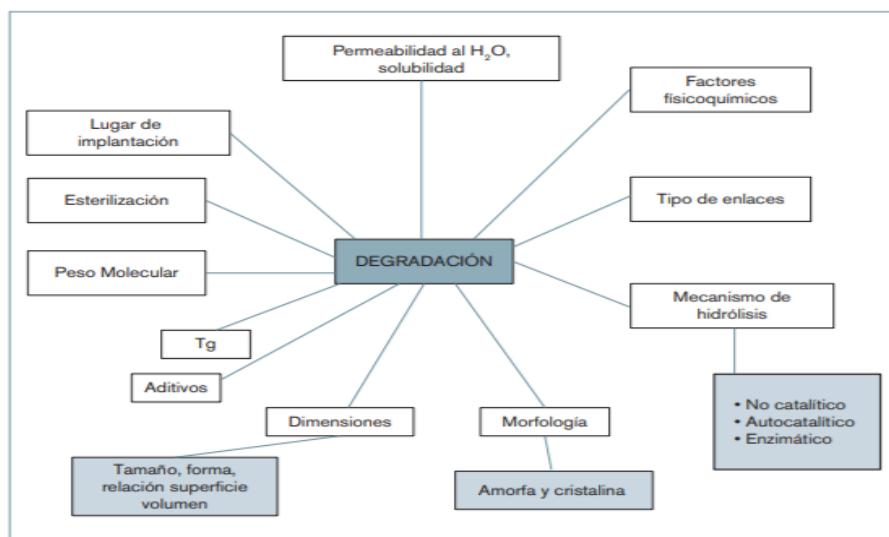
En el campo de los polímeros, el término biodegradación se refiere al ataque microbiano sobre estos materiales, proceso por el cual un polímero se rompe en pequeños pedazos al romper los enlaces en su cadena principal. La biodegradación del plástico en general es un proceso complicado. Debido al tamaño molecular del polímero es insoluble en agua, los microorganismos no pueden transportar el material polimérico a sus células, donde ocurren la mayoría de los procesos bioquímicos, por lo que inicialmente se secretan enzimas y el líquido extracelular provoca la acumulación de sustancias extracelulares. (Ortegón et al., 2013).

Karina (2013) La "degradación" plástica produce solo partículas más pequeñas llamadas "microplásticos" que, aunque menos visibles, se acumulan en los ecosistemas. Estudios actuales muestran que dichos

fragmentos de plástico, que son menores de 5 mm, existen debido a la fragmentación de fragmentos de plástico más grandes y se ha encontrado que se acumulan en grandes cantidades en el océano.

Figura 4

Diagrama de los factores que intervienen en la degradación del polímero



Nota: Diagrama de flujo de los componentes que se presentan durante la degradación del polímero (Ortegón et al., 2013)

➤ Estructura de polímeros

La estructura química se refiere a la configuración de moléculas individuales, mientras que la estructura física se refiere al orden de algunas moléculas en relación con otras. Empezaremos resolviendo la estructura química del polímero, por esta razón, estudiaremos el efecto de las propiedades de los átomos que forman sus sustituyentes y la cadena principal, el peso molecular, su distribución y los enlaces entre monómeros, y la influencia de ramificación o cruce en la cadena principal, (Marcilla, 2011).

Cuando se trata de la estructura física de un polímero, se trata esencialmente de una cuestión de cristalinidad y orientación, que, como consideraremos, necesita mayormente de la estructura química, que a la vez determina el comportamiento del material a lo largo del procesamiento y su vida útil.

➤ Biopolímeros

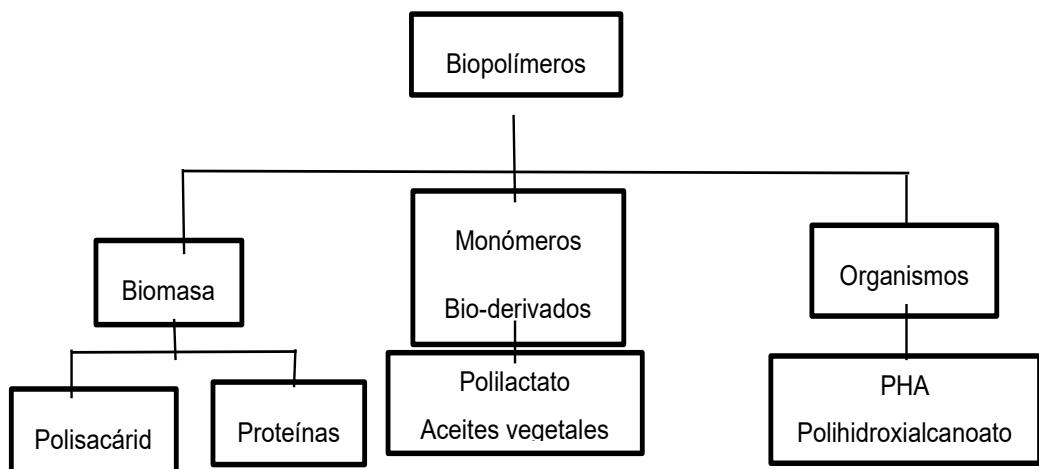
Los biopolímeros se clasifican como polímeros que están hechos de materias primas renovables, son compostables y cumplen con todos los criterios de un estándar científicamente reconocido de biodegradabilidad, productos plásticos y compostabilidad de plásticos. Los primeros no son necesariamente compostables o biodegradables, a pesar que mayormente lo son. Los del último grupo no necesitan depender de materias primas renovables para calificar porque la biodegradación tiene más que ver con la composición química que con el origen de la materia prima. (Ortegón et al., 2013).

Los biopolímeros son materiales poliméricos que pueden ser de base biológica, biodegradables o ambos. Los polímeros de base biológica se refieren a polímeros extraídos de recursos naturales como el almidón y la celulosa, mientras que los polímeros biodegradables se refieren a polímeros que pueden descomponerse en componentes no contaminantes bajo condiciones ambientales específicas debido a sus propiedades químicas (Córdoba, 2019).

Como la estructura de los polímeros biodegradables y biodegradables difiere, puede haber resinas de base biológica que, aunque están compuestas de derivados de recursos naturales, no son necesariamente biodegradables, mientras que algunos polímeros derivados de fuentes fósiles son biodegradables de acuerdo con los requisitos pertinentes bajo condiciones adecuadas de compostaje.

Los biopolímeros se pueden clasificar según su origen, donde se analizarán los biopolímeros más importantes del mercado en tres subgrupos: basados en monómeros bioderivados (ácido láctico y aceites vegetales), polímeros basados en recursos renovables (celulosa y almidón) y microbianamente biopolímeros sintetizados (polihidroxialcanoato (PHA)), (Ortegón, 2013).

Figura 5
Clasificación de los Biopolímeros



Fuente: Ortegón (2013)

➤ **Poliestireno**

El Poliestireno Expandido (EPS) es un material muy utilizado en la industria del embalaje y embalaje principalmente por sus excelentes propiedades de protección contra aislamiento térmico e impactos, así como por su facilidad y ligereza de moldeo lo que le permite adaptarse a las necesidades de cada tipo. Los productos necesitan protección. Este producto se utiliza para una variedad de productos (alimentos, electrodomésticos, electrodomésticos, etc.). Los productos de EPS tienen un ciclo de vida muy corto, en contraste con otras aplicaciones de poliestireno donde el producto tiene una vida útil más larga (Rico et al., 2008).

Bustamante (2012) se refiere a los polímeros como formados por macromoléculas de alto peso molecular que repiten una serie de bloques más pequeños llamados mero o monómeros. Se cree que los polímeros son de origen natural, derivados de minerales, plantas o animales como el asbesto, la celulosa y la lana o pueden ser fabricados por el hombre a partir de productos de siliconas o petroquímicos.

Tabla 1
Principales familias de polímeros

POLIMERO	FAMILIA
Plasticos	ABS (Lustran)
	Acrilicos (Pexiglas, Perplex, Lucite)
	Acetatos
	Acetatos de celulosa
	Cloruro de polivinilo (PVC)
	Epóxicos (Araldite)
	Fenólicos (Bakelite)
	Fenólicos laminados (Fórmica)
	Polietileno
	Polipropileno
	Poliestireno
	Politetrafluoroetileno (Teflón)
	Poliamicas (Nylon)
	Policarbonatos
	Poliesteres
Elastómeros	Urea-melamina
	Uretanos (Espumas)
	Siliconas
	Cloropreno
	Estireno – butadieno
	Etileno/acrilico
	Isopropeno natural
	Polibutadieno
	Polisulfuro
	Poliuretanos

Nota: Familias mas resaltantes del Polimero (Platicos y Elastómeros) (Revista Universidad Eafit – N° 94)

2.2.3. BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES

➤ Materiales descartables

Logística 360 (2019) Plantea que un envase puede definirse como un material utilizado para contener un producto con el fin de conservar sus propiedades originales y proteger el producto de posibles cambios. También es una herramienta de promoción y diferenciación.

Los productos desechables no tuvieron éxito desde el principio porque requerían mucho aceite o papel para producirlos. Pero lo que más debería preocuparnos de estos productos es la contaminación que crean cuando los usamos por primera vez. En este artículo queremos abordar este tema para concienciar sobre la importancia de utilizar otros productos reciclados. Cuando usamos este tipo de productos, los

usamos para fiestas grandes para no tener que lavar tantos vasos, platos, etc. Eso significa que gastamos mucho. Si no queremos lavar, naturalmente tiramos los platos con restos de comida, lo que los hace casi imposibles de reciclar. (Twenergy, 2019).

Figura 6
Envases descartables a base de poliestireno



Nota: Envases de un solo uso elaborados de poliestireno (Verde, 2019)

➤ Biodegradación

Battagliotti (2014) Refiere a la biodegradación microbiana como una posible vía para reducir este desecho plástico, ya que representa una alternativa eficiente, amigable con el medio ambiente y mínimamente invasiva. Durante este proceso, diferentes enzimas en el microbio descomponen polímeros complejos en moléculas de cadena corta más simples (monómeros, dímeros y oligómeros) que son lo suficientemente pequeñas como para atravesar la membrana semipermeable del microbio para su uso posterior como fuente de carbono y energía.

Bustamante (2012) Los microorganismos juegan un papel importante en la descomposición de la materia orgánica. Son numerosos, como hongos, bacterias y actinomicetos, que se distribuyen en el suelo y pueden atacar poliamidas, poliuretanos y poliésteres alifáticos en condiciones especiales. Pero al incrementar la ramificación y el tamaño de las moléculas, se inserta inercia a medida que se vulcaniza el caucho.

La biodegradación de un polímero sintético o natural puede verse afectada por ciertos factores en la producción y diseño de estos: la temperatura de fusión, la cristalinidad y el peso molecular, (Tokiwa et al. 2009).

➤ **Biodegradación aeróbica**

Bartual (2020) afirma que un compuesto orgánico se descompone por actividad microbiana en presencia de oxígeno en dióxido de carbono, agua y sales minerales de otros elementos presentes y en nueva biomasa.

La presencia de bacterias anaerobias en un suelo mal aireado también acelera significativamente el proceso de descomposición. La mayoría de las bacterias se encuentran en los treinta centímetros superiores de la capa del suelo (Bustamante, 2012).

➤ **Biodegradación anaeróbica**

La biodegradabilidad es una característica de una sustancia que se refiere a su tendencia a biodegradarse. Las sustancias biodegradables se definen como sustancias que pueden ser descompuestas por microorganismos (Ferreira, 2013). En función del grado de transformación se distingue dos tipos de biodegradabilidad:

- **Biodegradabilidad hidrolítica o primaria / acido génica:** Es la transformación de una sustancia a nivel estructural, cuando pierde algunas propiedades específicas y forma nuevos compuestos biodegradables. Algunos compuestos, como los ácidos grasos volátiles, no pueden completar la ruta de degradación durante la biodegradación anaeróbica.
- **Biodegradabilidad final o metano génico:** Es la conversión completa de algunos productos no biodegradables y sustancias en compuestos inorgánicos durante el metabolismo celular. En la biodegradación metanogénica, los productos finales más importantes

son el CO₂ y el metano junto con otros compuestos inorgánicos (NO_x, H₂S, NH₃, N₂, H₂).

➤ **Biodegradabilidad**

El ensayo de biodegradabilidad de polímeros se estudia determinando: Consumo de oxígeno, Producción de CO₂, Ganancia de la masa de las células o células (si el polímero es la única fuente de carbono), Examen físico de la muestra para evidencia el desarrollo de las colonias, Pérdida de peso, y destrucción de la muestra (Bustamante, 2012).

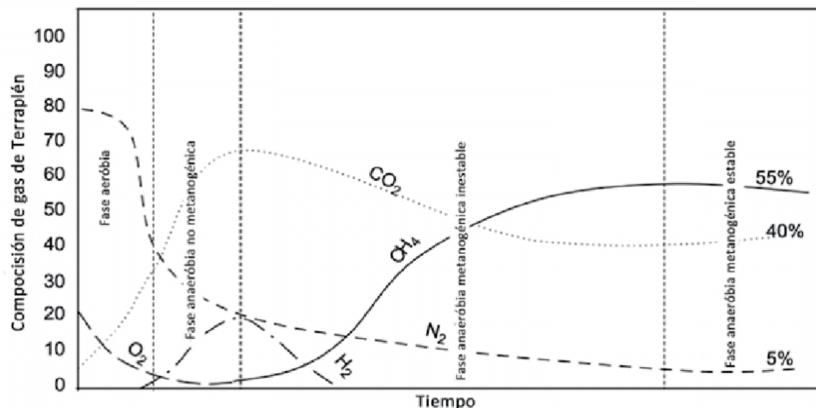
La biodegradabilidad generalmente se expresa como el porcentaje de una sustancia degradada en un período de tiempo determinado en comparación con la cantidad teórica que se puede convertir estequiométricamente en función de su análisis elemental (Ferreira, 2013).

