

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“EFICIENCIA DE LAS LARVAS *Tenebrio molitor* EN LA
BIODEGRADACION DE POLIMEROS, HUANUCO 2019”**

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

AUTORA: Condezo Beteta, Verenisa Nohely

ASESOR: Salas Vizcarra, Cristian Joel

HUÁNUCO – PERÚ

2022

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: Ingeniería ambiental

Disciplina: Biotecnología ambiental

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero(a) ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45728462

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41135525

Grado/Título: Maestro en ingeniería con mención desarrollo sostenible.

Código ORCID: 0000-0003-4745-4889

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	Cámaras Ilanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Vásquez Baca, Yasser	Máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental.	42108318	0000-0002-7136-697X



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

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 06 del mes de SEPTIEMBRE del año 2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. SIMEON EDMUNDO CELIXTO VARGAS (Presidente)
Mg. FRANK ERICK CAMARO LLANOS (Secretario)
Mg. YASSEN VASQUEZ BACA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1689-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"EFICIENCIA DE LAS LARVAS Tenebrio molitor EN LA BIODEGRADACIÓN DE POLIMEROS, HUÁNUCO 2019"

presentada por el (la) Bachiller VERENISA NOHELY CONDEZO BETETP., 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) APROBADA por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 18 y cualitativo de Muy Bueno (Art 47)

Siendo las 16:00 horas del día 06 del mes de Septiembre del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

A Dios, que me guio e iluminó con sabiduría, dándome fuerzas para alcanzar mis metas.

A mis abnegados padres, Alejandro y Betty, por su apoyo espiritual, comprensión y amor, por hacer de mí un ser integral del cual me siento orgullosa.

A mis hermanos Erica y Nilton, a quienes cuyas preguntas y sugerencias me enseñaron.

Verenisa.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela de Pregrado de la Universidad Privada Huánuco.

Al Ing. *Héctor Raúl Zacarías Ventura* del Curso de Diseño de Trabajo de Investigación, de la Universidad Privada Huánuco, por habernos encaminado por la cultura de la investigación científica.

A nuestro asesor Cristian Joel Salas Vizcarra, por su valiosa y efectiva orientación sobre cómo llevar a cabo esta investigación.

Al claustro universitario por sus valiosos aportes en el fortalecimiento de nuestros perfiles personales, sociales y académicos profesionales.

Verenisa.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	X
CAPITULO I	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1.PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2.PROBLEMA ESPECÍFICO	15
1.3. OBJETIVO GENERAL	16
1.4. OBJETIVO ESPECÍFICO	16
1.5. JUSTIFICACIÓN	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	18
CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1.ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2.ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3.ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICAS	26
2.2.1.FAMILIA TENEBRIONIDAE	26
2.2.2.EXIGUOBACTERIUM SP	39
2.2.3.LOS POLÍMEROS	40
2.2.4.BENEFICIOS DE LOS PLÁSTICOS	62
2.2.5.LA ECONOMIA CIRCULAR	63

2.2.6.IMPACTO POSITIVOS Y NEGATIVOS DE LOS PLÁSTICOS	64
2.2.7.BIODEGRADACIÓN DE POLÍMEROS POR LARVAS (<i>Tenebrio molitor</i>)	67
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	68
2.4. HIPÓTESIS.....	72
2.5. VARIABLES.....	72
2.5.1.VARIABLE DE CALIBRACIÓN	72
2.5.2.VARIABLE EVALUATIVA.....	72
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	73
CAPITULO III	74
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	74
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	74
3.1.1.ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	74
3.1.2.NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	74
3.1.3.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	74
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	75
3.2.1.POBLACIÓN.....	75
3.2.2.MUESTRA.....	75
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	76
3.3.1.PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	76
3.3.2.PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	77
3.3.3.PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	77
CAPITULO IV.....	78
RESULTADOS	78
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	78
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.	89
CAPITULO V.....	93
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	93
5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	93
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales Componentes Nutricionales del Tenebrio (Tenebrio molitor)	38
Tabla 2 Porcentaje de Insectos más Consumidos a Nivel Mundial Según la FAO.....	38
Tabla 3 Principales Líneas y Productos Plásticos	56
Tabla 4 Importación de los Principales Insumos de la Industria Plástica	58
Tabla 5 Indicadores y Escalas de Medición	73
Tabla 6 Cantidad de Larvas	78
Tabla 7 Masa de Larvas	79
Tabla 8 Tamaño de Larvas.....	80
Tabla 9 Cantidad de Sustrato Producido	81
Tabla 10 Determinación de la Humedad	82
Tabla 11 Conductividad Eléctrica	83
Tabla 12 Consumo de Polímeros y la Variación de Consumo.....	84
Tabla 13 Resultados de pH en el Sustrato.....	85
Tabla 14 Porcentaje de Ceniza Obtenido en Cada Sustrato	86
Tabla 15 Resultados en Base Húmeda.....	87
Tabla 16 Resultados en Base Seca	87
Tabla 17 Resultados de Minerales como N, P y K por un Proceso de Digestión	88
Tabla 18 Comparación de los Descriptivos de Consumo de Polímeros.....	89
Tabla 19 Prueba de Normalidad de los Grupos de Estudio.....	90
Tabla 20 Análisis de la Varianza con un Factor Inter Sujetos.....	91
Tabla 21 Prueba Post Hoc para las Comparaciones Múltiples de Tukey.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Metamorfosis completa u Holometabola de un Escarabajo	28
Figura 2 Huevos de los Insectos	29
Figura 3 Tipos de Larvas	30
Figura 4 Tipos de Pupas.....	31
Figura 5 Taxonomía de Coleópteras	32
Figura 6 Formas de las larvas de Coleópteras	33
Figura 8 Morfología de las Larvas del Tenebrio molitor	34
Figura 9 Ciclo de Vida de los Tenebrios	35
Figura 10 Exiguobacterium.....	39
Figura 11 Estructura de Cadenas Lineales	42
Figura 12 Estructura de Cadenas Ramificada	42
Figura 13 Estructura de Cadenas Entrecruzadas	43
Figura 14 Estructura de Cadenas Homopolímeras	43
Figura 15 Estructura de Cadenas Copolímeras	44
Figura 16 Factor Politémico.....	75

RESUMEN

Nos enfrentamos a la acumulación de residuos sólidos, causando diferentes daños al ecosistema, sus consecuencias fueron negativas a escala mundial, por lo que nos planteamos el siguiente objetivo: Determinar la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de polímeros, se optó por el tipo de investigación de prueba experimental, para determinar la efectividad de las larvas móviles, en cada polímero (poliestireno, bolsas de baja densidad y pañales), procedimientos seguidos durante el recojo de información se utilizaron las fichas de observación para recopilar datos sobre el consumo de polímeros, el cambio de biomasa, la cantidad de polímeros involucrados y la excreta producida, por un periodo de 45 días

Luego se llevaron a cabo parámetros físicos y químicos en el laboratorio, para construir el marco teórico, se utilizaron archivos estructurados para recopilar información sobre las variables de calibración y estimación; En el procesamiento del informe final se utilizan estadísticas descriptivas para evaluar a los estadísticos y se utiliza un post-test para probar la hipótesis. Se usaron 0,231 g de bloque Tecnopor (poliestireno) D10 (10 kg/m³), bolsas de baja densidad y pañales, 5 muestras repetidas cada uno, para digerir los gusanos a 25°C. Los resultados de los experimentos mostraron que había una diferencia entre la efectividad del poliestireno plástico (valor $p = 0,012$) y los pañales de plástico (valor $p = 0,038$). Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre el poliestireno y el rendimiento del pañal (valor $p = 0,803$). Entre los resultados se encontró que la degradación del poliestireno es del 86,132%, en bolsas de baja densidad del 18,978% y en pañales del 73,527%. Los resultados mostraron una diferencia significativa en la biodegradación de los polímeros.

ABSTRACT

We are faced with the accumulation of solid waste, causing different damages to the ecosystem, its consequences were negative on a global scale, so we set ourselves the following objective: To determine the efficiency of *Tenebrio molitor* larvae in the biodegradation of polymers, we opted the type of investigation of experimental test investigation was chosen, to determine the effectiveness of mobile larvae, in each polymer (polystyrene, low-density bags and diapers), procedures followed during the collection of information, the observation sheets were used to collect data on the consumption of polymers, the change in biomass, the amount of polymers involved and the excreta produced, for a period of 45 days.

Physical and chemical parameters were then carried out in the laboratory, to build the theoretical framework, structured files were used to collect information on the calibration and estimation variables; In the processing of the final report, descriptive statistics are used to evaluate the statistics and a post-test is used to test the hypothesis. 0.231 g Tecnopor (polystyrene) D10 block (10 kg/m³), low-density bags and diapers, 5 replicate samples each, were used to digest the worms at 25°C. The results of the experiments showed that there was a difference between the effectiveness of polystyrene plastic (p value = 0.012) and plastic diapers (p value = 0.038). However, there was no significant difference between polystyrene and diaper performance (p value = 0.803). Among the results, it was found that the degradation of polystyrene is 86.132%, in low-density bags 18.978% and in diapers 73.527%. The results showed a significant difference in the biodegradation of the polymers.

INTRODUCCIÓN

El presente informe final lleva por título LA EFICIENCIA DE LAS LARVAS *Tenebrio molitor* EN LA BIODEGRADACIÓN DE POLIMEROS, HUÁNUCO; 2019, para optar el Título Profesional de Ingeniera Ambiental, presentado por el graduando Condezo Beteta, Verenisa N.

El estudio tiene como problema eje la acumulación de los residuos de polímeros por la resistencia a su degradación, la producción de plástico se inició en 1869 con la creación del celuloide, y en el siglo XX su producción pasó al plano industrial. Asimismo, el polímero posee propiedades de fuerza y resistencia al calor. Debido al accesible manejo y bajo costo es utilizado para aplicaciones del hogar y son de gran relevancia en el mercado, ocupando el quinto lugar del consumo.

Por ello, se propone la biodegradación de los poliestirenos expandidos (EPS) o Tecnopor, bolsas de baja densidad y pañales que consumen las larvas (*Tenebrio molitor*), también conocidas como gusanos de la harina.

El propósito de realizar esta actividad es garantizar la descontaminación de los ecosistemas y liberar los espacios naturales que se consideran potencialmente cancerígenos debido a su estructura única y alta durabilidad en el medio ambiente, puede representar una amenaza para la naturaleza.

El objeto de interés de la investigación es proponer opciones para el tratamiento de este material por biodegradación específica de especie a un nivel que se considere efectivo. En la investigación se determinó la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de polímeros, la cual se determinó los siguientes objetivos específicos que fueron: Evaluar la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación del poliestireno, bolsas de baja densidad y pañales, para determinar los parámetros físicos y químicos de los componentes del sustrato producido en la descomposición de los polímeros.

Este estudio consta de cinco capítulos: en la primera parte, se discuten aspectos relacionados con el problema de investigación; segundo, tener una base teórica; el tercero contiene la base metodológica; el cuarto indica los resultados de la investigación, el quinto indicamos la discusión de resultados de la investigación y finalmente conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Con relación a las conclusiones arribadas de la eficiencia de las larvas (*Tenebrio molitor*) en la biodegradación de polímeros durante el tratamiento de acuerdo al aumento de masas presentan diferencias significativas, donde los poliestirenos y pañales presentan mayor eficiencia respecto a las bolsas de baja densidad, se obtuvo buenos resultados, a la luz de la confiabilidad, objetividad y equidad de la investigación, pero no son definidas ni acabadas por el contrario, sirven como punto de partida para continuar y profundizar la investigación. que tiene como objetivo contribuir a la protección del medio ambiente, reflejan la necesidad de cuidar el medio ambiente y llevar a cabo acciones de conservación con un espíritu de preparación, compromiso para actuar por la naturaleza, para evitar la destrucción y asegurar a las generaciones futuras.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Con el desarrollo de la sociedad en el campo de la tecnología, se ha hecho evidente la necesidad de optimizar nuevos materiales que puedan cubrir nuestras necesidades. Los polímeros se han utilizado desde la antigüedad; Por ejemplo, los egipcios ya usaban plásticos naturales en el año 2000 a. para momificar cadáveres. Además del caucho, los polímeros de isopreno se derivan del látex de los árboles. *Hevea Brasiliensis*, era empleado por los indígenas americanos, como los aztecas o los mayas, para fabricar pelotas o zapatos. Luego, en el siglo XIX, este polímero hizo una verdadera revolución cuando su curado fue descubierto por accidente gracias a Charles Goodyear, quien, después de arrojarlo sobre una estufa caliente, notó que el caucho natural se estaba convirtiendo en un material muy fuerte y flexible, un elastómero termoestable.

El progreso en la síntesis de plásticos derivados del petróleo ha sido mayor y está reemplazando rápidamente a los plásticos obtenidos a partir de polímeros naturales.

En base a este análisis, Labeaga (2018). Afirma que las resinas a base de petróleo son más baratas y más adecuadas para la producción en masa y, en general, tienen mejores propiedades mecánicas. Entonces, la primera mitad del siglo vio la introducción de muchos de los plásticos que usamos hoy.

Al respecto Roberts & Lucas (2017). Indica que:

...en la actualidad los polímeros termoplásticos, su producción y sus impactos tienen escala global ya que sus propiedades hidrofóbicas evitan su susceptibilidad a la hidrólisis. Además, el uso de antioxidantes y retardantes en el proceso de fabricación aumenta la calidad del producto, el tiempo de oxidación y degradación, demorándose miles de años en descomponerse.

La producción mundial de plástico ha aumentado drásticamente en los últimos 50 años, especialmente en las últimas décadas. De hecho, hemos producido más plástico en los últimos diez años que en toda la historia de la humanidad

La producción total de plástico en 2016 fue de más de 335 millones de tn. Además, existen fibras sintéticas utilizadas en prendas de vestir, cuerdas y otros productos, que totalizaron 61 millones de tn en el mismo año.

Greempeace (2019). Indica *que en el 2020* superará los 500 millones de toneladas anuales, un 90% más que en 1980. Hasta la fecha, desde que comenzó la producción alrededor de 1950, se produjeron alrededor de 8.300 millones de tn de plástico, equivalente al peso de una población de unos mil millones de elefantes. Solo la industria de bebidas produce más de 500 mil millones de botellas de plástico de un solo uso al año. En el 2016, la producción europea de plástico alcanzó los 60 millones de toneladas. China sigue siendo el principal productor de plásticos, representando el 29 % de la producción total en 2016, seguido de Europa (19 %) y América del Norte (18 %). Dado el alto nivel de producción de plástico en China, el 50% de la producción mundial de plástico se produce actualmente en Asia. En Europa, más de dos tercios de la demanda de plástico proviene de cinco países: Alemania (24,5 %), Italia (14,2 %), Francia (9,6 %), España (7,7 %) y Reino Unido (7,5 %).

Al respecto, Perú no es ajeno a problemas ambientales que desafían las buenas intenciones de las autoridades actuales que a pesar de las 18 iniciativas legislativas presentadas en el Congreso que regulan y en un caso prohíben la producción de plásticos, la demanda de los mismos sigue creciendo.

Según Jesús Salazar Nishi, presidente del Comité de Plásticos de la Asociación Nacional de la Industria (SNI), el sector crecerá 2% en 2019, alcanzando el millón de toneladas (TM), aunque no todo es de origen original. Góngora (2014) señala.

(...) en general, necesitamos alcanzar un millón de toneladas de plástico por año, siendo el polietileno y el polipropileno los más comunes para productos de un solo uso y bolsas de aluminio. Menos del 40% de las importaciones se utilizan para estos fines. (p.18).

Perú se acerca a Colombia en producción (1,3 millones de toneladas) y mantiene un nivel de consumo de 30 kg/persona/año. Sin embargo, en sectores como la producción de bolsas de plástico (45.000 toneladas), la mayor parte de la producción se realiza en el sector informal.

Del mismo modo en la ciudad de Huánuco se utilizan una gran variedad de polímeros en corto tiempo comparados con su vida útil, cuyo efecto en el medio ambiente sorprende porque no se descomponen, contaminan, se acumulan y liberan dioxinas, dañinas para la atmósfera y la salud, durante la combustión, ya que estos contienen estireno, considerados cancerígenos que empeora así la calidad de vida.

Debido a estas limitaciones ambientales, es conveniente explorar posibles opciones para su degradación, por ejemplo, el uso de *Tenebrio molitor* microbiano, la bacteria *Exiguobacterium* sp. Permite el intercambio de nutrientes y residuos por biofilm.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de polímeros, Huánuco; 2019?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cuál es la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de poliestireno?

¿Cuál es la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación en bolsas de baja densidad?

¿Cuál es la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de pañales?

¿Cuáles son los parámetros físicos de los componentes de las excretas de las larvas?

¿Cuáles son los parámetros químicos de los componentes de las excretas de las larvas?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Determinar la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de polímeros, Huánuco 2019.

1.4. OBJETIVO ESPECÍFICO

Evaluar la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación del poliestireno.

Evaluar la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación en bolsas de baja densidad.

Evaluar la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de pañales.

Determinar los parámetros físicos de los componentes del sustrato producido en la descomposición de los polímeros.

Determinar los parámetros químicos de los componentes del sustrato producido en la descomposición de los polímeros.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación pretende satisfacer la necesidad básica que enfrenta el mundo, es decir, los problemas ambientales como la contaminación, el uso de polímeros es indispensable debido a que se encuentran en muchos productos físicos y cotidianos como bolsas, empaques, telas, etc. Estos elementos ya no se pueden utilizar en poco tiempo en comparación con el tiempo de uso es un gran problema.

El propósito de esta actividad es asegurar la desinfección de los ecosistemas y la liberación del espacio natural, reduciendo su acumulación, lo que repercute positivamente en la sociedad ya que mejora la calidad de vida.

El propósito es aportar al conocimiento existente sobre el uso de larvas *Tenebrio molitor*, como un método biotecnológico para la degradación de polímeros, los resultados que puedan ser sistematizados en una aplicación se incluirán como conocimiento científico ya que demostrarán que el uso de estas larvas reduce el tiempo de descomposición y contrarresta así los efectos negativos en los ecosistemas.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Recursos bibliográficos, hemerográficos y especializados limitados sobre el tema abordado, sin embargo, se puede acceder a otros espacios documentales virtuales y tradicionales para superar las limitaciones; así como la baja capacidad económica del investigador para cubrir los costos relacionados con la investigación, pero se utilizaron otros mecanismos de financiación para lograr nuestros objetivos.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Es viable porque la investigación se hizo en la casa del investigador, contando con la disponibilidad, compromiso y apoyo de los familiares, asimismo, se ha realizado el manejo de estrategias metodológicas, la disponibilidad de materias primas para la implementación, evaluación y procesamiento de datos.

La investigación tiene soporte teórico y práctico, lo cual es beneficioso porque brinda un sentido general de pertenencia y estabilidad con otras investigaciones relacionadas; y funciona porque es útil para degradar y minimizar los polímeros, contribuyendo así al desarrollo tecnológico

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se utilizan diversos repositorios biobibliográficos nacionales y regionales para encontrar estudios a nivel de tesis relevantes en el tema, en los que se han podido encontrar algunos estudios que se han citado, los cuales son:

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Gutiérrez (2013), presento la tesis titulada: ***“BIODEGRADACIÓN DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD POR CONSORCIOS MICROBIANOS”***, en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Extractivas, México, para optar el título de Bióloga.

Su propósito fue identificar la población microbiana contenida en los residuos de polietileno de baja densidad recolectados de un sitio seleccionado de polímeros biodegradables de este tipo. Los puntos de recolección se seleccionan en función de la abundancia de material en el sitio. Mediante el cultivo en medios líquidos y sólidos se observó con el microscopios ópticos y electrónicos de barrido, el crecimiento de colonias y el crecimiento microbiano. La actividad de degradación del enlace se determinó en base a la apariencia de las muestras de polietileno observadas bajo un microscopio electrónico de barrido y la pérdida de peso de la resina después del tiempo de recocido después de usarla como única fuente de carbono, en el medio se encontró evidencia de una mayor biodegradabilidad del polietileno en un complejo de micobacterias y levaduras en cultivo líquido a pH 5 con agitación continua. Concluyó que el agregado microbiano aislado de las escamas de polietileno de baja densidad (PEBD) forma una biopelícula biodegradable.

Hernández (2018), presento la tesis titulada ***“EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y ESTRUCTURALES DE ELASTÓMEROS COMERCIALES: ESTIMACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DEL POLÍMERO A LARGO PLAZO”*** en la Facultad de Ingeniería, Tesis de maestría con honores en el campo de la ingeniería mecánica.