➤ **Biodegradación de residuos**

La generación de residuos en diversas actividades cotidianas es inevitable en la sociedad moderna. A medida que crece la población, también lo hace la cantidad de residuos generados, lo que tiene un gran impacto negativo en el medio ambiente. A veces, estos residuos pueden ser peligrosos y causar consecuencias casi irreversibles. Por lo tanto, en los últimos años se han realizado cada vez más investigaciones en el territorio, y también se está discutiendo la posibilidad de realizar procesos de biodegradación en este tema.

Además, muchas tecnologías de biodegradación ya se utilizan en la gestión de residuos (Valverde, 2018).

Figura 7
Fases de la degradación de residuos



Nota: Etapas del proceso de degradación de residuos sólidos (Orozco, 2015)

➤ Métodos de Evaluación de la Biodegradabilidad

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) ha estandarizado varias pruebas de biodegradación. El principio general de estos ensayos es el cultivo aeróbico estático a gran escala de cantidades reducidas de biomasa en un medio mineral con una temperatura de 20 a 25°C y pH neutro. Las sustancias estudiadas se añaden en determinadas concentraciones como única fuente de energía y carbono. El inóculo consistió en poblaciones microbianas naturales no expuestas al compuesto de prueba (Vázquez et al., 2004).

La estandarización de las pruebas de biodegradación enfrenta desafíos inherentes a cualquier intento de simular un entorno *in vitro*. Intentar integrar el máximo número de variables en el laboratorio y tratar de reflejar la verdadera complejidad de los fenómenos naturales también reduce la posibilidad de crear métodos reproducibles y, por lo tanto, está sujeto a normalización. Por lo tanto, las pruebas de biodegradación estandarizadas deben ser métodos experimentales simples y al mismo tiempo deben ser lo más cercanos posible a lo que realmente ocurre en la naturaleza (Vázquez et al., 2004).

➤ Criterios de biodegradabilidad

Los criterios generales para seleccionar polímeros como materiales biodegradables tienen en cuenta el tiempo de degradación requerido y las propiedades mecánicas requeridas para una aplicación específica (Aradilla et al., 2012). Las características de estos dos parámetros son:

- **Propiedades mecánicas:** Los factores que afectan las propiedades mecánicas son la elección de monómeros e iniciadores de reacción, las condiciones de procesamiento y la presencia de aditivos.
- **Velocidad de degradación:** Condiciones del medio: pH, humedad y temperatura.

Características del polímero: presencia de enlaces químicos susceptibles de hidrólisis, hidrofilia, peso molecular, cristalinidad, estereoquímica, transición vítrea, área de superficie específica y temperatura de fusión. Las características de los microorganismos: fuente, actividad, cantidad y variedad.

➤ Plásticos biodegradables

Al discutir este tema, es importante explicar primero algunos términos: (Castellón, 2010).

➤ Plásticos biodegradables:

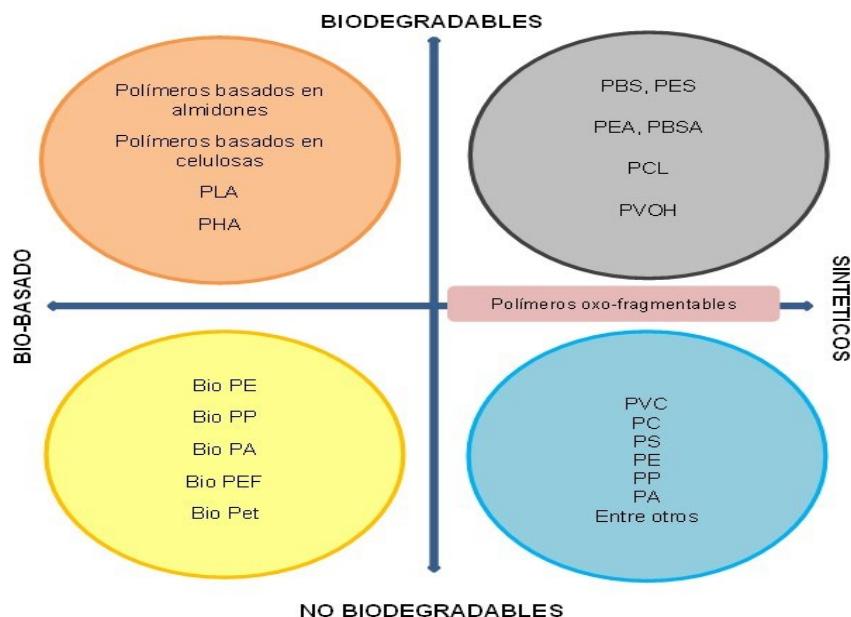
Se trata de plásticos que pueden ser completamente asimilados por los microorganismos del entorno biológico activo y utilizado como fuente de alimento y energía. El carbono en la estructura del plástico debe convertirse completamente en dióxido de carbono durante la actividad microbiana.

- **Bioplásticos:** Término utilizado para definir dos materiales plásticos (según los bioplásticos europeos): materiales plásticos de origen natural y materiales plásticos totalmente biodegradables y compostables según la norma europea EN 13432.

- **Plásticos compostables:** La producción de plásticos biodegradables puede tener lugar dentro del contexto más amplio de la "industria verde", donde la mayoría de los programas nacionales de desarrollo, tecnología e investigación se centran en el uso de biomasa renovable como suministro alternativo de combustibles fósiles para la industria petroquímica (Demicheli, 2002).

En algunos casos, es deseable la degradación del polímero. Por ejemplo, cuando los contenedores de plásticos vacíos o lo juguetes desechados se vuelven parte de la basura del campo, varios mecanismos, incluido el ataque de los microbios del suelo, tienden a descomponer los polímeros en compuestos que enriquecen el suelo. El suelo y la biodegradabilidad pueden acelerar este proceso (Bustamante, 2012).

Figura 8
Aplicaciones de los plásticos biodegradables



Nota: Derivados de los polímeros degradables Revista Universidad (Eafit – N° 94)

Algunos biopolímeros se degradan rápidamente, pero no son fáciles de fabricar porque se degradan cuando se calientan antes de fundirse y solo se pueden procesar a partir de una solución en lugar de

por moldeo o inyección, extrusión, etc. Por otro lado, la alteración de polímeros naturales baja el punto de fusión, lo que hace que estos materiales sean biodegradables. La alteración de celulosa es un ejemplo típico. Por lo tanto, queda la tarea de sintetizar polímeros fácilmente biodegradables (Bustamante, 2012).

Tabla 2

Clasificación de los plásticos, de acuerdo con su origen de biodegradabilidad

AREA	APLICACIONES
Agricultura	Bolsas para transplantar semillas, fundas para semillas, árboles, plantas, y cápsulas. Microcapsulas para la liberación lenta de nematocidas, fungicidas, fertilizantes insecticidas, etc. Cubierta de protección del suelo.
Medicina	Cápsulas para medicamentos. Suturas quirúrgicas. Implantes que entregan medicinas de una manera controlada.
Empaques	Desechables. Envolturas, bolsas y recipientes.
Miscelánea	Revestimiento para evitar la erosión de taludes recién excavados o plantados. Sacos de arena en presas temporales de control de inundaciones.

Nota: Listado de plasticos basados a partir de la biodegradabilidad (Bustamante, 2012)

Maíz

Es una planta cerealista, perteneciente a la familia de gramíneas americanas, caracterizada por tallos largos y rígidos (en lugar de huecos como sus primos) que terminan en mazorcas o espigas (las inflorescencias femeninas) y sus semillas de maíz, o granos, dispuestos a lo largo de su eje. (Uriarte, 2022).

Nombre científico: *Zea mays*

Nombre común: Maiz

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Andropogoneae

Género: Zea

Especie: Zea mays (MINAM, 2018)

Fécula de maíz

El almidón es un polímero natural que existe en forma de gránulos; consisten en estructuras macromoleculares dispuestas en capas, cuyas propiedades de forma, cantidad y composición varían según el tipo de fuente en su forma natural; la principal fuente de reservas de alimentos vegetales (CRUZ, 2017).

Ácido poliláctico (PLA)

Es un polímero natural y es almidón, un gran carbohidrato sintetizado por las plantas durante la fotosíntesis. El trigo, el maíz y otros cereales contienen mucho almidón y son la principal fuente de producción de ácido poliláctico. Los bioplásticos elaborados a partir de este polímero tienen propiedades resinas y pueden ser inyectados, extruidos y termoformados.

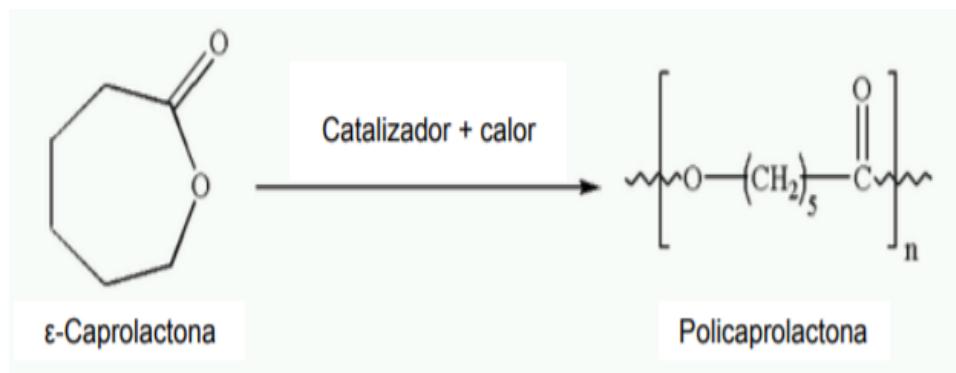
Este biopolímero parte del almidón extraído del maíz, que luego los microorganismos convierten en moléculas más pequeñas (monómeros) de ácido láctico o ácido 2-hidroxipropiónico, que son la materia prima de polimerización para formar cadenas con una estructura molecular similar a la utilizada en la industria petroquímica, materias primas que se combinan para formar un plástico llamado PLA (Castellón, 2010).

La Policaprolactona (PCL)

Polímeros biodegradables de origen fósil. Tiene un punto de fusión de unos 60°C y una temperatura de transición vítrea de unos -60°C. La PCL se puede obtener por polimerización por apertura de anillo de ϵ -caprolactona utilizando un catalizador como el tinoctoato (Castellón, 2010).

Figura 9

Esquema de polinización de la policaprolactona



Nota: Gráfico de polimirizacion del poliester degradable

Propiedades

PCL es un polímero con alta cristalinidad y pertenece al polímero semicristalino. Asimismo, tiene una celda unitaria ortorrómbica con parámetros de cristal $a = 4,974 \pm 0,001 \text{ \AA}$, $b = 17,297 \pm 0,023 \text{ \AA}$ y $c = 7,496 \pm 0,002 \text{ \AA}$. El grado de cristalinidad depende del peso molecular del polímero, y se ha observado experimentalmente que el grado de cristalinidad disminuye al incrementar el tamaño del polímero, sugiriendo que son variables inversamente proporcionales. Esta relación se ha estudiado utilizando la teoría de la nucleación por fluencia unificada, que establece que los polímeros de cadena larga se enredan con las cadenas vecinas durante la nucleación, lo que da como resultado un fenómeno de fluencia donde las cadenas se separan de otras cadenas. La fuerza de acoplamiento disminuye y aumenta en consecuencia en la fase amorfá (cristalinidad reducida). (Puente, 2020).

Por otra parte, sus propiedades térmicas, mecánicas y físicas dependen de la cristalinidad y el peso molecular relevantes, por lo que el rango de 520 a 630.000 g/mol resume las siguientes propiedades: Temperatura de transición vítrea es - 65 a -60 °C, densidad 1,07-1,2 g/mol cm³, el punto de descomposición es de 350 °C, y el punto de fusión es de 56 a 65 °C. Asimismo, debido a su larga cadena alifática, es soluble en diversos disolventes orgánicos como: benceno, tolueno, cloroformo, ciclohexanona, tetracloruro de carbono, diclorometano (DCM), etc. Por último, es insoluble en agua, éter de petróleo, éter dietílico y etanol (Puente, 2020).

En comparación con otros polímeros biodegradables, PCL tiene propiedades atípicas, es decir, compatibilidad mecánica y miscibilidad con otros polímeros, lo que aumenta su aplicabilidad. PCL se degrada lentamente, lo que lo hace útil cuando se mezcla con materiales que requieren un uso a largo plazo. Además, numerosos experimentos han confirmado que su toxicidad es baja, y dado que algunos de sus grupos funcionales son biocompatibles con las células y el coste de adquisición es bajo, es compatible con los tejidos humanos. En general, hay un aumento generalizado del uso de PCL en campos como la ingeniería biomédica, la farmacéutica (liberación controlada de fármacos) y el diseño de envases (Puente, 2020).

Como se mencionó anteriormente, la biodegradación de PCL es continua y puede demorar meses o años según el peso molecular, la cristalinidad y las condiciones ambientales en el momento de la degradación. Además, durante los primeros 6 meses de degradación, las propiedades no cambiaron mucho, pero después de este período, el polímero comenzó a perder propiedades como la resistencia ambiental y la degradación se completó en al menos 2 a 3 años. (Puente, 2020).