Su objetivo es el estudio del efecto de la temperatura sobre las propiedades mecánicas (macroscópica) y estructurales (microscópica) de 3 elastómeros comerciales: caucho natural, neopreno y acrilonitrilo, para correlacionar ambas partes, sus resultados difieren en magnitud. degradación de polímeros; donde los tres materiales reducen la intensidad del pico correspondiente a la relación $C = C$; para NR la reducción es del 20%, CR del 10% y NBR del 60%. El envejecimiento térmico es un mecanismo de degradación muy complejo debido a dos procesos principales que compiten: entrecruzamiento, formación de enlaces polisulfuro $-C-SX-C-$ y ruptura de la cadena que rompe los enlaces. Como se puede ver a partir de la conclusión del análisis espectroscópico, a medida que el envejecimiento térmico aplicado es mayor, pierde el material el doble enlace $C=C$ porque el grado de reticulación aumenta, conduce a una disminución en la ductilidad del material. Se establecieron correlación entre diferentes propiedades mecánicas y resistencia máxima de $C = C$ en la extensión máxima del sitio FT-IR como la característica más asociada con la reducción y el resultado de $C = C$. Se argumenta que los signos de daño material. Existe una buena relación entre la dureza y la resistencia máxima, dado que estas propiedades de los materiales son fáciles de medir y se consideran un buen punto de partida para identificar la degradación del caucho.

Crespo (2021), presento la tesis titulada: ***“BIODEGRADACION DE PARTICULAS DE MICROPLASTICOS DE POLIETILENO A PARTIR DE UN MATERIAL MICROBIANO EXTENDIDO DEL CONTENIDO INTESTINAL DE LA LARVA *Galleria mellonella* L”*** para optar el título ingeniero en biotecnología de los recursos naturales.

Su propósito es la evaluación del porcentaje de biodegradación de los microplásticos de polietileno de alta y baja densidad (PE MPP) que utilizan complejos microbianos aislados del contenido intestinal de las larvas de *Escherichia coli* (*Galleria mellonella* L. L.) pueden usarse para reducir el PE MPP en el medio acuático. Se observó un ligero aumento en la turbidez de la matriz líquida durante 40 días cuando se utilizó PE de alta y baja densidad como única fuente de polietileno; no se observó aumento en los primeros tres días; baja densidad, aspecto coagulado, Las colonias se extendieron para formar una masa homogénea en tres semanas y no cambiaron hasta el final de la prueba de degradación. Del análisis del porcentaje de biodegradación, se puede ver que el sistema microbiano de las larvas de *Galeria Mellonella* L. biodegrada el PE, especialmente el PE de alta densidad.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Daviran (2017), presentó la tesis titulada: ***“BIODEGRADACIÓN DE ESPUMA DE POLIESTIRENO POR LA LARVA *TENEbrio MOLITOR* PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO, 2017”***, en la Universidad Cesar Vallejo, Lima, para optar el grado de Ingeniero Ambiental.

Su objetivo era evaluar hasta qué punto esta especie es capaz de biodegradar el poliestireno y producir compost. La metodología se centra en los beneficios de los gusanos de la harina en la biodegradación de la materia y el uso seguro del estiércol como residuo vegetal. Para su centrifugación, se usaron bloques de espuma de dos densidades: D10 (10 kg/m³) y D40 (40 kg/m³), luego se utilizaron fichas de observación la toma de datos sobre el consumo de poliestireno (EPS), alterado biomasa y producción de secreciones. Los resultados muestran un efecto

biodegradable del EPS, pero poco efecto sobre la especie en este proceso, además, el estiércol contiene nutrientes que son apreciados por diversos factores reproductivos como depredación, congéneres, restos de muda (piel) y crisálida, llegando a las siguientes conclusiones:

La biodegradación del poliestireno por las larvas de *Tenebrio molitor* tiene un efecto en la producción de fertilizantes, que es favorable para el consumo de EPS y negativo para el cambio de biomasa, fertilizantes como el N. (3,92 %), P (0,3 %) y K (0,78 %); La biodegradación de EPS indicó que esta especie tuvo una eficiencia de 12,20 % para digerir EPS D10 durante 8 días, 2,60 % para la producción fecal cuando se trató con EPS D40 durante 8 días y la pérdida de biomasa es del 2,84 % para EPS, el tratamiento D10 durante cuatro días. Esto indica baja eficiencia, haciéndolos invulnerables al desgaste extenso.

Revilla (2018), presentó la tesis titulada: ***“EFICIENCIA DEL HOMOGENIZADO PROVENIENTE DEL SISTEMA GASTRO INETSTINAL DE LA *Galleria mellonella* EN LA BIODEGRADACIÓN DE DOS TIPOS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD, LIMA – 2018”***, en la Universidad Cesar Vallejo, Lima, para optar el grado de Ingeniero Ambiental.

Tuvo como objetivo evaluar el film y bolsas plásticas, determinar el volumen del homogeneizador más biodegradable, donde se pudo comparar tres volúmenes en las mismas condiciones, 5 ml, 7.5 ml y 10 ml, luego se determinó el rendimiento a lo largo del tiempo para los dos tipos de polietileno. El método utilizado se centró en calcular el rendimiento a partir de la diferencia entre la masa inicial (PI) y la masa final (PF) obtenido al exponerse al homogeneizado gastrointestinal de *Galleria mellonella* durante siete días consecutivos. La influencia del tiempo respecto a los resultados arrojó que los efectos de la biodegradación, cuanto mayor sea el tiempo de exposición, mayor será el efecto de pérdida de peso, de lo que se pueden extraer las siguientes conclusiones:

La *Galleria mellonella* tiene una solución en el tracto digestivo que es capaz de descomponer el plástico, gracias a sus propiedades digestivas, ya que por un cambio de fase las larvas crean galerías en la cera del pañal, lo que lleva a la corrosión de la cera para aceptarla y cambio de fase.

Gutiérrez (2019), presento la tesis titulada: **“BIODEGRADACIÓN DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD UTILIZANDO HONGOS, BACTERIAS Y CONSORCIOS MICROBIANOS AISLADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL DE TACNA”**, en la Universidad Privada de Tacna para obtener el título de Ingeniero Ambiental.

Su objetivo fue evaluar la biodegradación del polietileno de baja densidad (PEBD) utilizando bacterias, hongos y microorganismos aislados del vertedero municipal de Tacna, con 30 muestras de bolsas y botellas (PEBD) recolectadas del vertedero municipal durante la evaluación del proyecto. El muestreo se realiza en relación con la necesidad de buscar daños específicos en bolsas y botellas, lo que indicaría la presencia de actividad microbiana visible.

Se obtuvieron los siguientes resultados que muestran una diferencia significativa entre el peso de las partículas de LDPE de control y el peso de los gránulos de LDPE tratados con el complejo microbiano, se diferencia entre el peso final e inicial de las partículas de LDPE tratadas con el complejo microbiológico durante más de 70 días. Para llegar a las siguientes conclusiones, se aislaron 9 cepas bacterianas y 4 cepas de hongos de los diferentes consorcios microbianos, utilizando el polietileno de baja densidad infundido en salmuera como fuente de carbono, en la combinación 1 se logró un porcentaje promedio de degradación del polietileno de baja densidad de 2,08 % con diferentes poblaciones microbianas, y la combinación 2 reporto una tasa de degradación porcentual de 6,4 %, de los cuales se aislaron cocos gramnegativos y bacilos gramnegativos de *Rhodotorula sp.* . en la combinación 3 el daño causado al polietileno de baja densidad por el consorcio bacteriano se confirma mediante microscopio electrónico.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Mendoza (2019), presento la tesis titulada: ***“EFECTO DE EM (Microorganismos Eficaces) CON EL USO DE DOLOMITA Y CaO PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE LOS HOGARES, EN CONDICIONES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE DE AMARILIS – HUÁNUCO 2014”***, en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan Huánuco, para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo.

Su objetivo fue determinar el efecto de los EM (microorganismos efectivos) sobre el uso de dolomita y óxido de calcio para descomponer los residuos orgánicos sólidos de los hogares, se tomaron 4 muestras. El muestreo es probabilístico bajo la modalidad de selección aleatoria simple (MAS). Los resultados extraídos de las variables observadas se clasifican y procesan para determinar la significancia de variación se utilizó la prueba F con 5% y 1% de errores y poder determinar diferencias significativas entre bloques, donde los mismos parámetros fueron marcados por un signo. es significativo y muy importante. Sin embargo, para temperaturas variables de compostaje no se realizó la prueba DNCAN ya que no mostró significación estadística en ANDEVA, dando como conclusión que la composición química del compost es significativa con combinación de óxido de calcio dolomítico ya que registra un 1,98% más. nitrógeno, 2,50% de nitrógeno. pentóxido de fósforo y óxido de potasio al 5,48%, pero si el pH no está dentro del rango ideal de composta madura (3 a 6 meses).

Rivas (2020), presento la tesis titulada: **“CAPACIDAD BIODEGRADATIVA DE LA CUCARACHA *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) SOBRE BOLSAS PLÁSTICAS Y EL FILM PARA LA PRODUCCION DE ABONO”**, en la Universidad Agraria La Selva, para optar el título de Ingeniero Ambiental.

Su objetivo fue evaluar la biodegradabilidad de la cucaracha americana *Periplaneta* (Linnaeus, 1758) en bolsas de plástico el film y su efecto en la producción de fertilizantes. Se encontró que la biodegradabilidad media de la cucaracha americana *Periplaneta* durante 7 días fue de 0,6 mg en la bolsa plástica y 0,9 mg en el film, y durante 14 días fue de 1 mg en la bolsa plástica y 0,3 mg en el film. Finalmente, la formulación de fertilizante más afectada por T1 mostró mejor biodegradabilidad, peso promedio reducido de cucarachas por menor desgaste de bolsas plásticas, mayor producción de estiércol, además del sustrato se analizó, micronutriente, macronutrientes y parámetros fisicoquímicos, los resultados muestran que el espesor de la bolsa plásticas en la 1º repetición disminuyó un 6 %, en la 2º disminuyó un 11 %, en la 3º disminuyó un 5 %, en la 4º disminuyó un 10 % y en la quinta repetición 3%.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. FAMILIA TENEBRIONIDAE

La familia tenebrios es numerosa; con formas de cuerpos variables, ya que algunos son fuertes, alargados y otros achatados; blanco amarillento o marrón oscuro con dos ganchos al final del vientre; cuyo tamaño varía de 2 a 35 mm. (Ricardo, 1972) En La taxonomía de especies aplicable se tuvo en cuenta al diseñar el estudio. Según la Sociedad Entomológica Canadiense de Canadá, las especies estudiadas tienen las siguientes características:

- **Reino** : Animalia
- **Phylum** : Arthropoda
- **Subphylum** : Hexapoda
- **Clase** : Insecta
- **Orden** : Coleóptera
- **Suborden** : Polyphaga
- **Infraorden** : Cucujiformia
- **Superfamilia** : Tenebrionoidea
- **Familia** : Tenebrionidae
- **Género** : Tenebrio
- **Especie** : molitor
- **Nombre Científico** *Tenebrio* (*Tenebrio molitor*).

Navarro (sf).

Coleóptera

El orden Coleóptera incluye 370.000 especies, lo que lo convierte en el orden más grande del reino animal. Suelen estar endurecidos, de adultos se les llama mayates, escarabajos, pulgas, mariquitas, vaquitas, gorgojos, picudos y otros. Su tamaño varía de pequeños a muy grande, con predominio de especies medianas.

Las primeras alas se denominan élitros y, a veces, se sueldan entre sí; Las alas membranosas pueden o no estar ausentes. Abdomen con 10 segmentos, retráctil. Estos son insectos con metamorfosis completa. Se alimentan de plantas y animales vivos o muertos. (Coronado, 1986).

A. Origen cronológico de los insectos (incluidos los coleópteros)

Los insectos existieron mucho antes del tiempo geológico que determinó la aparición de los humanos en el planeta, pues los rastros geológicos confirman la existencia de las cucarachas durante la edad Carbonífera, que data de hace 250.000.000 de años.

B. Distribución geográfica de los coleópteros

Los hábitos alimenticios limitan la propagación de insectos porque algunos comen plantas verdes, otra madera muerta y otros parásitos de plantas y animales. Esta propiedad selectiva reduce la propagación de insectos; por ejemplo, las especies que atacan a las coníferas se encuentran solo en regiones frías, mientras que las que parasitan a algunas especies animales dependen de la distribución del huésped. Hay insectos que viven principalmente en regiones templadas y muchos de ellos en climas desérticos. La frialdad de las regiones alpinas tropicales hace posible encontrar patrones similares a los que se encuentran en las regiones polares; Sin embargo, están representados por un pequeño número de especies de insectos debido a sus limitados efectos adversos para la flora y fauna. (Downes, 1965).

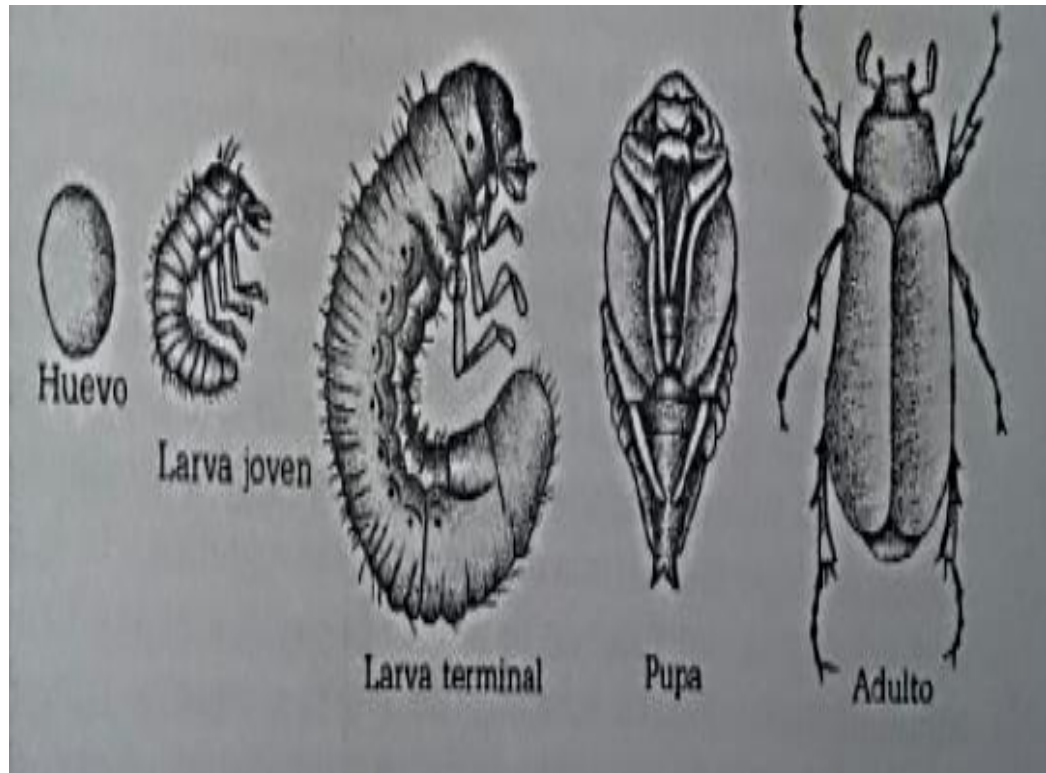
C. Metamorfosis y Crecimiento

Dependiendo del nivel de "transformación", las personas se refieren a muchos tipos diferentes de metamorfismo. Los insectos del orden Coleoptera pertenecen a la gran mayoría de las especies conocidas como Holometabols, que se caracterizan por una asombrosa transición de vida, pasando por los siguientes estados: huevo, larva, pupa o pupa, y joven La madurez es el producto final.

D. Etapas del escarabajo

Figura 1

Metamorfosis completa u Holometabola de un Escarabajo

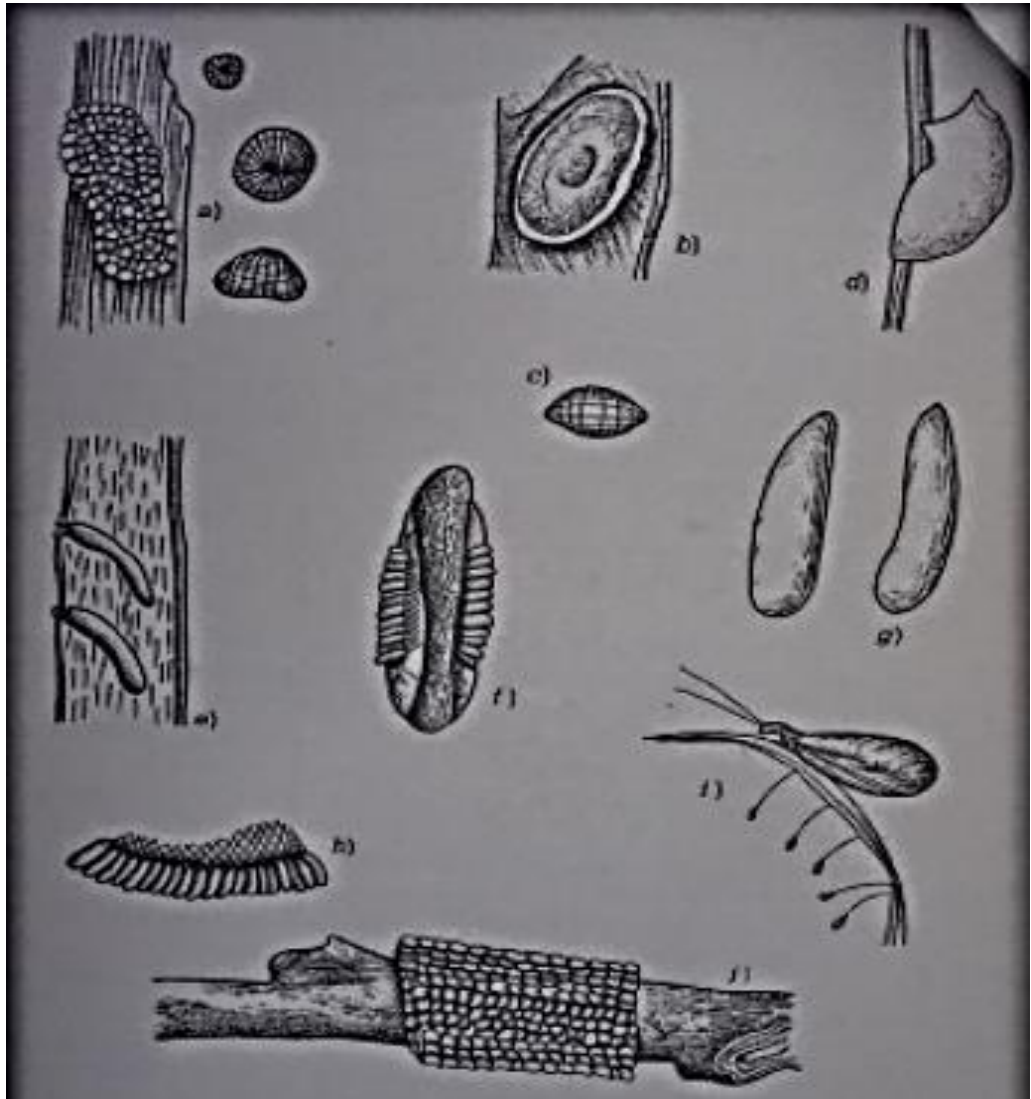


Fuente: Introducción a la entomología. (Cabezas. 1996).

El huevo: Es una célula con dos capas externas, una pequeña membrana vitelina que rodea el citoplasma y otra membrana externa llamada corion; Esta es la cáscara exterior dura del huevo, que contiene uno o más agujeros llamados micrópilos para que los espermatozoides entren en el huevo. (Cabezas, 1996)

Figura 2

Huevos de los Insectos



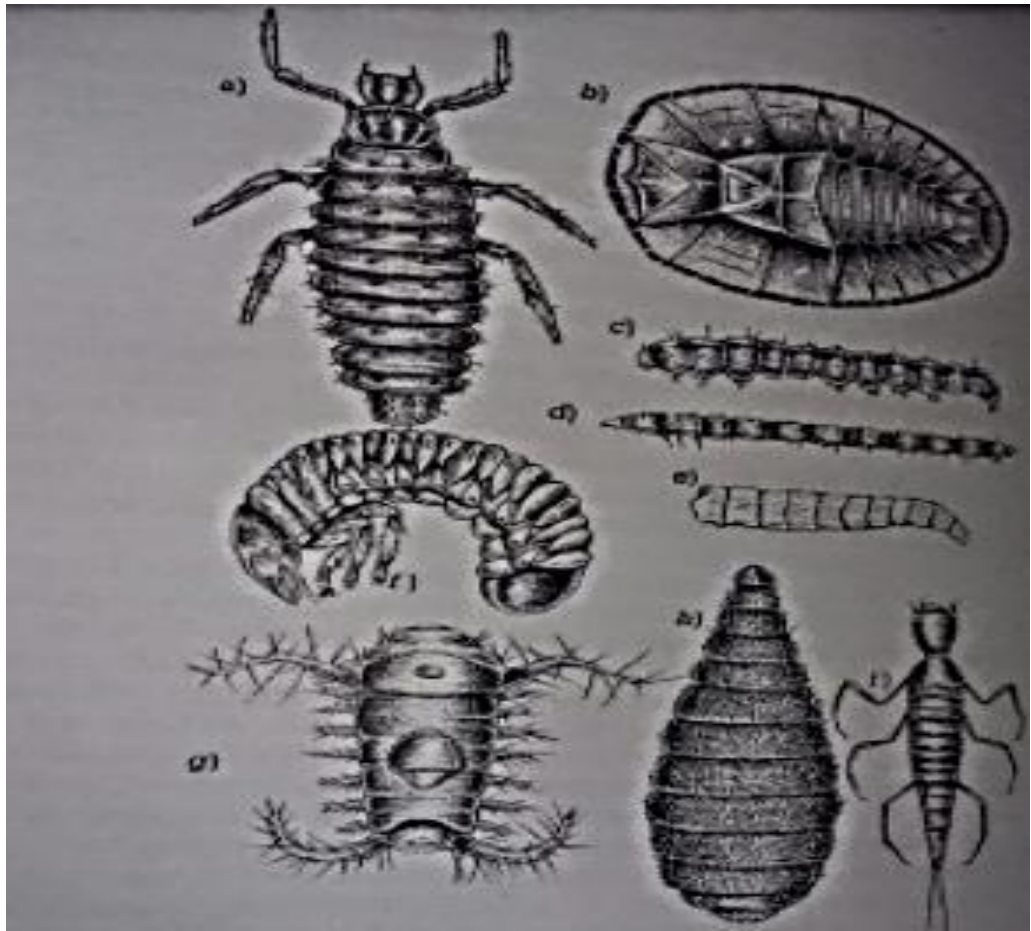
Nota: a) Gusano soldado, b) racimo enrollador de la hoja, c) gusano de la raíz del maíz del sur d) Larva del estro del caballo, e) grillo del árbol de la nieve f) mosquito Anopheles; g) gusano del grano de maíz h) mosquito i) crisopa j) huevos de la oruga que destruye árboles y frutos.