El mecanismo de biodegradación propuesto se basa en la hidrólisis de los enlaces éster y el ataque enzimático de los microorganismos. Por lo tanto, la biodegradación de PCL se divide en dos etapas. En primer

lugar, la fase inicial o fase sin ataque enzimático corresponde a la degradación de la fase amorfá por hidrólisis polimérica catalizada por carbonilo. En esta fase aumenta la cristalinidad y disminuye el peso molecular, cuya duración depende de esta última propiedad. Por otro lado, cuando el peso molecular del polímero es de alrededor de 5000 g/mol, el segundo paso implica la escisión del polímero dependiente de la temperatura y catalizada por enzimas. Si la biodegradación ocurre a altas temperaturas, la ruptura ocurre en los grupos funcionales terminales del polímero, y si la biodegradación ocurre a bajas temperaturas, la ruptura del enlace éster es aleatoria. (Puente, 2020).

Las enzimas involucradas en la biodegradación son las depolimerasas, un tipo de enzima hidrolítica que se puede obtener de diversas bacterias y hongos, por lo que puede biodegradarse en diferentes ambientes. Sin embargo, estas enzimas no se encuentran en humanos o animales; por lo tanto, la descomposición es más lenta y solo ocurre el paso de hidrólisis del enlace éster. (Puente, 2020).

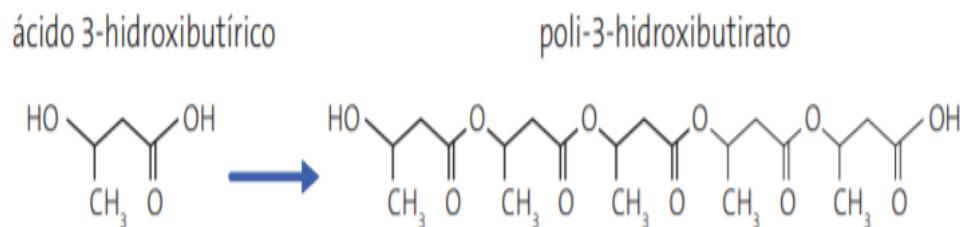
Propiedades como la hidrofobicidad, la cristalinidad, el peso molecular y la temperatura de transición vítrea controlan la tasa de biodegradación porque determinan la entrada de agua para provocar la hidrólisis. (Puente, 2020).

Polihidroxialcanoatos (PHA)

El PHA es un polímero natural producido por bacterias. Estos son poliésteres que consisten en grupos hidroxiacilo polymerizados linealmente o monómeros. Las bacterias que los producen los utilizan como reserva de nutrientes. Debido a que son biodegradables, tienen propiedades físicas similares a las de los plásticos derivados del petróleo (ya que estos polímeros varían desde plástico rígido y quebradizo hasta propiedades similares a la goma), y debido a que se producen a partir de recursos renovables, los PHA han recibido mucha atención (Segura, 2007).

Figura 10

Polihidroxibutirato



Nota: Enlace del poliéster POLIHIDROXIBUTIRATO (Biotecnología V14 CS3.indd)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

a) Eficacia

La eficacia es la capacidad de una planificación para alcanzar los objetivos predeterminados en condiciones predisposta. Por lo cual, asumir los retos en producción e implementarlos según sus propios estándares, (Galán, 2020).

b) Comparación

La comparación es el acto y efecto de comparar, es decir, notar las diferencias y similitudes entre dos cosas, ya sean personas, objetos, lugares o cosas. La comparación puede incluir aspectos físicos o en cuestiones simbólicas, (Gardey, 2014).

c) Degradación Ambiental

La degradación ambiental se define como el proceso de degradación ambiental causado por el agotamiento de los recursos naturales debido a la sobreexplotación, lo que resulta en la destrucción de la biodiversidad y los ecosistemas (Portillo, 2020).

d) Envases descartables

Los productos desechables son aquellos diseñados para un uso a corto plazo, lo que sacrifica una mayor resistencia por la facilidad de uso y precios más bajos. En muchos casos se trata de productos de un solo uso o

desechables, aunque algunos pueden tener una vida útil más larga (Julissa, 2012).

e) Envases biodegradables

Es un material que se degrada cuando se expone al medio ambiente, pero no es necesariamente biodegradable. Bajo condiciones ambientales naturales, los envases biodegradables pueden ser degradados en elementos químicos por agentes biológicos como microorganismos, animales, plantas y hongos; Esto significa que se pueden descomponer en nutrientes en condiciones comunes en la naturaleza y la biomasa (Qpack Point, 2017).

f) Fécula de maíz

Es un polvo blanco fino que es insoluble en agua. La maicena se utiliza en la cocción y procesamiento de productos alimenticios, se utiliza en la repostería, y en la elaboración de productos de confitería, y entre sus funciones se encuentra la de espesante (Pochteca, 2018).

g) Biodegradación

La biodegradación es la disolución química de materiales por bacterias u otros agentes biológicos. El término a menudo se asocia con el medio ambiente, la ecología, la biomedicina y la gestión de residuos, y ahora se asocia a menudo con productos ecológicos que se pueden descomponer nuevamente en elementos naturales (Biopolcom, 2019).

h) Larva

Es un animal en desarrollo que ha puesto huevos y es capaz de alimentarse por sí mismo, pero aún no ha desarrollado la forma y organización que caracterizan a las especies adultas de la especie (Merino, 2021).

i) Tenebrio Molitor

Es conocido como gusano de harina. Es un insecto de seis patas pertenecientes al orden "Coleoptera", suborden "Polyphaga", superfamilia "Tene-brionoidea", "Tenebrioni-dae", familia "Tenebrio" y por último a la

especie "Molitor". En la naturaleza es como una segunda plaga en una fábrica o almacén. Tenebrio molitor, de cultivo o silvestre, se utiliza como alimento vivo y es un excelente complemento para todo tipo de insectívoros. (Cerón, 2015).

j) Residuos sólidos

Los residuos sólidos son materiales que se desechan después de su vida útil y generalmente no tienen valor económico por sí mismos. Incluye principalmente materiales de desecho utilizados en la producción, transformación o uso de consumibles (Ambientum, 2019).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Existe diferencia en la comparación de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022.

2.4.2. HIPÓTESIS NULA

No existe diferencia en la comparación de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE CALIBRACIÓN

Capacidad degradativa

2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA

Biodegradación de envases descartables

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Comparación de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva tenebrio molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022”.

Variable Calibración	Indicador	Valor final	Tipo de variable
Capacidad degradativa	Tenebrio Molitor	<ul style="list-style-type: none"> - Envases descartables a base de poliestireno. - Envases descartables a base de fécula de maíz. 	Nominal dicotómica
Variable Evaluativa	Indicador	Unidad de medición	Tipo de variable
Biodegradación de envases descartables	<ul style="list-style-type: none"> - Altura - Volumen - Peso - Densidad 	<ul style="list-style-type: none"> - mm - cm³ - g - g/cm³ 	Numérica continua

Nota. Se muestra el cuadro de variables del estudio desarrollado.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (Supo y Zacarías, 2020), los tipos de investigación se clasifica por criterios:

Según la intervención del investigador se trata de un estudio con intervención, porque se realizará una comparación de las variables de calibración frente a la otra variable, que es la evaluativa.

Según el control de las mediciones de las variables de estudio se está desarrollando un estudio prospectivo que se va trabajar con datos primarios es, es decir que se va hacer su propia recolección de datos del proyecto de investigación.

Según el número de variables analíticas el estudio es analítico porque voy a trabajar con dos variables analíticas que participaran en el estudio a desarrollarse.

Según el número de medición de variables de estudio es longitudinal debido a que se va a realizar dos mediciones de la variable de estudio en la etapa de inicio y en la etapa final del estudio, datos iniciales y datos finales.

3.1.1. ENFOQUE

El presente proyecto de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, porque la recolección de datos fue utilizada para verificar y comprobar las hipótesis planteadas, en base a mediciones numéricas y análisis estadísticos, (Supo y Zacarías, 2020).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El presente estudio corresponde a un estudio de nivel explicativo porque aquí evidenciamos como el estudio y la comprobación

experimental, porque a través de este estudio nos ayudará a demostrar todo el procedimiento de manipulación y control que requiere el presente estudio, debido a que el propósito efecto permitirá demostrar la efectividad del Tenebrio molitor para la biodegradación de envases descartables en base a fécula de maíz y poliestireno que estarán en dicha experimentación, así poder comprobar y demostrar la efectividad de Tenebrio Molitor, (Supo y Zacarías, 2020).

3.1.3. DISEÑO

El presente estudio sigue el diseño de un experimento verdadero debido a que cumplen dos coordinaciones para su desarrollo de un experimento de control y manipulación, con esto nacen estrategias muy distintivas para el desarrollo del estudio y esto es muy habitual en las ciencias naturales o experimentales, (Supo y Zacarías, 2020).

Es experimento verdadero debido a que tiene dos grupos control porque se trabajará con dos productos que es el envase de poliestireno y el envase de fécula de maíz, tiene intervención porque se va intervenir de forma directa para realizar dicho monitoreo y también conlleva a la observación porque se vigilará constantemente las muestras y los resultados, (Supo y Zacarías, 2020).

El siguiente esquema ilustra el experimento verdadero que va seguir el estudio:

GE1: O1 X1 O2

GE2: O1 X2 O2

Leyenda:

GE1: Grupo experimental 1

GE2: Grupo experimental 2

O1: Observación inicial

O2: Observación final

X1: Intervención del Tenebrio molitor en envases de fécula de maíz

X2: Intervención del Tenebrio molitor en envases de Poliestireno

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población del presente estudio la constituye los envases descartables en base de fécula de maíz y poliestireno, ya que son las más demandadas a nivel nacional y local por negocios de comida rápida, cafeterías y eventos familiares.

Se encuentra ubicado en el Departamento de Huánuco, Provincia de Huánuco, Distrito de Amarilis, AA. HH San Andrés.

Tabla 3

Coordenadas de ubicación del lugar donde se realizará el estudio.

Descripción	Latitud	Longitud
Área de ubicación del estudio	9°53'19.80"S	76°12'35.29"O

Nota. Se muestran las coordenadas UTM de la ubicación y localización del área en estudio.

3.2.2. MUESTRA

La muestra para el presente estudio lo constituyó 30 gr de envases a base de poliestireno y 30 gr de envases a base de fécula de maíz, para lo cual se realizará 5 repeticiones con cada muestra.

Envases a base de Poliestireno

30 gr. x 5 (repeticiones) = 150 gr

Envases a base de fécula de maíz

30 gr. x 5 (repeticiones) =150 gr

El total de muestra que se tomó fue de 300 gr. De los dos materiales.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

"Comparación de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022"

Tabla 4

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable	Indicador	Técnica	Instrumento
Biodegradación	- Altura - Volumen - Densidad - Peso	Observación	- Cinta métrica - Balanza - Recursos humanos

Nota. Tabla de técnicas e instrumentos de recolección de datos para evaluar la variable de Biodegradación

Artículo 2 de la Constitución Política del Perú de 1993. Toda persona tiene derecho a: la tranquilidad, la paz, el descanso y la relajación, así como a un medio ambiente adecuado y equilibrado para desarrollar la vida. Artículo 67- El Estado decide las políticas nacionales relacionadas con el medio ambiente Promover el uso sostenible de los recursos naturales. Artículo 195. Los gobiernos locales impulsan el desarrollo y la economía local y prestan los servicios públicos de su competencia, en coordinación con las políticas y planes de desarrollo nacional y regional. "Inc. 8. Desarrollar y normalizar servicios y/o actividades en los campos de la salud, la educación, el saneamiento, la vivienda, el medio ambiente y la sustentabilidad de los recursos naturales."

El 23 de diciembre de 2016 se aprobó el Decreto Ley N° 1278 "Sobre la Gestión Integral de los Residuos Sólidos", dejando sin efecto la Ley N° 27314 "Ley General de Residuos" a partir de su expedición. Esta ley define todos los derechos, obligaciones, derechos de propiedad y responsabilidades de la

sociedad para garantizar el adecuado tratamiento y manejo de los residuos sólidos, la salud y el medio ambiente, e implementa los siguientes principios: Eliminar y reducir los riesgos ambientales y proteger el bienestar y la salud humana. (Minam, 2017).

Artículo 2.- Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos

El principal objetivo de la gestión integral de residuos sólidos en el país es más que cualquier otra alternativa prevenir o reducir la generación de residuos sólidos en su origen. En segundo lugar, se da prioridad a la valorización de residuos y la recuperación de energía y materiales a partir de los residuos generados, lo que incluye alternativas como el reciclaje, la reutilización, el compostaje, el co-procesamiento, etc., siempre que se proteja la salud y el medio ambiente.

Artículo 8.- Eficiencia en el uso de los materiales y ciclo de vida

La producción de bienes y servicios de los sectores productivos nacionales promueve el empleo eficaz de materiales e insumos, utilizando alternativas como el eco diseño, la optimización productiva, el constante intento de aumentar la productividad del uso de materiales y la prevención de procesos productivos, innovaciones o tecnologías en el aprovechamiento de materiales y residuos, estos residuos son materias primas que pueden ser aprovechadas directamente en la misma actividad o en otras actividades económicas en las que se generaron.

Artículo 33.- Segregación

La segregación se tiene que efectuar en el lugar de origen de los residuos o en una infraestructura de tratamiento de residuos adecuadamente licenciada.

Artículo 36.- Almacenamiento

El almacenamiento en urbanizaciones, domicilios y otras viviendas plurifamiliares tiene que realizarse de acuerdo con la normativa municipal vigente y las normas de clasificación de residuos.

El almacenamiento es responsabilidad exclusiva del generador hasta que sea entregado a la empresa municipal correspondiente directamente o a través de un tercero en el tiempo y en la forma que determinen las autoridades.

Artículo 37.- Valorización

La valorización es una alternativa de tratamiento y procesamiento que debe preferirse a la disposición final de los residuos. Esto incluye actividades como el compostaje, el reciclaje, la reutilización, la valorización energética, etc., y se lleva a cabo en una infraestructura homologada y adecuada.

Artículo 38.- Transporte

El transporte es el proceso de gestión de residuos sólidos que realiza una empresa de gestión de residuos sólidos autorizada o el municipio, incluyendo el traslado adecuado de los residuos recolectados a la infraestructura de reciclaje o disposición final, utilizando vehículos adecuados, los cuales serán caracterizados con los instrumentos normalizados correspondientes, y las vías autorizadas para tal fin.

Artículo 40.- Tratamiento

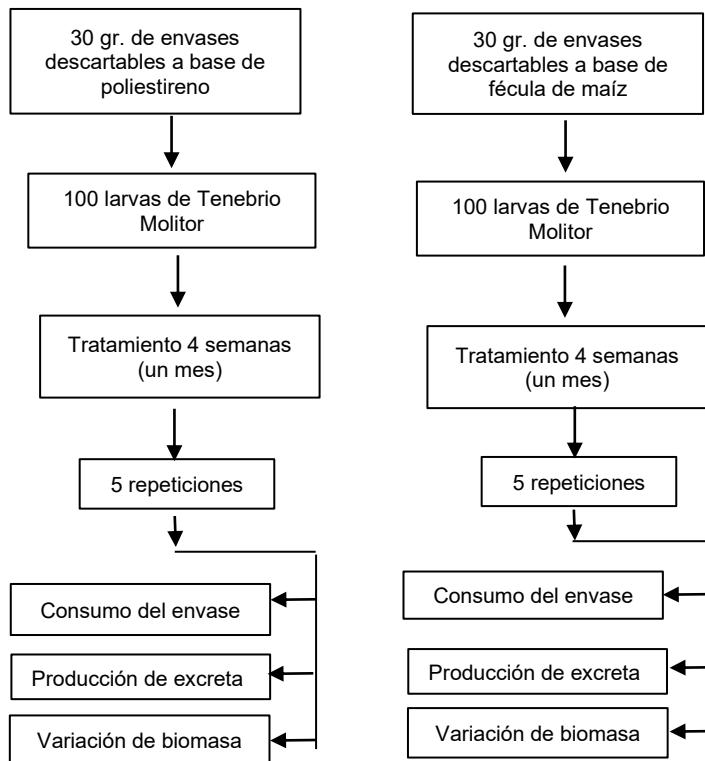
Son procedimientos, técnicas o procesos que permiten transformar las propiedades biológicas, químicas o físicas de los residuos sólidos para reducir o eliminar sus peligros potenciales para la salud o el medio ambiente y para estabilizar o facilitar su disposición final.

Artículo 41.- Disposición final

Los residuos a los que no se les puede agregar valor a través de condiciones, técnicas u otras condiciones de apoyo apropiadas deben separarse y/o contenerse en una infraestructura aprobada adecuada para evitar riesgos potenciales para el medio ambiente o la salud en función de las características biológicas, químicas y físicas de los residuos, con el fin de eliminar el peligro potencial al ambiente o a la salud.

Figura 11

"El Marketing digital y las ventas en la Cooperativa Agroindustrial Montevideo, 2022"



Nota: Esquema de la ejecución del proyecto de tesis. Elaboración propia

3.3.1. PROTOCOLO DE DESARROLLO DEL ESTUDIO

1. Se adquirió 10 recipientes de plástico con las siguientes características:

Largo: 9.60 cm

Ancho: 9.60 cm

Alto: 11.50 cm

Con capacidad de 680 ml.

5 recipientes fueron usados para los muestreos con el descartable a base de poliestireno y los 5 restantes fueron para el envase a base de fécula de maíz.

2. A continuación, en cada uno de los primeros cinco recipientes se colocó 30 gr. de envases descartables a base de poliestireno, así como también en cada uno de los otros cinco restantes recipientes se colocó 30 gr, de envases descartables a base de fécula de maíz.
3. Se añadió 100 larvas de *Tenebrio Molitor* en cada uno de los recipientes con producto de envases descartables.
4. Se procedió a tapar cada recipiente con una tela y liga que lo sujeté con la finalidad que estas larvas tengan oxígeno para su sobrevivencia.
5. El tratamiento se desarrolló durante un mes, dividido en cuatro semanas. Los datos fueron tomados una vez por semana considerando los siguientes aspectos: Altura, Volumen, Peso, Densidad: que fueron considerados desde el día cero hasta el último día de la cuarta semana.

Se desarrolló una revisión sistemática para comparar los resultados de diferentes métodos desarrollados por 13 autores diferentes para la biodegradación de poliestireno por *Tenebrio molitor*. Para tal resultado, se consideraron los siguientes criterios de inserción en la selección de artículos de referencia: 1) los artículos deben estar publicados en revistas indexadas o deben ser tesis de diploma de universidades autorizadas; 2) Los productos deben estar asociados con el proceso de crecimiento de *Tenebrio molitor* y/o con *Tenebrio molitor* asociado con el proceso de degradación del plástico. Luego se discutirá la técnica y/o se relacionará con temas relacionados con 1) las características biológicas de *Tenebrio molitor*; 2) Biodegradación experimental de poliestireno con larvas de *Tenebrio molitor*; 3) Flora intestinal de *Tenebrio molitor* y su relación con la biodegradación del poliestireno; 4) Indicadores de eficiencia de biodegradación de poliestireno (Estrada, 2021).

3.3.2. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se llevó a cabo el análisis con medidas de resumen utilizando los programas de computación como Microsoft Excel 2016, el software SPSS versión 24; en los que se consideraron tablas y diversos gráficos según se necesiten. A su vez, los programas sirvieron para contrastar las hipótesis, ya que esa es la intención del presente estudio de investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla de indicador de altura (cm)

Capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), evaluada mediante el indicador de la altura (cm) del insumo, Huánuco, 2022

Tabla 5
Indicador de altura (cm)

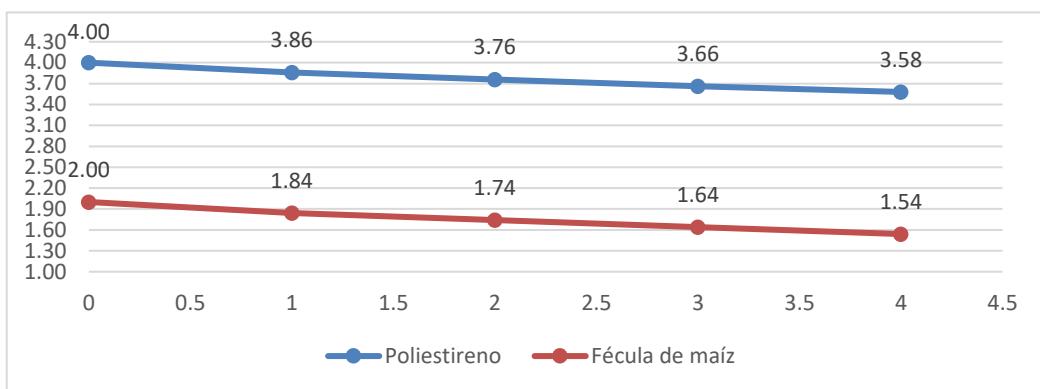
Medición	Poliestireno				Fécula de maíz			
	Media	Desviación Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	Media	Desviación Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
0	4.00	0.00	4.00	4.00	2.00	0.00	2.00	2.00
1	3.86	0.13	3.74	3.86	1.84	0.11	1.74	1.84
2	3.76	0.13	3.64	3.76	1.74	0.11	1.64	1.74
3	3.66	0.19	3.49	3.66	1.64	0.09	1.56	1.64
4	3.58	0.25	3.36	3.58	1.54	0.11	1.44	1.54

Nota. Se muestran los datos obtenidos mediante el indicador de altura (cm)

Ilustración indicadora de la altura

Capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), evaluada mediante el indicador de la altura del insumo, Huánuco, 2022

Figura 12
Indicador de altura



Se aprecia una tendencia similar en cuanto a la biodegradación conforme avanza el tiempo, tanto en la de los envases descartables como en la de los elaborados en base a fécula de maíz, considerando el indicador de la altura medida en cm.

Tabla indicador de peso

Capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), evaluada mediante el indicador del peso (g) del insumo, Huánuco, 2022

Tabla 6
Indicador de peso (g)

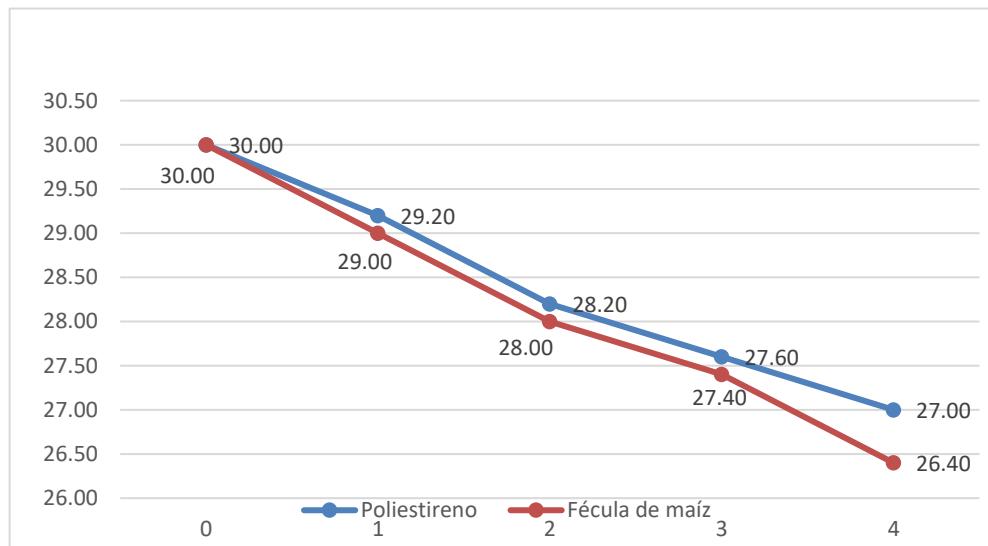
Medición	Poliestireno				Fécula de maíz			
	Media	Desviación Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	Media	Desviación Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
0	30.00	0.00	30.00	30.00	30.00	0.00	30.00	30.00
1	29.20	0.84	28.47	29.20	29.00	0.71	28.38	29.00
2	28.20	0.84	27.47	28.20	28.00	0.71	27.38	28.00
3	27.60	1.34	26.42	27.60	27.40	0.89	26.62	27.40
4	27.00	1.58	25.61	27.00	26.40	1.14	25.40	26.40

Nota. Se muestran los datos obtenidos mediante el indicador de peso (g)

Ilustración de peso (g)

Capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), evaluada mediante el indicador del peso (g) del insumo, Huánuco, 2022.

Figura 13
Indicador del peso (g)



Descriptivamente, se aprecia que hubo una mayor biodegradación de los envases descartables en base a fécula de maíz que en los elaborados con poliestireno, considerando el indicador del peso medido en g.

Tabla indicadora del volumen (cm3)

Capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), evaluada mediante el indicador del volumen (cm3) del insumo, Huánuco, 2022

Tabla 7

Indicador del volumen (cm3)

Medició n	Poliestireno				Fécula de maíz			
	Media	Desviació n Estándar	Límite Inferio r	Límite Superio r	Media	Desviación Estándar	Límite Inferior	Límite Superio r
		n	Inferior	Superior				
0	21.74	0.00	21.74	21.74	20.00	0.00	20.00	20.00
1	21.15	0.63	20.60	21.15	19.33	0.47	18.92	19.33
2	20.43	0.60	19.91	20.43	18.67	0.47	18.26	18.67
3	20.00	0.97	19.15	20.00	18.27	0.60	17.74	18.27
4	19.57	1.13	18.58	19.57	17.60	0.76	16.93	17.60

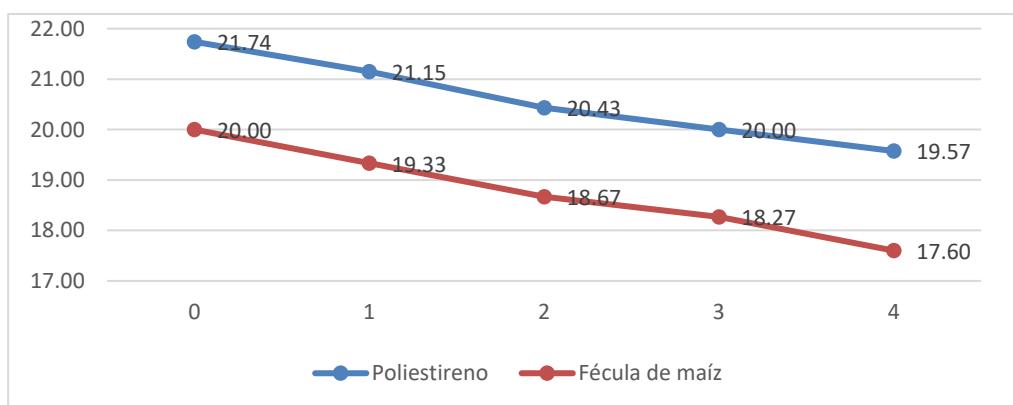
Nota. Se muestran los datos obtenidos de acuerdo al indicador del volumen (m3).