Fuente: Introducción a la entomología. (Cabezas. 1996).

Larva: Se caracteriza por ser Elateriformes, que es de cuerpo cilíndrico, alargado y rígido, con patas pectorales cortas. (Cabezas, 1996).

Figura 3

Tipos de Larvas



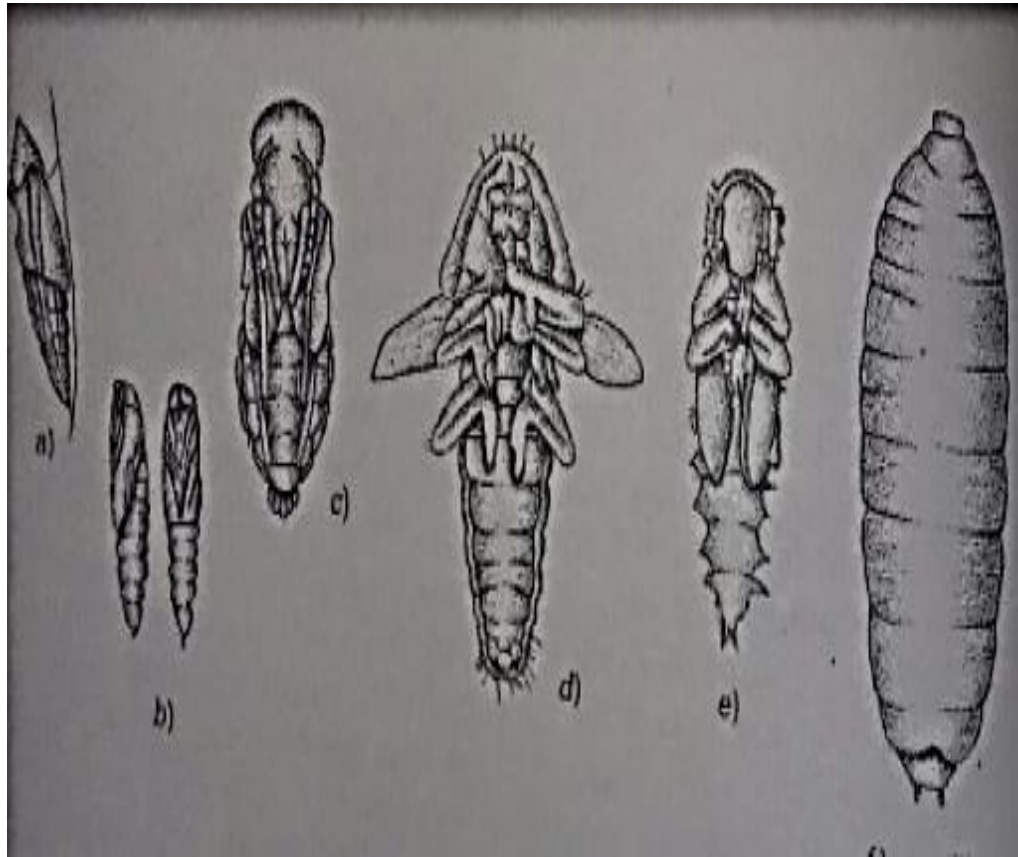
Nota: a) Carabiforme, coleópteros b) Platiforme, coleópteros y ciertos dípteros c) Cruciforme, lepidópteros, mecopteros y tentredinidos d) elateriforme, gusanos de alambre y falsos gusanos del alambre e) vermiforme, díptero f) escarabiforme, gallinas ciegas, gorgojos del frijol y gorgojo del café g) limaciforme, lepidóptero i) campoideiforme o tisanuriforme, coleópteros.

Fuente: Introducción a la entomología. (Cabezas. 1996).

Pupa: Pertenece a la categoría Exarate, el *Tenebrio molitor*, ya que los apéndices son libres y no se adhieren al cuerpo (Cabezas, 1996). Es la forma común entre los insectos completamente metamorfosis.

Figura 4

Tipos de Pupas



Nota: a) Crisalidas de la mariposa. b) gusano soldado c) pupa de un parásito de las semillas del trébol, d) picudo del camote e) gorgojo aserrado de los granos f) gusano de la semilla del maíz a y b son pupasobtectas, c y e son pupas exarantes y f es una pupa coarctada.

Fuente: Introducción a la entomología. (Cabezas. 1996).

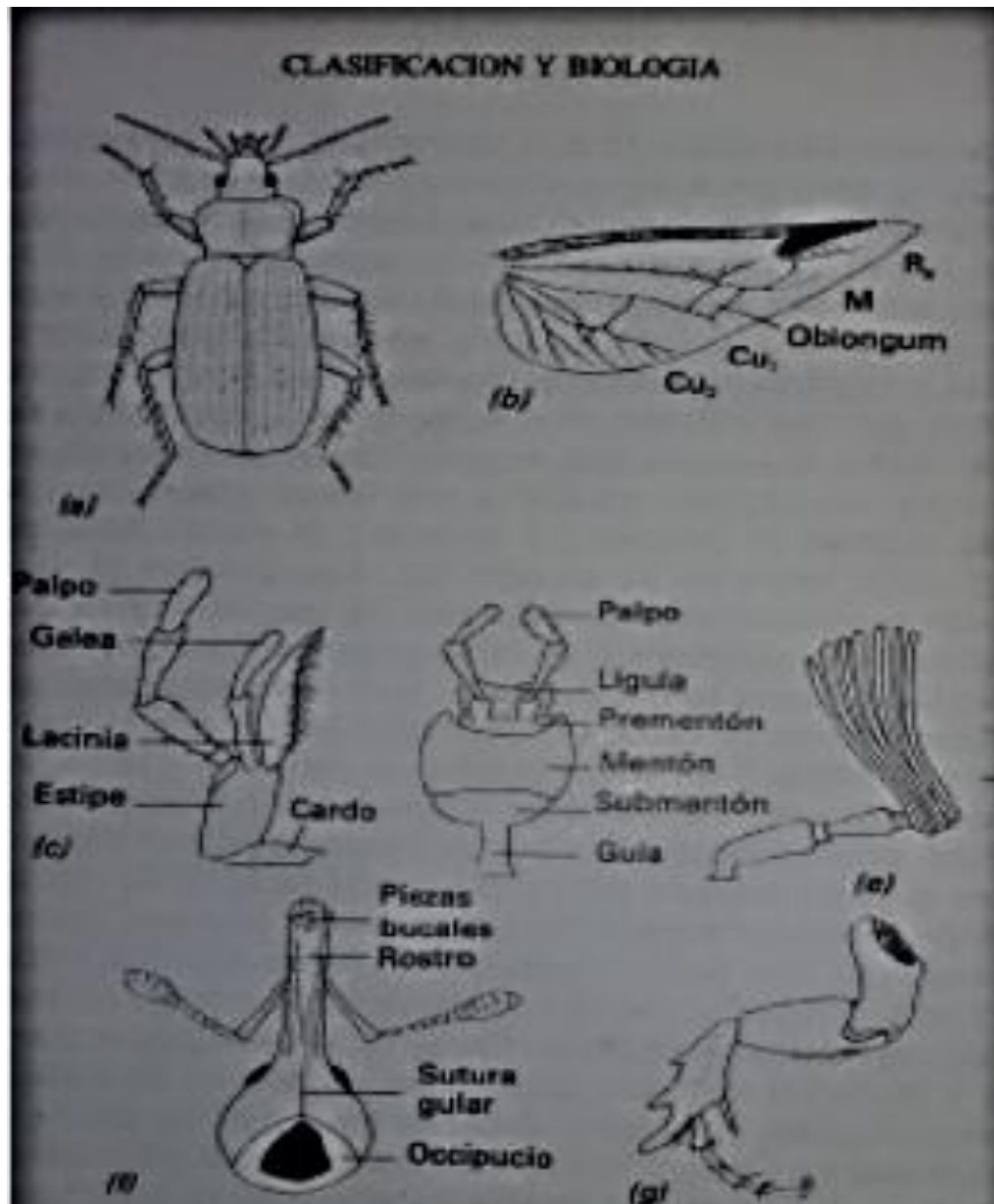
Adulto: El Imago es un estado en el que los órganos y estructuras reproductivas involucradas en el apareamiento y la ovulación han alcanzado su pleno desarrollo y función.

E. Taxonomía general de los Coleóptera

El órgano de vuelo es el segundo par de alas, y cuando el insecto está en el aire, los élitros no participan activamente en los movimientos y permanecen en un ángulo con el cuerpo. (Davies, 1989).

Figura 5

Taxonomía de Coleopteras

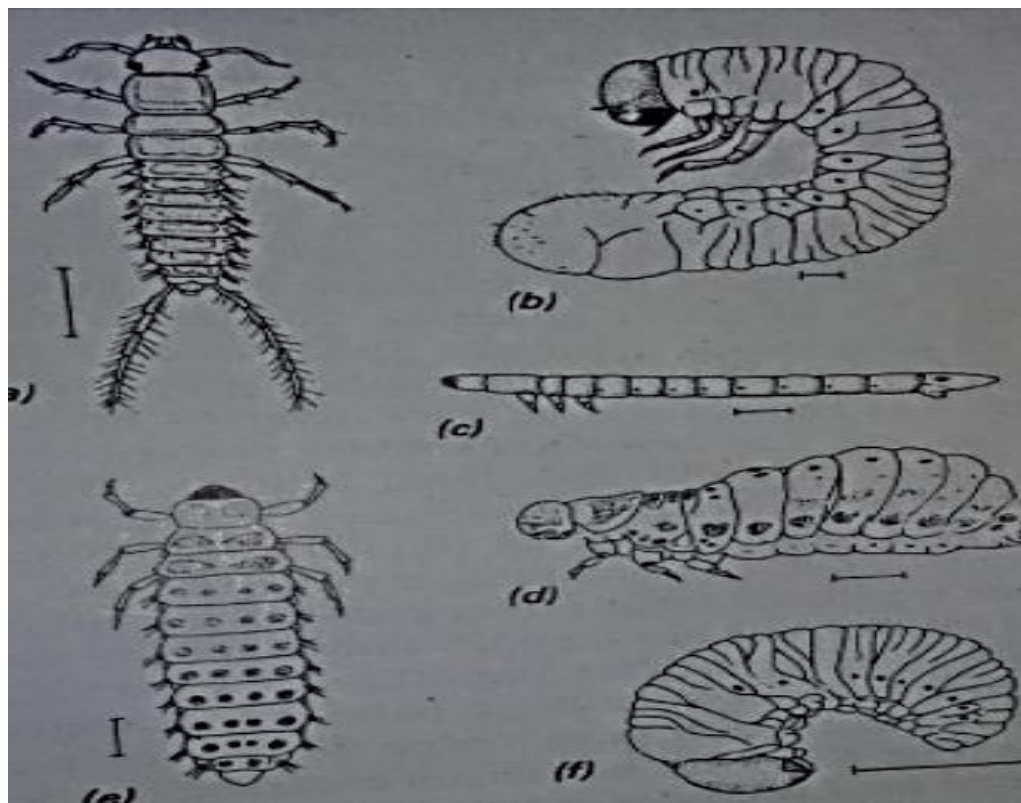


Nota: a) Carábido (b) al a posterior de un carábido; (c) maxila y labio de un carábido; (e) láminas de la antena (f) vista ventral de la cabeza (g) pata anterior. Así en los Adephaga y Staphilinidae la larva es generalmente campodeiforme con antenas, patas y órganos de los sentidos bien desarrollados, capacitados para una vida depredadora activa. El décimo segmento suele funcionar como un falso tallo. En las larvas carpinteras, el cuerpo suele ser carnoso y blanquecino, con mandíbulas fuertes y una pequeña cabeza endurecida, parcialmente incluida en el ancho del tórax transversal, las patas muy reducidas e incluso atroficas.

Fuente: Introducción a la entomología (Davies, 1989).

Figura 6

Formas de las larvas de Coleópteras



Nota: Introducción a la entomología (Davies, 1989). (a) *Loricera* (carabidae); (b) *Melolontha* (Scarabaeidae); (c) *Agriotes* (Elateridae); (d) *Coccinellidae*; (e) escarabajo de la patata, *Leptinotarsa decemlineata* (Chrysomelidae); (f) *Tomocuspinerda* (Scolytidae).

Fuente: Introducción a la entomología (Davies, 1989).

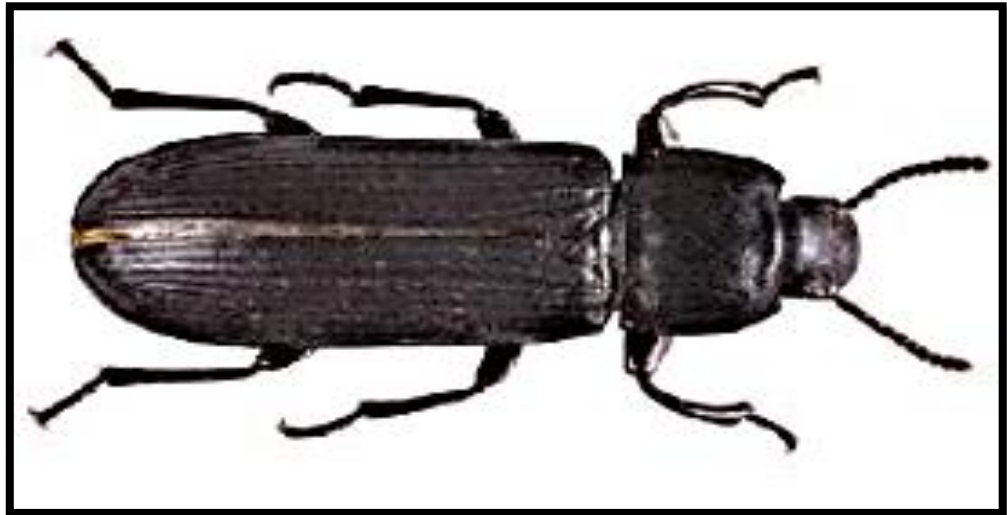
F. Taxonomía común de la Familia Tenebrionidae

Una gran familia de ejemplares, con al menos 14.000 especies conocidas de diferentes formas corporales, algunas resistentes, otras más alargadas y algunas más achatadas, con variaciones de color ya que pueden ser negras o más oscuras. matices como el café rojizo. Varían en tamaño de mediano a pequeño, de 2 a 35 mm; Su cabeza consiste en un mentón bien desarrollado y claro. Las dos mandíbulas pertenecen a la estructura molar. Antena de 11 segmentos, aserrada y en forma de maza, también cerca de la base de la mandíbula inferior, pequeño ojo transversal. Las patas son generalmente largas y el patrón dorsal es 5-5-4, con raras excepciones; los élitros están nervados y redondeados al final, a menudo fusionándose a lo largo de la línea

central; En algunas especies las alas están bien desarrolladas, pero normalmente no.

Figura 7

Ilustración del Tenebrio molitor.

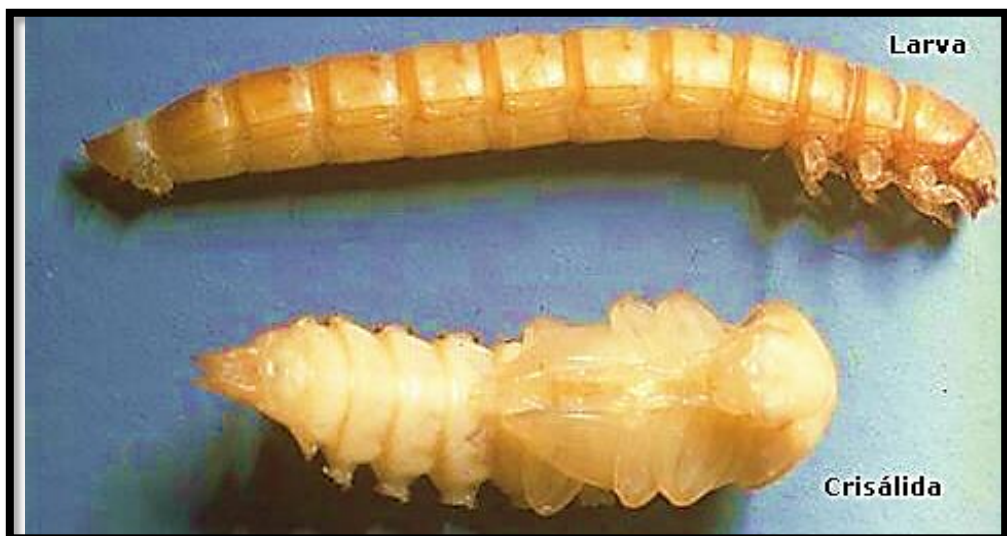


Nota: Las larvas son cilíndricas, alargadas, con forma de pseudo - elateriformes, cabezas ventrales redondeadas y puntiagudas o patas bien desarrolladas. Color ligeramente blanco o amarillento. Pupa con cerco cortos.

Fuente: revistaboletinbiologica.com.ar.

Figura 8

Morfología de las Larvas del Tenebrio molitor



Fuente: revistaboletinbiologica.com.ar.

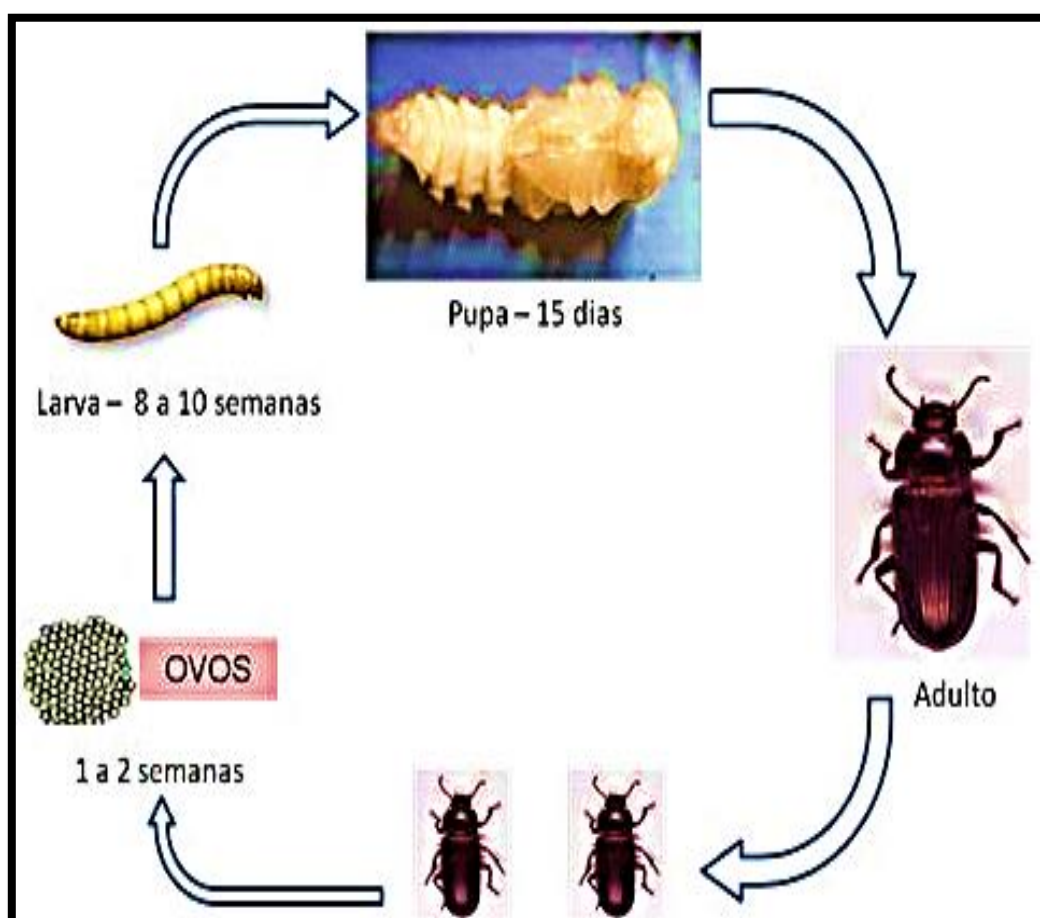
G. Ciclo de vida de los tenebrios

El ciclo de vida de un escarabajo Tenebrio es de 4 a 5 meses hasta que se convierte en escarabajo. Incluye 4 etapas:

1. **Etapas de huevo**, toma alrededor de 10 días.
2. **Etapas larvarias**, dura de 2 a 3 meses, cambia la piel hasta 12 veces hasta que adquiere un color grisáceo y alcanza los 2-3 centímetros de tamaño.
3. **Etapas de pupa o pupa**, pasan un periodo de 20 días duro, encorvados e inmóviles.
4. **Etapas de escarabajo**, en esta etapa, viven alrededor de 2 o 3 meses, dando a luz un color blanco marfil, luego se vuelven rojos y terminan con un marrón oscuro.