Ilustración indicadora del volumen (cm3)

Capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), evaluada mediante el indicador del volumen (cm3) del insumo, Huánuco, 2022.

Figura 14

Indicador del volumen (cm3)



Descriptivamente, se aprecia que la tendencia de biodegradación en ambos tipos de envases es similar, considerando el indicador del volumen medido en cm3.

Tabla peso de excretas (en gramos)

Peso de las excretas (en gramos) durante la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco, 2022

Tabla 8

Peso de excretas (en gramos)

Medición	Peso de excretas Poliestireno	Peso de excretas Fécula
1	0.001	0.002
2	0.002	0.003
3	0.001	0.002
4	0.003	0.003
5	0.002	0.003

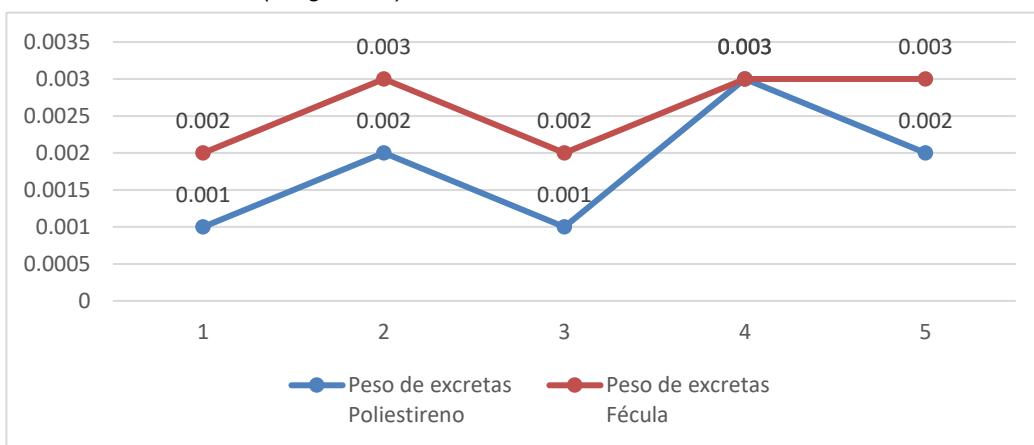
Nota. Se muestran los datos obtenidos en cuanto a la producción de excretas (en gramos)

Ilustración de peso de las excretas (en gramos)

Peso de las excretas (en gramos) durante la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco, 2022

Figura 15

Peso de las excretas (en gramos)



Se aprecia una mayor cantidad de excretas en el grupo de estudio que biodegrada los envases descartables en base a fécula de maíz.

Tabla de eficacia degradativa

Eficacia degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco, 2022.

Tabla 9
Eficacia degradativa

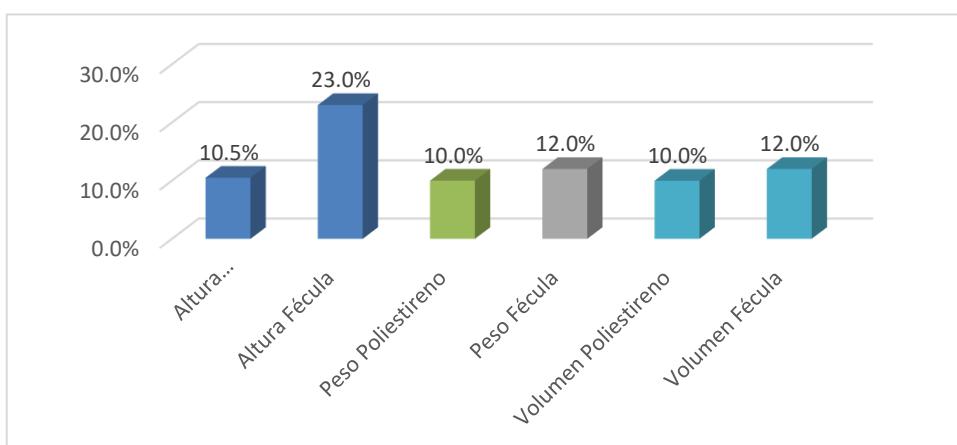
	Poliestireno			Fécula de maíz		
	Altura (cm)	Peso (g)	Volumen (cm ³)	Altura (cm)	Peso (g)	Volumen (cm ³)
Inicial	4.00	30.00	21.74	2.00	30.00	20.00
Final	3.58	27.00	19.57	1.54	26.40	17.60
Eficacia	10.50%	10.00%	9.98%	23.00%	12.00%	12.00%

Nota. Se muestran el porcentaje de eficacia que tuvo cada población de estudio.

Ilustración de la eficacia degradativa

Eficacia degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco, 2022.

Figura 16
Eficacia degradativa



Descriptivamente, se aprecia que hubo una mayor eficacia biodegradativa en los envases descartables elaborados en base a fécula de maíz, se aprecia una mayor eficacia degradativa en la altura del insumo y luego en el peso y volumen con similar valor.

Tabla prueba de normalidad de datos

Prueba de normalidad de los datos

Tabla 10

Prueba de normalidad de datos

		Shapiro-Wilk		
	Medición	Estadístico	gl	Sig.
Altura/Poliestireno	1,00	0.852	5	0.201
	2,00	0.852	5	0.201
	3,00	0.953	5	0.758
	4,00	0.895	5	0.384
	1,00	0.881	5	0.314
Peso/Poliestireno	2,00	0.881	5	0.314
	3,00	0.852	5	0.201
	4,00	0.987	5	0.967
	1,00	0.880	5	0.311
	2,00	0.881	5	0.314
Volumen/Poliestireno	3,00	0.853	5	0.204
	4,00	0.985	5	0.960
	1,00	0.644	5	0.052
	2,00	0.961	5	0.814
	3,00	0.771	5	0.060
Altura/Fécula	4,00	0.961	5	0.814
	1,00	0.883	5	0.325
	2,00	0.883	5	0.325
	3,00	0.771	5	0.060
	4,00	0.961	5	0.814
Peso/Fécula	1,00	0.575	5	0.050
	2,00	0.581	5	0.050
	3,00	0.600	5	0.050
	4,00	0.640	5	0.050

Nota. Se muestran los datos de la prueba de normalidad

La prueba de normalidad indica que, habiéndose obtenido una significancia bilateral (p-valor) superior al nivel de significancia estipulado de 5%, se concluye que los datos **se aproximan a una distribución normal**, esto se observa en cada uno de los indicadores, por lo que es posible determinar que la prueba estadística idónea para este caso sería **t de Student para muestras independientes**.CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPOTESIS

El estudio plantea desarrollar la siguiente hipótesis:

H1: Existe diferencia de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022.

Su contraparte es la hipótesis nula:

H0: No existe diferencia de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022.

El análisis de datos permitirá en primer lugar establecer si existe diferencia en la eficacia entre los dos grupos en estudio.

Nivel de significancia: 5%

Tiene como sinónimo Nivel de tolerancia máximo del error con el que aceptaría la hipótesis alterna. Para ser aceptada la hipótesis alterna, el p-valor debe ser inferior al nivel de significancia

Procedimiento estadístico: t de Student para muestras independientes.

Posteriormente, se presentan los resultados de la contratación de la hipótesis.

Tabla de prueba de hipótesis

Prueba de hipótesis con la t de Student para muestras relacionadas

Tabla 11
Prueba de hipótesis

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Altura	Se asumen varianzas iguales	,019	,893	18,589	8	0,000
	No se asumen varianzas iguales			18,589	7,956	0,000
Peso	Se asumen varianzas iguales	,077	,789	,291	8	0,779
	No se asumen varianzas iguales			,291	7,839	0,779
Volumen	Se asumen varianzas iguales	,005	,947	3,163	8	0,013
	No se asumen varianzas iguales			3,163	7,969	0,013

Nota. Se muestran los datos de la prueba de Hipótesis.

Los resultados muestran que, probabilísticamente existe diferencia en la eficacia biodegradadora de los envases en estudio en cuanto a la altura y al volumen. En cuanto al indicador del peso, la biodegradación es similar. Estas afirmaciones se realizan en función al p-valor obtenido. Las diferencias se observan cuando el p-valor (Sig. Bilateral) es inferior a 5 %.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

Con respecto al objetivo general: Comparar la eficacia de la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022.

El presente estudio tuvo una durabilidad de 4 semanas (un mes), los datos fueron tomados una vez por semana, los resultados logrados en cuanto al poliestireno tuvieron como eficacia en altura 10. 50 %, en peso 10.00 % y volumen 9.98 %. Mientras que en fécula de maíz como eficacia en altura se obtuvo 23.00 %, en peso 12.00 % y en volumen 12.00 %.

Peter Daviran en su tesis titulado Biodegradación de la Espuma de Poliestireno por la larva del Tenebrio molitor para la producción de Abono, 2017, muestra como resultado que para los primeros 4 días de biodegradación en cuanto al tratamiento de densidad 10 se obtuvo 4.64 % de consumo de EPS y -2.84 % de perdida de biomasa, mientras que para el tratamiento de densidad 40 se obtuvo 2.75 % de consumo de EPS y -3.16 % de perdida de biomasa. Dentro de 8 días posteriores en el tratamiento de densidad 10 se obtuvo 12.20 % de consumo de EPS y -5.88 % de perdida de biomasa, para el tratamiento con densidad 40 se tuvo 6.04 % de consumo de EPS y -9.27 % de perdida de biomasa. Concluyendo que el tratamiento de densidad 10 fue más biodegradado en 8 días, debido a la poca densidad que este presenta.

Se puede observar que el consumo de poliestireno en el estudio de Peter Daviran no tomo mucho tiempo notar los resultados de biodegradación, pese a que esté coloco solo 40 larvas en cada tratamiento.

Lourdes Chunga y Carlos Cieza en su investigación Biodegradación de poliestireno empleando microorganismos presentes en el humus de lombriz a lo largo de los meses, octubre a diciembre 2016. Obtuvieron como resultado para el mes de octubre el poliestireno colocado en la superficie tuvo

biodegradación de 0% en parte media tuvo un 0.4 % y en la parte profunda tuvo 1.6 %; para el mes de noviembre el poliestireno colocado en la superficie tuvo una biodegradación de 0.4 %, en la parte media 0.8 % y en la parte profunda 4.8 %; para el mes de diciembre el poliestireno colocado en la superficie tuvo una biodegradación de 0 %, en la parte media 0.8% y en la parte profunda 3 %. Concluyendo que durante los 90 días tuvo una mayor biodegradación el poliestireno colocado en la profundidad de la maceta.

Las larvas tuvieron más participación en algunos frascos debido a ello el consumo de descartable varió, al igual que el estudio se notó más actividad de las larvas en el fondo de la maceta. Cabe recalcar que la participación de las larvas es más activa donde no llega mucha luz.

Marby Cardozo en su tesis Biodegradación del poliestireno expandido por larvas de *Tenebrio molitor* L. (Tenebrionidae :Coleóptera), nos menciona que aplicó Cuatro tratamientos (Diez larvas-T1, Veinte larvas-T2, Treinta larvas-T3, Cuarenta larvas-T4) con 500 mg de polietileno cada uno, cada tratamiento tuvo 5 réplicas para lo cual se tomaron datos una vez por semana, el estudio se desarrolló por 6 meses con un peso original de 0.50 g. Obtuvo como resultado que el tratamiento 3 tuvo mayor efectividad demostrando que el número de larvas no establece la cantidad de biodegradación y consumo.

En el estudio anterior nos mencionan que la larva *Tenebrio Molitor* tiene mayor capacidad de consumo si el tratamiento se realiza en un periodo más largo, pese a ello en el presente estudio se comprueba que el primer mes del tratamiento es fundamental ya que en esta se visualiza la adaptación de las larvas a las dietas en las que son sometidas, demostrando que no siempre el tiempo determinará la biodegradabilidad de los organismos, para esto se tiene en cuenta las características que puede presentar cada microorganismo en cuanto a su sistema digestivo, la adaptabilidad y las condiciones físicas en las que estos se encuentren.

Con respecto al objetivo específico 1: Describir la capacidad degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno) Huánuco – 2022.

Referente al poliestireno se inició con una altura de 4 cm y se concluyó 3.58 cm, en peso se inició con 30 g y se finalizó con 27, así mismo con respecto al volumen se inició con 21.7 cm³ y se finalizó con 19.5 cm³.

Referente a la fécula de maíz se inició finalizó 1.54 cm, en el peso se inició con 30 gr. y se finalizó 25.40 g., en volumen se inició con 20 cm³ y se finalizó con 17.6 cm³. Demostrando de esta manera la eficacia del poliestireno con respecto es de 10.50 %, 10% de peso y 9.98% en volumen. Mientras que la eficacia en la fécula de maíz referente a la altura es de 23 %, 12 % peso y 12% en volumen.

Con respecto al objetivo específico 2: Medir la eficacia degradativa de la larva *Tenebrio Molitor* para la biodegradación de envases descartables en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022.

Se observa mayor eficacia biodegradativa en los envases descartables elaborados en base a fécula de maíz, ya que se obtuvo mayor porcentaje de biodegradación en altura y volumen a diferencia del poliestireno que presenta bajos porcentajes de biodegradación en los 3 aspectos de medición.

Con respecto al objetivo específico 3: Medir la cantidad de excretas producidas por la larva *Tenebrio Molitor* durante la biodegradación de envases descartables en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022.

Las excretas producidas referente al poliestireno en la última medición fue de 0.002 g., mientras en la fécula de maíz se produjo 0.003 g. de excretas.

Se muestra notablemente que hubo mayor producción de excretas en la población de estudio a base de fécula de maíz.

CONCLUSIONES

- Se concluye que existe una mayor eficacia en la biodegradación de envases descartables a base de fécula de maíz con 10.50 % en altura, 12 % en peso y 12 % en volumen con respecto a los envases descartables a base de poliestireno.
- Se concluye que la adaptabilidad de las larvas a las dietas en las que serán sometidas depende mucho de las condiciones físicas en las que estas se encuentren.
- Se concluye que no siempre el tiempo es indicador de mayor consumo, ya que se evalúa varios factores secundarios y/o características de las Larvas *Tenebrio Molitor*.
- Se concluye que hubo mayor producción de excretas en la población de estudio del descartable a base de fécula de maíz con 0.003 g. en la quinta medición.
- Se concluye que no siempre la cantidad de larvas determinan la cantidad de biodegradación.
- Se concluye que las larvas tienen mayor favoritismo de consumo en productos orgánicos.
- Se concluye que en la segunda y tercera semana de estudio hubo mayor participación de larvas con aproximadamente 10 mm de biodegradación con respecto a la altura.
- Se concluye que, en la segunda, tercera y cuarta semana hubo mayor participación de las Larvas con 10 mm relativamente con respecto a la población de estudios en base a fécula de maíz.
- Se concluye que la mayor biodegradación en cuanto al peso fue de 10 mg pertenecientes a la población de estudio en base a fécula de maíz, mientras que en la población de estudio a base de poliestireno el máximo biodegradado fue de 8 mg.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la continuación del presente estudio sea comparando
- Se recomienda que los resultados del estudio sean utilizados para desarrollar proyectos a gran escala donde intervenga las características y propiedades que presenta la Larva Tenebrio Molitor.
- Se recomienda que los agricultores masifiquen el uso de las excretas producidas por la larva Tenebrio Molitor.
- Se recomienda tener en cuenta la cantidad de gramos de poliestireno a estudiar.
- Se recomienda tener en cuenta el tiempo de ejecución del estudio, ya que a mayor tiempo se observará mejores resultados de biodegradación por parte de esta larva.
- Se recomienda tener en cuenta las características del ambiente adecuado para la sobrevivencia de las larvas.

REFERENCIA BIBIOGÁFICA

- 360, R. L. (18 de Enero de 2019). *Logistica 360* . Obtenido de Logistica 360:
<https://www.logistica360.pe/definiciones-y-funciones-de-los-envases-y-embalajes/>
- Adrian, Y. (05 de 02 de 2021). Google. Obtenido de Google:
<https://conceptodefinicion.de/efecto/#:~:text=el%20efecto%20es%20a%20quello%20que,los%20sentimientos%20de%20un%20individuo>.
- Alejandro, M. (2019). *Fitorremediacion*. Buenos Aires.
- Álvarez, B. P. (2019). *el cultivo del gusano de harina (tenebrio molitor) como herramienta didáctica para disminuir el impacto ambiental del uso del poliestireno expandido (eps) potenciando el uso del abono orgánico producto de su biodegradación con estudiantes de 6° de la inst. córdoba: universidad de córdoba*.
- Ambientum. (31 de Octubre de 2019). Obtenido de Ambientum:
<https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/que-son-los-residuos-solidos.asp>
- Angelica, D. (2011). Google. Obtenido de Scielo:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a2.pdf>
- Anonimo. (17 de octubre de 2017). Recuperado el 05 de Mayo de 2021, de Pen State Ectension:
<https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-los-suelos#:~:text=la%20calidad%20del%20suelo%20quiere,la%20vivienda%20de%20los%20humanos>.
- Anonimo. (24 de 02 de 2021). Google. Obtenido de Google:
<https://conceptodefinicion.de/composicion/>
- Aradilla Z. D, R. O. (2012). *Polímeros biodegradables:una alternativa de futuro a la sostenibilidad del medio ambiente*.
- Barrios, M. (2919). Google. Recuperado el 03 de Mayo de 2021, de

repositorio.ucv:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47891/Barios_PMF-Garcilazo_SAJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bartual, E. (2 de Julio de 2020). *Aimplas*. Obtenido de Aimplas: <https://www.aimplas.es/blog/iso-14855-biodegradabilidad-aerobica-en-condiciones-de-compostaje-controladas/>

Battagliotti, J. (2014). *Estudio de la capacidad degradativa sobre polipropileno biorientado (bopp) de microorganismos nativos de suelo de depósitos de residuos urbanos. argentina: cátedra de microbiología general. facultad de bioquímica y ciencias biológicas. UNL. Santa Fe,Argentina.*

Beltrán H, G. A.-R. (2004). *Pruebas normalizadas para la evaluación de la biodegradabilidad de sustancias químicas.* . Caracas: versión impresa ISSN 0378-1844.

Biopolcom. (Julio de 2019). *Obtenido de Biopolcom:* <https://biopolcom.cl/index.php/2019/07/19/que-es-la-biodegradacion/>

Bustamante, B. P. (2012). La degradación de plásticos. vol. 30 no 94, p. 67-86.

Campaña contra la Contaminación. Greenpeace. (2009). *greenpeace*, 1-6.

Carla Verónica Díaz López, Karla Eva Hernandez Quiroz, Lalia Muñoz Castellanos, Daniel Hernandez Castillo. (2021). *Capacidad degradativa de microorganismos nativos del suelos contaminado con aceite gastado.* Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua.

Castellón, H. (2010). *Plásticos oxo-biodegradables vs. plásticos biodegradables* . Coramer,ca.

Cerón, F. M. (2015). *Degradación de Polímeros con Tenebrio Molitor para reducir los contaminantes debidos al plástico.* México: El tenebrio molitor. España. Portal Gallero.

Chunga Campos, I. d. (2017). *biodegradación de poliestireno utilizando* .

chiclayo: universidad de lambayeque.

Córdoba, L. I. (2019). *Tecnología Ecológica*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Demicheli, M. (10 de Diciembre de 1996). Vlex. Obtenido de Vlex: <https://vlex.es/vid/plasticos-biodegradables-renovables-120222>

Diaz. (2019). Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50464/Diaz_SJM.%20Escobar_ASD%20%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Eduardo, V. (23 de Diciembre de 2013). Google. Recuperado el 04 de Mayo de 2021, de traxco.pe: <https://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/retencion-de-agua-del-suelo#:~:text=La%20capacidad%20de%20retenci%C3%B3n%20de,las%20cantidades%20de%20agua%20aplicadas>.

Edwards, D. (10 de 05 de 2013). Google. Obtenido de Google: <https://www.gestiopolis.com/calidad-concepto-y-filosofias-deming-juran-ishikawa-y-crosby/>

Erika, O. (2016). Google. Recuperado el 26 de Abril de 2021, de repository.unad.edu:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/12299/1023894927.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Espinosa, A. (2014). *Los plásticos. Tecnologías.*

Estrada, F. R. (2021). *biodegradación de poliestireno con tenebrio molitor*. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Facsa. (23 de 01 de 2017). Google. Obtenido de Google: <https://www.facsa.com/metales-pesados/>

Fao. (2019). Google. Recuperado el 04 de mayo de 2021, de fao.pe: http://www.fao.org/fishery/docs/cdrom/fao_training/fao_training/genera

<l/x6706s/x6706s06.htm>

Ferreira, L. C. (2013). *Evaluación de la biodegradabilidad anaerobia de residuos orgánicos pre-tratados térmicamente*. Valladolid: Universidad de valladolid.

Firco. (15 de 02 de 2017). *Higuerilla, planta convertida en aceite*. gobierno de mexico, pág. 1.

Flores Icochea, Y. J. (2019). *Efectividad de la bacteria Ideonella Sakaiensis para la biodegradación de materiales de Polietileno Tereftalato (PET), enel periodo 2019 II*. Lima: Universidad César Vallejo.

Frank, G. (06 de Marzo de 2021). *Google*. Recuperado el 04 de MAYO de 2021, de earth observing sitem: <https://eos.com/es/blog/fertilidad-del-suelo/>

Galán, J. S. (04 de Marzo de 2020). *Economipedia* . Obtenido de Economipedia : <https://economipedia.com/definiciones/eficacia.html>

Gama, Y. (2019). *La fitorremediación como alternativa en la recuperación de suelos afectados con desmontes de contrucción*. Tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias, Unidad de posgrado de facultad de ciencias agrarias]. <http://190.116.36.86/bitstream/handle/unc/3489/la%20fitorremediaci%c3%93n%20como%20alternativa%20en%20la%20recuperaci%c3%93n%20de%20suelos%20afectados%20con%20desmontes%20de%20condiciones.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Gardey, J. P. (2014). *Definición de*. Obtenido de *Definición de*: <https://definicion.de/comparacion/>

Gascueña, D. (26 de Agosto de 2020). *OpenMind* . Obtenido de <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/aliados-naturales-contra-el-plastico-algas-bacterias-y-hongos/>

Gonzales Alcos, V. C. (2019). *Capacidad biodegradativa de hongos filamentosos frente al polietileno*. Puno: Universidad del Altiplano .

Handy, S. (2013). *Google*. Obtenido de Google: [http://sgpwe.itz.uam.mx/files/users/uami/ser8/variadas%20definiciones%20sobre%20el%20suelo\(1\).doc#:~:text=para%20los%20ingenieros%20la%20definici%c3%b3n,spangler%20and%20handy%2c%201982\)](http://sgpwe.itz.uam.mx/files/users/uami/ser8/variadas%20definiciones%20sobre%20el%20suelo(1).doc#:~:text=para%20los%20ingenieros%20la%20definici%c3%b3n,spangler%20and%20handy%2c%201982).).

Hector, O. (27 de 11 de 2017). *Google*. Recuperado el 28 de abril de 2021, de Repositorio UDH: <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2230>

Heriberto, M. (Agosto de 1985). *Google*. Recuperado el 10 de Mayo de 2021, de Iniap - Ecuador: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1186/1/GUIA%20DEL%20cultivo%20de%20higuerilla.pdf>

Hernandez, R. (2014). *metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.

Hernesto, S. (2019 de Mayo de 2019). *Google*. Recuperado el 04 de Mayo de 2021, de Inginieria Civil.gob: <https://www.ingecivil.net/2019/05/28/que-es-la-compactacion-de-suelos/>

Jesus Gimenez, J. K. (2020). *Crianza de cucarachas (periplaneta americana) mediante residuos de cocina para disminuir la acumulación de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de huánuco 2019*. Huánuco: Universidad de Huánuco.

Jose, D. (2019). *Google*. Recuperado el 03 de Mayo de 2021, de repositorio.ucv: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50464/diaz_sjm.%20escobar_asd%20-%20sd.pdf?sequence=1&isallowed=y

Jose, M. A. (4 de diciembre de 2009). *Google*. Recuperado el 03 de Mayo de 2021, de Scielo.com: http://ve.scieno.org/scieno.php?script=sci_arttext&pid=s0002-192x2009000400011#:~:text=la%20actividad%20biol%c3%b3gica%20del%20suelo%20est%c3%a1%20relacionada%20a%20la%20altitud,%3b%20biomasa%20microbiana%3b%20gradiente%20altitudinal.

Juan, C. (noviembre de 2016). *google*. recuperado el 02 de mayo de 2021, de repositorio.utc.edu.: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3562>

Julian, P. (2018). *Google*. Obtenido de Google: <https://definicion.de/leguminosas/>

Julissa. (16 de Junio de 2012). *De todo un poco*. Obtenido de De todo un poco: <http://bymatryoshka.blogspot.com/2012/06/productos-desechables.html>

Jurley, R. (2018). *Google*. Obtenido de Repositorio UNAD: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21187/1098712760.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Karina, H. T. (2013). *Biodegradación de envases elaborados a base de fécula de maíz, papa, caña de azúcar, papel y oxo-biodegradables*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Lerens, C. (17 de 02 de 2021). *Google*. Obtenido de Google: https://es.wikipedia.org/wiki/lupinus_mutabilis

Lopretti, M. (2017). *Plásticos Biodegradables una oportunidad de mercado*. Universidad de la Republica.

Lucy, G. (2019). *Google*. Recuperado el 02 de Mayo de 2021, de repositorio.uncp.edu: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/uncp/5337/t010_41684253%20_m.pdf?sequence=1&isallowed=y

Luz, T. (2018). *Google*. Recuperado el 03 de Mayo de 2021, de repositorio.ucv: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50235/trabajo_plp-sd.pdf?sequence=1&isallowed=y

M., A. (1990). *Higuerilla (Planta)*. EcuRed, 9.

Maguiña. (2017). *Obtenido de* <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/1708/magui%c3%b1>

[*a_1.pdf?sequence=1&isallowed=y*](#)

Marcilla, M. B. (2011). *Tecnología de Polímeros*. Alicante: Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería Química.