Figura 9

Ciclo de Vida de los Tenebrios



Fuente: <https://www.emaze.com/@AQOFLCWR>

H. Reproducción.

Las hembras suelen poner entre 250 y 1000 huevos ovalados, blancos, en forma de riñón, solos o en grupos sobre material alimenticio.

Se incuban de 4 a 18 días, producen larvas blancas, al crecer se vuelven amarillentas, logran una longitud de 2.5 a 3.75 cm, después de tres meses las larvas se han desarrollado, Su ciclo biológico puede continuar de 9 a 23 meses, este período puede variar, pero en un vivero con la temperatura, la humedad y la luz adecuadas, este ciclo se puede acortar a 2,5 meses. La temperatura óptima para su crecimiento es de 25 - 27°C, a temperaturas superiores a 30°C no termina su ciclo, la mayor puesta de huevos se produce a los 26°C.

La madurez se alcanza en 10-12 días, los huevos ponen aproximadamente en 10 días, las hembras pueden poner hasta 300 huevos dependiendo de la temperatura y la ubicación, con temperaturas óptimas que van desde un mínimo de 20 °C hasta un máximo de 30 °C., la comida y el espacio adecuados pueden crecer un 8 % de generación en generación en 6 meses. (Soto, 2003).

I. Ubicación y alimentación.

Estos insectos viven en regiones templadas, bosques o graneros. Su alimentación es variada, suelen comer cereales, hierbas y frutos podridos, insectos muertos, pan o galletas, trigo y sus derivados. El análisis bromatológico del valor nutricional de *Tenebrio molitor*. "canario uruguayo" contiene: 58,02 % de humedad, 1,00 % de ceniza, 57,37% de calcio, 16,00 % de grasa y 20,23 % de proteína. (Soto, 2003, pp. 39-40).

La familia Tenebrionidae es la más rica en número de especies, especialmente diversa en las regiones cálidas y áridas del planeta. Las larvas y adultos se alimentan de restos vegetales o derivados, algunas especies de los géneros *Tibolium*, *Gnathocerus*, *Palorus*, son plagas de productos vegetales, suelen vivir bajo tierra y esconderse en rocas. (Barrientos y Abelló, 2004).

Tenebrios se encuentra a veces en cereales y productos molidos; Estos son coleópteros nocturnos. Prefieren comer granos o cereales molidos, húmedos o en mal estado. Sin embargo, atacan todo tipo de harinas, subproductos, semillas, residuos, insectos muertos, etc. (IICA, 1972).

J. Uso

En su estado, las larvas y pupas los comen aves, reptiles y peces, por lo que a menudo se venden en las tiendas se venden suplemento dietético para peces, iguanas y pollos. También se usa en humanos durante la etapa larvaria y ha llamado la atención de los culturistas en los últimos años porque promueve el crecimiento muscular. Su estiércol es un polvo marrón que se puede utilizar como un buen fertilizante orgánico.

Varios autores, como Ayala (2007), Cabrera (sf), Ibáñez (sf) y Argueta (2013) señalan que las propiedades beneficiosas de este insecto son diversas, entre ellas:

- Alimento complementario para peces, pequeños reptiles, pájaros, erizos, etc.
- Recuperación de los animales enfermos.
- terapia ocupacional en zoológicos.
- Se ha demostrado que es rico en proteínas
- Cebo de pesca.
- Su excremento es buen abono orgánico. (str.12)

K. Datos nutricionales del Tenebrio

El Tenebrio es un alimento con alto valor nutricional, pero no puede considerarse una dieta completa. El valor nutricional de las larvas de tenebrio se detalla a continuación.

Tabla 1*Principales Componentes Nutricionales del Tenebrio (Tenebrio molitor)*

Nutrientes	Adultos %	Larva %
Material seca parcial	32.05	33.60
Cenizas	5.69	3.95
Extracto etéreo	10.79	26.39
Extracto libre de nitrógeno		95.6
Proteínas crudas	71.62	60.14
Fibras crudas	18.67	7.76

Nota: La tabla muestra el alto contenido proteico de Tenebrio molitor debido a la alta digestibilidad (pepsina 0,002) del extracto libre de N al 95,6%, lo que lo convierte en alimento recomendado para aves.

Fuente: Navarro (sf).

Hace unos años, la presencia de Tenebrio en los molinos era vista como una plaga que se controlaba mediante la mejora de los métodos de conservación de la harina. También atacan a los fideos y pueden masticar papel, cartón y envases de madera. (Moreno, 2005).

Alimentar a animales y humanos con diferentes tipos de insectos tiene un impacto positivo en el medio ambiente, la salud y la sociedad.

Tabla 2*Porcentaje de Insectos más Consumidos a Nivel Mundial Según la FAO*

Insecto	Orden	% de consumo
Escarabajos	Coleóptero	31
Orugas	Lepidóptero	18
Abejas, avispas y hormigas	Himenópteros	14
Saltamontes, langostas y grillos	Ortópteros	13
Cigarras, Fulgoromorfos, saltahojas, cochinillas y chinches	Hemipteros	10
Termitas	Isópteros	3
Libélulas	Odonatos	3
Moscas	Dipteros	2
Otros	Otros	5

Fuente: (Halloran & Vantomme, 2013).

2.2.2. EXIGUOBACTERIUM SP

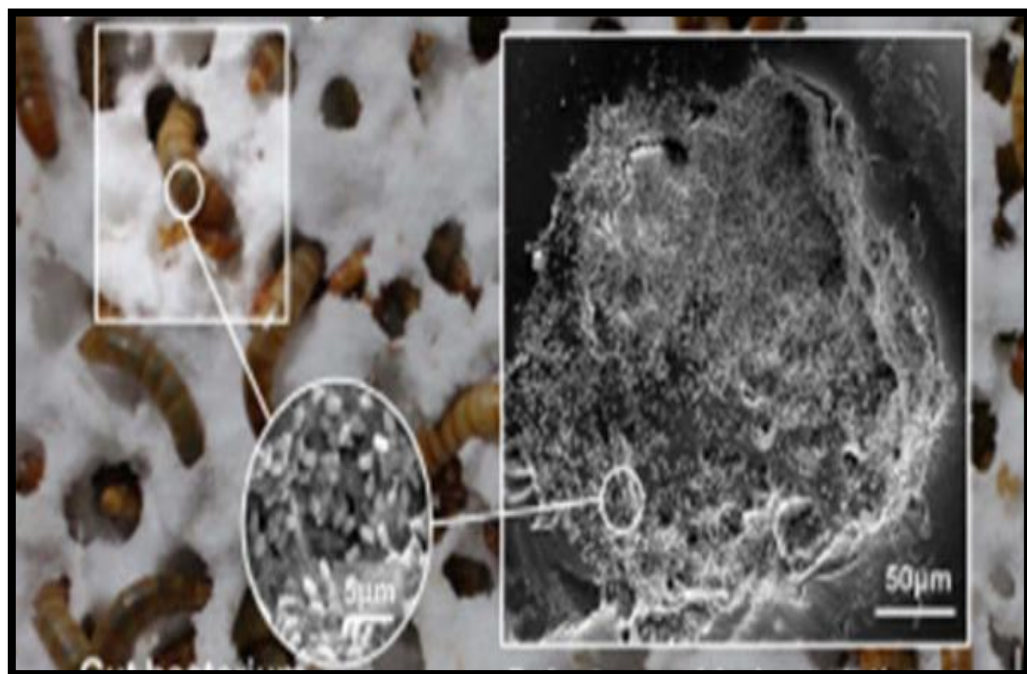
El género *Exiguobacterium* es una bacteria anaeróbica Gram-positiva que fue aislada en diferentes ecosistemas a temperaturas entre 12°C y 55°C. Esta bacteria se ha utilizado en la biotecnología. (Vishnivetskaya, Kathariou y Tiedje; 2009).

Algunas cepas del género *Exiguobacterium* son tolerantes a la temperatura, halos tolerantes y pueden desarrollarse en un amplio rango de pH (5-11) y pueden tolerar la radiación UV y el estrés causado por la presencia de metales pesados. (Pandey, Renu y Bhatt; 2016).

El proceso de biodegradación solo se realiza en la fase larva, debido a que presenta dentro de su exoesqueleto una bacteria denominada *Exiguobacterium*.

Figura 10

Exiguobacterium.



Nota: su función es formar biopelículas que están formados por macromoléculas de carbohidratos que forman canales que circulan nutrientes y residuos que ayude a degradar el Poliestireno sin afectar ni alterar la vida de los Tenebrios, sino transformándolos dichos residuos en biomasa, heces y CO₂.

2.2.3. LOS POLÍMEROS

Son moléculas formadas por "unidades" orgánicas llamadas monómeros que se unen mediante enlaces covalentes. Estas unidades están compuestas por átomos de carbono y pueden tener subgrupos o radicales libres con uno o más átomos, al igual que los tejidos corporales (piel, músculo, telaraña, seda, etc.). Los polímeros termoplásticos son hidrófobos, por lo que no se hidrolizan fácilmente. Además, el uso de antioxidantes y retardantes de llama en el proceso de producción mejorará la calidad del producto y evitará su degradación y oxidación. (Ho, Roberts, Lucas; 2017).

¿Cómo se producen? Los polímeros sintéticos se fabrican mediante un proceso llamado polimerización. En este proceso, los monómeros reaccionan y pasan a formar cadena de macromoléculas. Hay dos tipos de polimerización: adición de cadena o crecimiento de cadena y concentración o crecimiento escalonado. La polimerización por crecimiento de cadena se caracteriza porque los intermedios del proceso (radicales libres, iones metálicos o complejos) son intermedios y no se pueden aislar. La polimerización paso a paso ocurre debido a reacciones intermoleculares con grupos funcionales.