Maria, M. (2012). Google. Obtenido de Google:
<https://definicion.de/oleaginosa/>

Mentaberry Alejandro. (2019). *Fitorremediación*. Buenos Aires. Obtenido de Google:

http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/IQM_fitorremediacion_argentina_25620.pdf

Merino., J. P. (2021). *Definición de*. Obtenido de Definición de:
<https://definicion.de/larva/#:~:text=Una%20larva%20es%20un%20ciero,estado%20juvenil%20de%20algunos%20animales>.

Minam. (2014). Google. Recuperado el 29 de MAYO de 2021, de MINAM:
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia-para-el-muestreo-de-suelos-final.pdf>

Minam. (2017). *Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos*. Lima.

Minam. (02 de Diciembre de 2017). Google. Recuperado el 04 de Mayo de 2021, de Ministerio del Ambiente:

<http://eca-suelo.com.pe/categoría-1/ministerio-del-ambiente-publico-decreto-supremo-que-aprueba-los-estándares-de-calidad-ambiental-eca-para-suelo/>

MINAM. (2017). Google. *El Peruano*, 13.

Minam. (2020). Recuperado el 03 de Mayo de 2021, de
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/preguntas-frecuentes/d-que-parametros-del-eca-suelo-se-debe-medir-en-la-linea-base-de-un-estudio-de-impacto-ambiental/>

Msc, L. P. (2020). *Supervivencia de larvas de dos especies de escarabajos Tenebrio*. Quito: Universidad central del ecuador.

Msc., L. P. (2020). *Supervivencia de larvas de dos especies de escarabajos Tenebrio molitor y Dermestes sp. expuestas a dietas basadas en dos tipos de plásticos (polietileno y poliestireno)*. Quito: Universidad central del ecuador.

Olinda, V. (Julio de 2018). Google. Obtenido de Google: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/unasam/2445/t033_45045548_t.pdf?sequence=1&isallowed=y

Orellana, L. N. (2016). *Propuesta gastronomica de aplicación innovadora del chocho*. Univercidad del Cuenca, 9.

Ortegón, Y. U. (2013). *Biopolímeros: avances y perspectivas*. Universidad de la Sabana.

Panduro, Y. P. (2019). *Efecto de em (microorganismos eficaces) con aplicación de dolomita y óxido de calcio en la degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios, en condiciones de la planta de compostaje de amarilis– huánuco 2014*. Huánuco: Unheval.

Papuico. (s.f.). 2020. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8548/2/v_fin_107_te_papuico_manrique_2020.pdf

Peña, i. m. (2015). *Uso de los insectos Tenebrio molitor, Tribolium castaneum y Palembus dermestoides (Coleoptera, Tenebrionidae) como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales*. 255-270.

Percy, C. A. (2016). *Tarwi*. Leguminosa andina de gran potencial. Leisa, 2.

Peruano, E. (16 de mayo de 2021). *El peruano*. Obtenido de El peruano: <https://elperuano.pe/noticia/120825-peruanos-generamos-21-mil-toneladas-dиarias-de-basura>

Pochteca. (31 de Marzo de 2018). Obtenido de Pochteca:

<https://mexico.pochteca.net/almidon-de-maiz-o-fecula-de-maiz/>

Portillo, S. R. (30 de Octubre de 2020). *Ecología verde*. Obtenido de Ecología verde:

<https://www.ecologiaverde.com/degradacion-ambiental-que-es-causas-consecuencias-y-ejemplos-3105.html>

Punto qpack. (03 de Octubre de 2017). *Obtenido de Punto qpack*:

<https://www.puntoqpack.com/blog/diferencias-entre-envases-biodegradables-vs-compostables-n16>

Roger, D. (10 de 03 de 2020). *Google*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Huanuco:

<http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2497/davila%20ruiz%2c%20roger%20miguel.pdf?sequence=3&isallowed=y>

Ronald, S. (2013). *Google*. Obtenido de Google:

http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Garritz_sobre_la_definicion_de_quimica_24073.pdf

Rosario, P. (2020). *Google*. Recuperado el 28 de Abril de 2021, de repositorio.continental:https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8548/2/iv_fin_107_te_papuico_manrique_2020.pdf

Rueda, L. V. (2006). *Ecología y medio ambiente*. Managua: Universidad Nacional Agraria.

S., B. (2003). Goolge. Recuperado el 10 de Mayo de 2021, de Argentina.Gob.ar:<https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/ricinus-communis>

Samper, M., Rico, M., Ferrandiz, S., & López, J. (2008). *Reducción y caracterización del residuo de. I Simposio Iberoamericano de I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos*.

Sánchez, J. M. (2020). *Capacidad biodegradativa de la cucaracha periplaneta americana (linnaeus, 1758) sobre la bolsa plástica y el filmpara la*

elaboración de abono. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Sánchez, M. L. (2020). *Biodegradación del poliestireno expandido por larvas de Tenebrio molitor l.* (Coleóptera: . Bógora: Universidad Nacional Abierta y a Distancia- Unad.

Sandra, D. (2017). *Google.* Recuperado el 02 de Mayo de 2021, de repositorio.utadeo.edu:<http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2397/tesis%20maestria%20en%20ciencias%20ambientales%20sandra%20milena%20diaz%20vargas%2c%20claudia%20helena%20sierra%20nova.pdf?sequence=5&isallowed=y>

Santiago, B. (2003). *Google.* Recuperado el 05 de mayo de 2021, de Sinavimo.gob.ar:<https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/ricinus-communis>

Sara, V. (2003). *Google.* Recuperado el 02 de Mayo de 2021, de ugr.es:<https://www.ugr.es/~cj1/mo%20en%20suelos.pdf>

Sarah, R. (08 de 01 de 2021). *Google.* Obtenido de muy interesante:
<https://www.muyinteresante.es/naturaleza/fotos/las-plantas-mas-venenosas-del-mundo/1>

Segura, D. N. (2007). *Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables* . Biotecnología 14(3), 361-372.

Silvia, P. (2013). *Google.* Obtenido de Google:
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2051/t19782%20silvia%20perez%20guzman.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Suarez, D. M. (2019). *Evaluación de la capacidad del hongo pleurotus ostreatus en la biodegradación del poliestireno expandido modificado con óxido de zinc.* Bógora: Universidad Libre.

Supo, & Zacarias. (2020). *Metodología de la investigación científica (Tercera ed.).* Lima, Perú: bioestadistico eedu eirl.

Tenorio Lezama, P. (200). *Google*. Recuperado el 03 de junio de 2021, de
meri:https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/221074/Ricinus_communis_final.pdf

Twenergy. (18 de Abril de 2019). *Twenergy*. Obtenido de Twenergy:
<https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/contaminacion/productos-desechables-un-gran-foco-de-contaminacion-1418/>

Valverde, C. S. (2018). *Moleqla*. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.

Vega.(2018).Obtenido de

http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/unasam/2445/t033_45045548_t.pdf?sequence=1&isallowed=y

Yance, P. A. (2017). *Biodegradación de la Espuma de Poliestireno por la larva del Tenebrio molitor*. Lima: Universidad César Vallejo.

Julia, M. U. Para: *Humanidades.com*. Última edición: 5 de octubre de 2022.
<https://humanidades.com/maiz/>. Consultado: 07 de octubre de 2022.

MINAM, *Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad – 2019*.

<https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/Linea-de-base-ma%C3%ADz-LowRes.pdf>.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Rivera Condezo, N. (2023). *Comparación de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno)*, Huánuco -2022 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.
<http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA CAPACIDAD DEGRADATIVA DE LA LARVA TENEBRIOS MOLITOR PARA LA BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES (EN BASE A FÉCULA DE MAÍZ Y POLIESTIRENO), HUÁNUCO - 2022”.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables/Indicadores	Metodología
¿Cuál es la eficacia de la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022?	Comparar la eficacia de la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022	H1: Existe diferencia de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022	Variable Calibración Capacidad degradativa Tenebrio molitor Variable Evaluativa Biodegradación de envases descartables - Volumen - Densidad - Peso	Tipo: Prospectivo, con intervención longitudinal y analítico Enfoque: Cuantitativo Nivel: Aplicativo Diseño: Experimental GE1: O1---X1---O2 GE2: O1---X1---O2 Población: Envases descartables usados en la población de Huánuco. Muestra:
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	H0: No existe diferencia de la eficacia de la capacidad degradativa de la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco – 2022.		

Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022?	envases descartables en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022	300 gr. de envases descartables (en base de poliestireno y fécula de maíz)
¿Cuál es la cantidad/medida de excretas producidas por la larva Tenebrio Molitor para la biodegradación de envases descartables (en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022?	Medir la cantidad de excretas producidas por la larva Tenebrio Molitor durante la biodegradación de envases descartables en base a fécula de maíz y poliestireno), Huánuco - 2022	

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2254-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 11 de noviembre de 2022

Visto, el Oficio N° 863-2022-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "**COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA CAPACIDAD DEGRADATIVA DE LA LARVA TENEBRIOS MOLITOR PARA LA BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES (EN BASE A FÉCULA DE MAÍZ Y POLIESTIRENO), HUÁNUCO - 2022**", presentado por el (la) Bach. Natalia Glendy RIVERA CONDEZO.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1948-2022-D-FI-UDH, de fecha 03 de octubre de 2022, perteneciente al Bach. **Natalia Glendy RIVERA CONDEZO** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 863-2022-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "**COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA CAPACIDAD DEGRADATIVA DE LA LARVA TENEBRIOS MOLITOR PARA LA BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES (EN BASE A FÉCULA DE MAÍZ Y POLIESTIRENO), HUÁNUCO - 2022**", presentado por el (la) Bach. **Natalia Glendy RIVERA CONDEZO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas (Presidente), Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario) y Ing. Marco Antonio Torres Marquina (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación de (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "**COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA CAPACIDAD DEGRADATIVA DE LA LARVA TENEBRIOS MOLITOR PARA LA BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES (EN BASE A FÉCULA DE MAÍZ Y POLIESTIRENO), HUÁNUCO - 2022**", presentado por el (la) Bach. **Natalia Glendy RIVERA CONDEZO** para optar el Titulo Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVENSE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Signature]
Ing. Ethel Magdalena Montaña Lezcano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Signature]
Mg. Bertholdo Campos Ríos
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIA – Asesor – Exp. Graduando – Internado – Archivo.
BCR/EJML/mia.

ANEXO 3

RESOLUCIÓN DEL NOMBRAMIENTO DEL ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1948-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 03 de octubre de 2022

Visto, el Oficio N° 756-2022-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 371706-0000003031, de la Bach. Natalia Glendy RIVERA CONDEZO, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 371706-0000003031, presentado por el (la) Bach. Natalia Glendy RIVERA CONDEZO, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Dr. Héctor Raúl Zacarias Ventura, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. Natalia Glendy RIVERA CONDEZO, al Dr. Héctor Raúl Zacarias Ventura, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

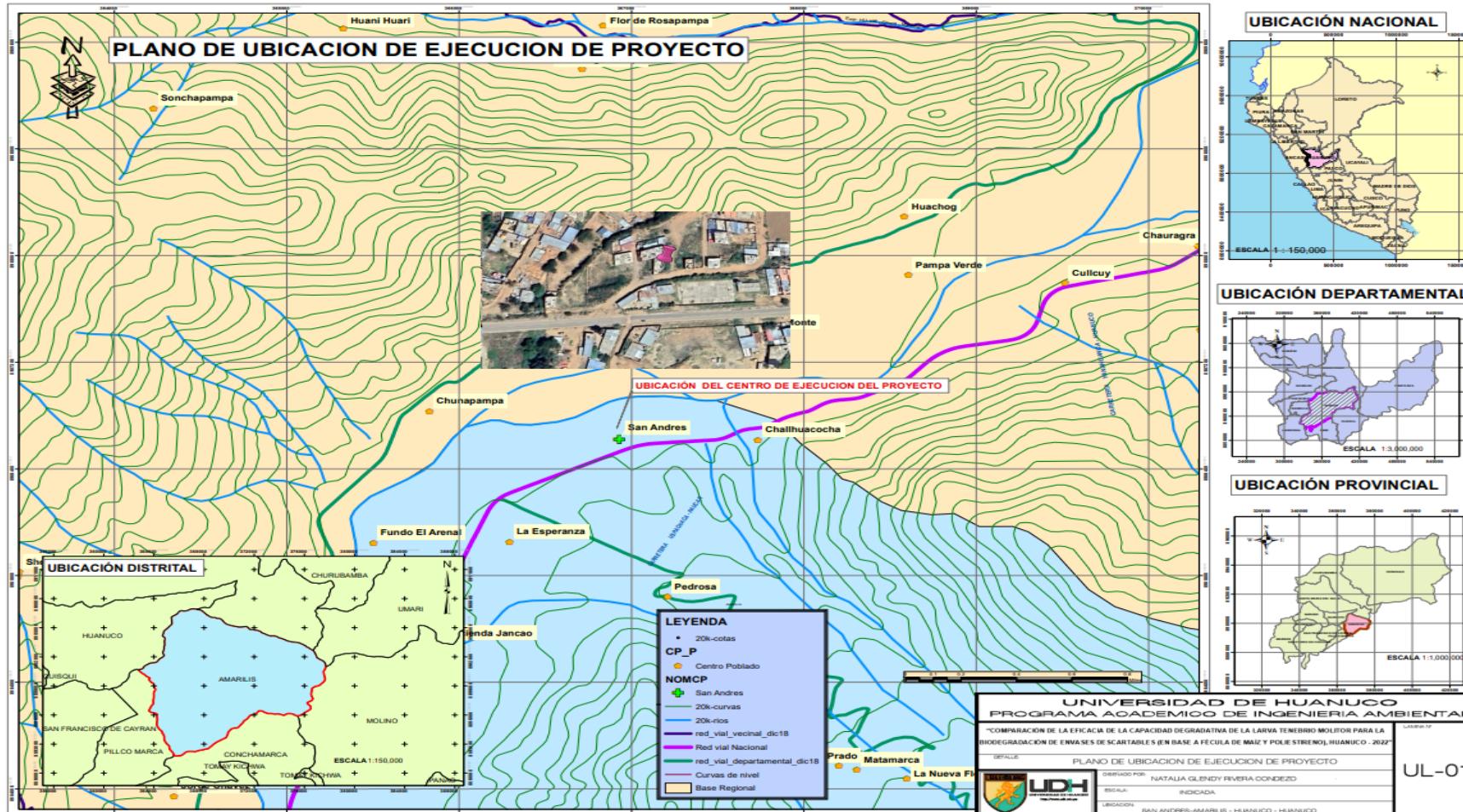


Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIA – Asesor – Mat y Reg.Acad – Interesado – Archivo.
BCR/EJML/ans.

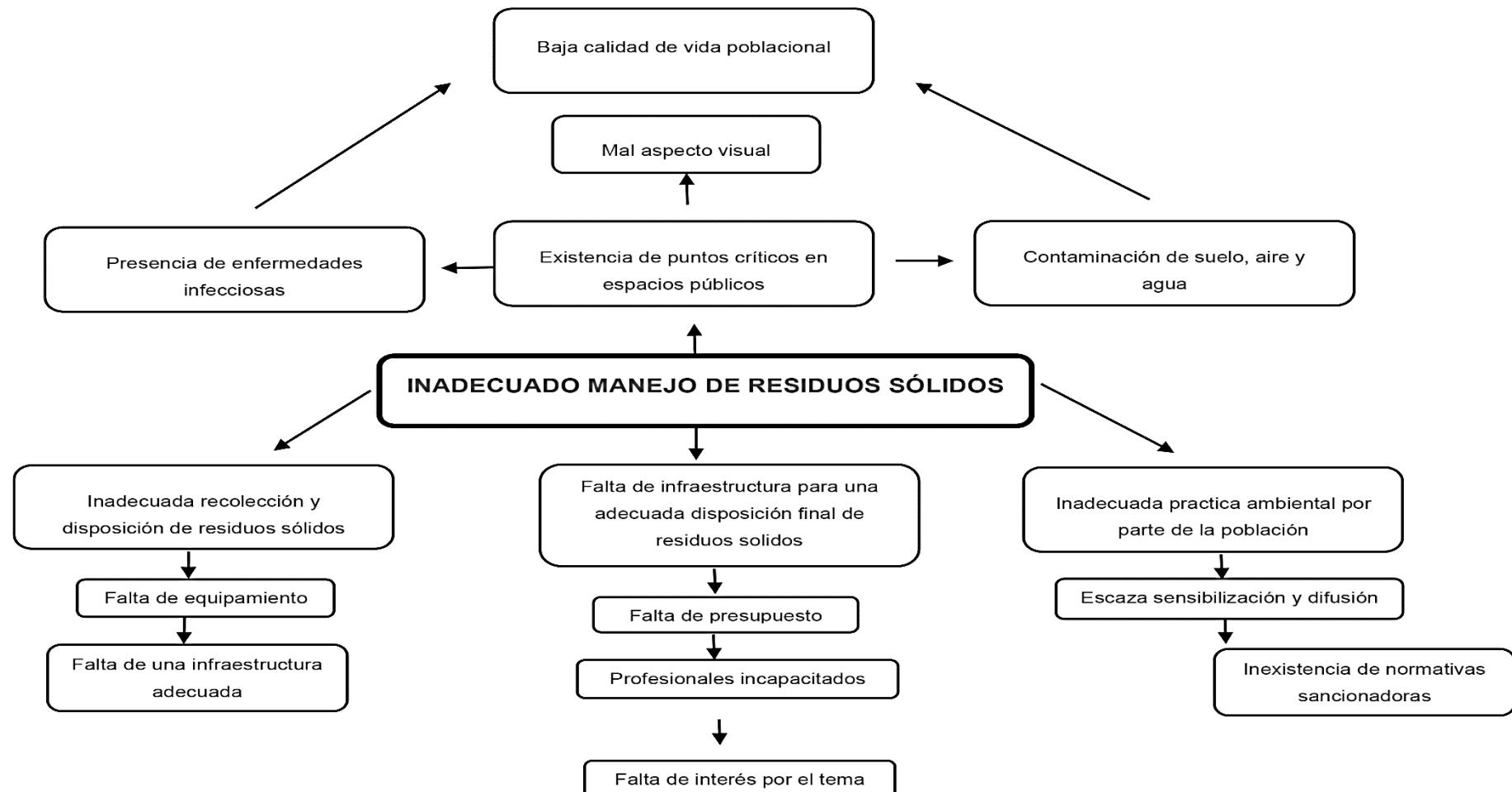
ANEXO 4

PLANO DE UBICACIÓN



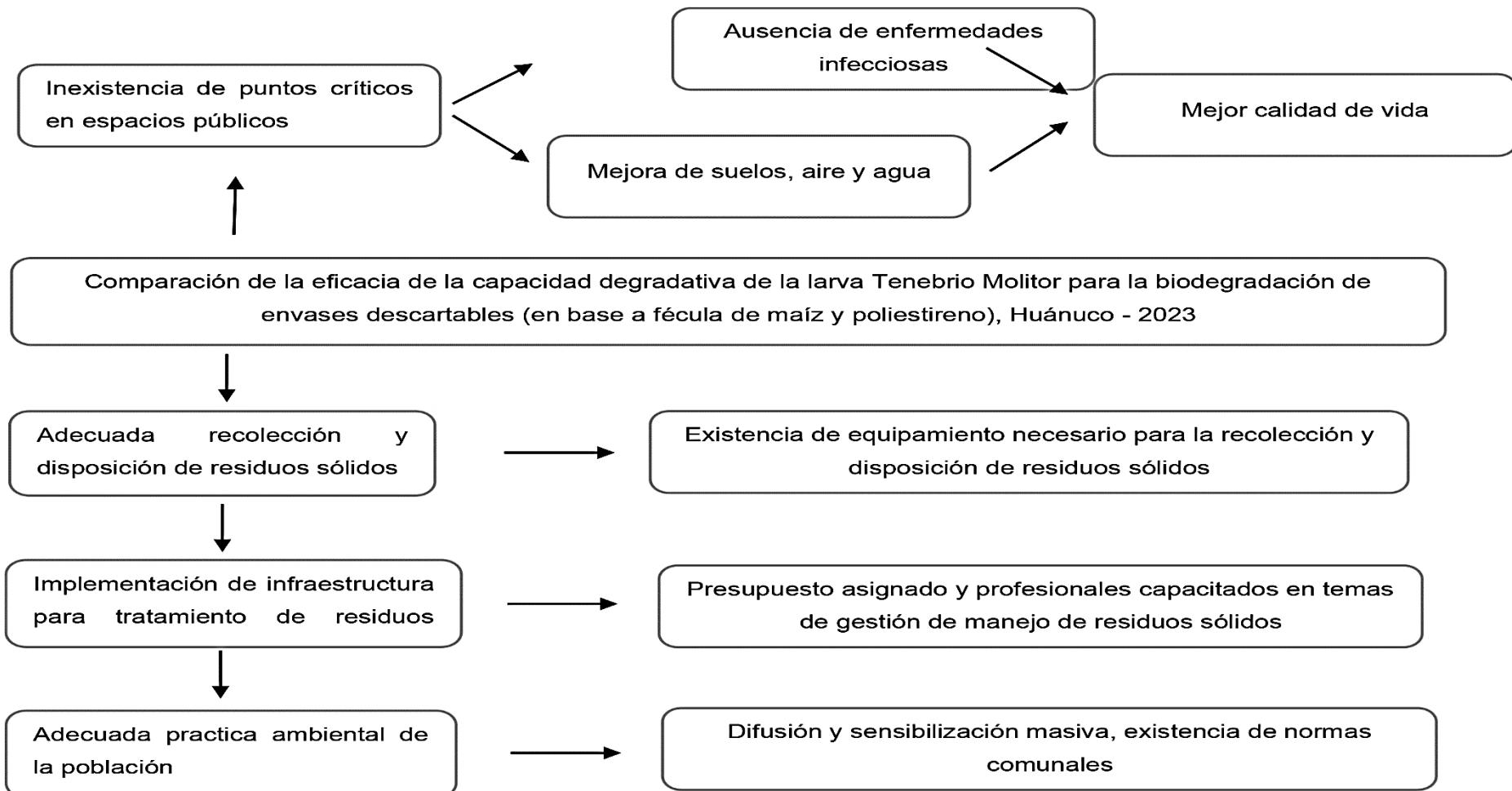
ANEXO 5

DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS



ANEXO 6

DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 7

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

	<p style="text-align: center;">"COMPARACIÓN DE LA EFICACIA DE LA CAPACIDAD DEGRADATIVA DE LA LARVA TENEBRIÓN MOLITOR PARA LA BIODEGRADACIÓN DE ENVASES DESCARTABLES (EN BASE A FÉCULA DE MAÍZ Y POLIESTIRENO), HUÁNUCO - 2023"</p> <p style="text-align: center;">FORMATO DE FICHA DE OBSERVACIÓN</p>																																																																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 2px;">DATOS PERSONALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">NOMBRES Y APELLIDOS</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Natalia Glendy Rivera Condezo</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">FACULTAD / INSTITUCIÓN</td> <td style="padding: 2px;">Ingeniería Ambiental / Universidad de Huánuco</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">UBICACIÓN</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">CORREO</td> <td style="padding: 2px;">Glendy_Rivera_2000@hotmail.com</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">FIRMA</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </tbody> </table>		DATOS PERSONALES		NOMBRES Y APELLIDOS	Natalia Glendy Rivera Condezo	FACULTAD / INSTITUCIÓN	Ingeniería Ambiental / Universidad de Huánuco	UBICACIÓN		CORREO	Glendy_Rivera_2000@hotmail.com	FIRMA																																																																																																																																								
DATOS PERSONALES																																																																																																																																																				
NOMBRES Y APELLIDOS	Natalia Glendy Rivera Condezo																																																																																																																																																			
FACULTAD / INSTITUCIÓN	Ingeniería Ambiental / Universidad de Huánuco																																																																																																																																																			
UBICACIÓN																																																																																																																																																				
CORREO	Glendy_Rivera_2000@hotmail.com																																																																																																																																																			
FIRMA																																																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 2px;">VARIABLE EVALUATIVA</th> <th colspan="7" style="text-align: center; padding: 2px;">Biodegradación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">POBLACIÓN DE ESTUDIO:</td> <td colspan="7" style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <th style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">FECHA</th> <th style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">REPETICIÓN</th> <th style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">MEDICIÓN</th> <th style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">FRASCO 1</th> <th style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">FRASCO 2</th> <th style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">FRASCO 3</th> <th style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">FRASCO 4</th> <th style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">FRASCO 5</th> <th style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 2px;">1</td> <td rowspan="4" style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 2px;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Altura</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Peso</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Densidad</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Volumen</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 2px;">3</td> <td rowspan="4" style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 2px;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Altura</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Peso</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Densidad</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Volumen</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 2px;">4</td> <td rowspan="4" style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 2px;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Altura</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Peso</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Densidad</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Volumen</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 2px;">5</td> <td rowspan="4" style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 2px;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Altura</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Peso</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Densidad</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;">Volumen</td> <td style="width: 10%; text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> </tbody> </table>		VARIABLE EVALUATIVA		Biodegradación							POBLACIÓN DE ESTUDIO:									FECHA	REPETICIÓN	MEDICIÓN	FRASCO 1	FRASCO 2	FRASCO 3	FRASCO 4	FRASCO 5	OBSERVACIONES	1	2	Altura							Peso							Densidad							Volumen							3	2	Altura							Peso							Densidad							Volumen							4	3	Altura							Peso							Densidad							Volumen							5	4	Altura							Peso							Densidad							Volumen						
VARIABLE EVALUATIVA		Biodegradación																																																																																																																																																		
POBLACIÓN DE ESTUDIO:																																																																																																																																																				
FECHA	REPETICIÓN	MEDICIÓN	FRASCO 1	FRASCO 2	FRASCO 3	FRASCO 4	FRASCO 5	OBSERVACIONES																																																																																																																																												
1	2	Altura																																																																																																																																																		
		Peso																																																																																																																																																		
		Densidad																																																																																																																																																		
		Volumen																																																																																																																																																		
3	2	Altura																																																																																																																																																		
		Peso																																																																																																																																																		
		Densidad																																																																																																																																																		
		Volumen																																																																																																																																																		
4	3	Altura																																																																																																																																																		
		Peso																																																																																																																																																		
		Densidad																																																																																																																																																		
		Volumen																																																																																																																																																		
5	4	Altura																																																																																																																																																		
		Peso																																																																																																																																																		
		Densidad																																																																																																																																																		
		Volumen																																																																																																																																																		

ANEXO 8

PAPEL FOTOGRÁFICO

Envases descartables a base de fécula de maíz



Envase descartable a base de poliestireno



Recipientes donde se colocó la población de estudio



Etiquetado de los recipientes



Producción de excretas en la población de estudio a base de fécula de maíz



Producción de excretas en la población de estudio a base de fécula de maíz



Supervisión del jurado durante la ejecución del proyecto