El grado de acoplamiento de secuencias es equivalente al número de subunidades o monómeros utilizados para formar la secuencia. Por ejemplo, en el caso del polietileno, el grado de polimerización puede oscilar entre 3500 y 25000. El gas natural, el carbón y el petróleo son las principales materias primas para la industria de los polímeros.

Según (Daniel, A; 2019). Algunos métodos de polimerización importantes incluyen:

- **Bloque de fase polimerizada o condensada:** Polimerización a granel o en fase condensada: Los monómeros y los iniciadores se mezclan en un recipiente y se calientan o enfrían según sea

necesario. Este proceso se utiliza para la policondensación donde se agrega un monómero al reactor y el otro se agrega en etapas.

- **Polimerización en solución:** Los monómeros se disuelven en un disolvente inerte que contiene el catalizador. El solvente absorbe el calor de la reacción, por lo que la velocidad de reacción disminuye. Ej. PP.

- **Polimerización en suspensión:** El monómero y el catalizador se suspenden en gotitas en una fase acuosa continua. El agua absorbe el calor de reacción. Después de este proceso, el producto polimérico se separa y el agua se elimina. Ej. PVC, PS, poliacrilonitrilo.

- **Polimerización por emulsión:** El proceso es similar a la suspensión porque tiene lugar en agua. En este caso, los monómeros son absorbidos por las micelas emulsionantes (como el jabón) y polimerizados internamente. Ej. Pinturas.

2.2.3.1. Clasificación de los polímeros

Según (Raimond. B, Seymour Charles E, Carraher, Editorial Reverté; 1995), se desglosan por subdividen según su origen o uso, como detallamos a continuación.

A. Según su origen

Naturales: Son sustancias producidas por los organismos vivos, se utilizan sin cambios en su composición. Ejemplos las proteínas utilizadas por las arañas, polisacáridos, caucho natural, etc.

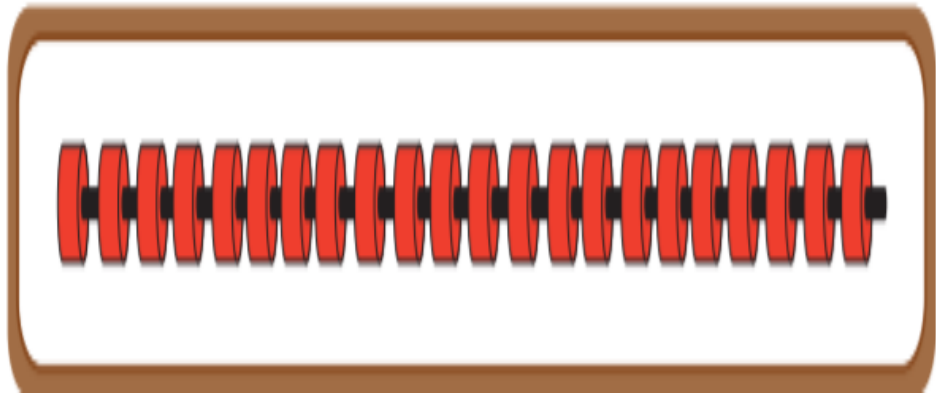
Sintéticos: Son macromoléculas artificiales que se dividen en dos categorías, según sus propiedades cuando se calientan: termoplásticas y termoestables. Se componen por moléculas con cadenas largas, a menudo sin ramificaciones.

B. Según la estructura de la cadena.

Lineal: Siempre se repiten el mismo patrón de conexión.

Figura 11

Estructura de Cadenas Lineales

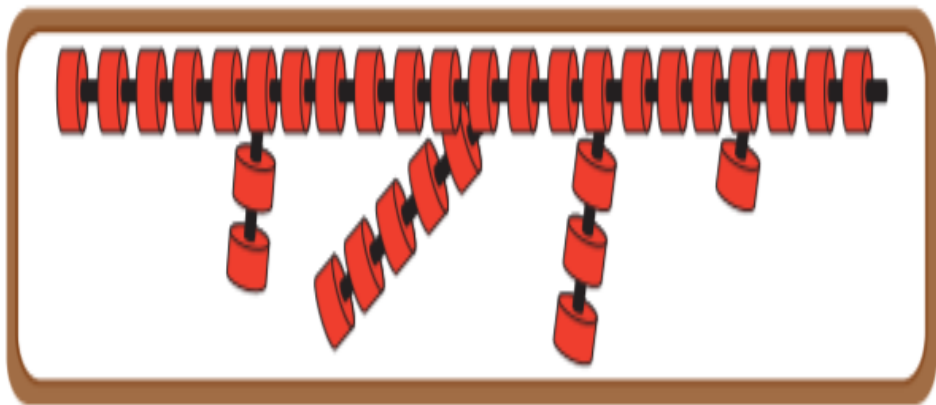


Fuente: "Guía didáctica" (Hermida,E; 2011),

Ramificado: Con cadena auxiliar unida a la cadena principal.

Figura 12

Estructura de Cadenas Ramificada

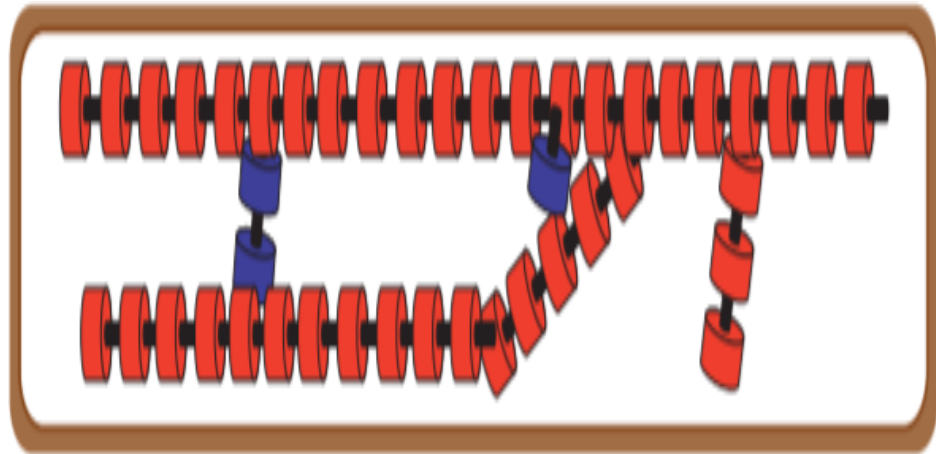


Fuente: "Guía didáctica" (Hermida,E; 2011)

Entrecruzado: Se forman enlaces entre cadenas adyacentes.

Figura 13

Estructura de Cadenas Entrecruzadas

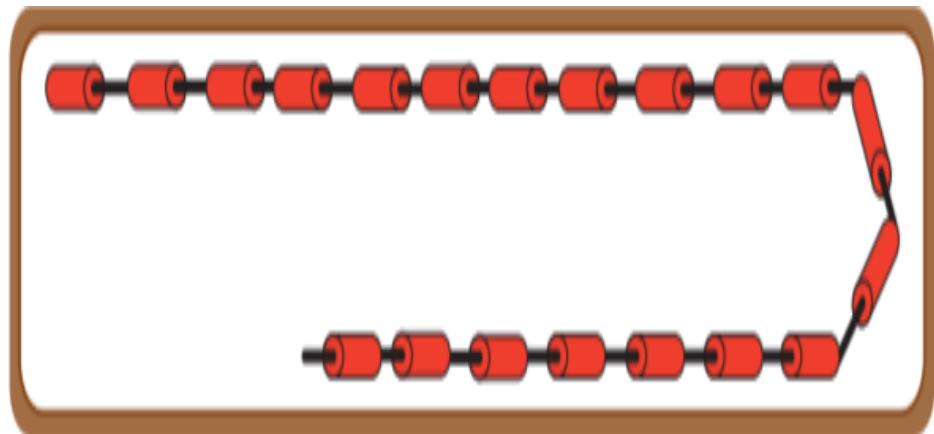


Fuente: "Guía didáctica" (Hermida,E; 2011),

Homopolímero: Estos polímeros poseen monómeros iguales.

Figura 14

Estructura de Cadenas Homopolimeras

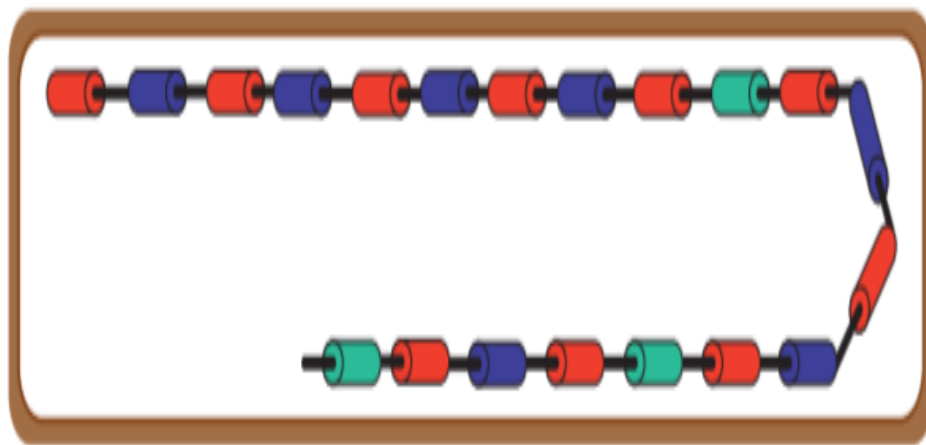


Fuente: "Guía didáctica" (Hermida E; 2011),

Copolímeros: Están compuestos por dos o más monómeros diferentes

Figura 15

Estructura de Cadenas Copolimeras



Fuente: "Guía didáctica" (Hermida E; 2011).

C. Según su respuesta termo-mecánica:

Se clasifican en cinco grupos:

- **Termoplásticos.** - Se comportan plásticamente a altas temperaturas y la naturaleza de sus enlaces no cambia radicalmente con el aumento de la temperatura. Los polímeros termoplásticos son lineales.
- **Termorrígidos.**- Los polímeros termoestables son polímeros que se entrecruzan en reacciones de polimerización o a la introducción de enlaces químicos. (cross links).
- **Elastómeros.** - Las cadenas largas de polímero están retorcidas, e idealmente cuando se usa fuerza para estirarlas, las cadenas rectas se enredan. Después de que se elimina la tensión, las espirales vuelven y el polímero vuelve a su forma y tamaño originales, las cadenas se deslizan una sobre otra de modo que cuando se elimina la tensión aplicada, la tensión elástica (deslizamiento plástico) desaparece.

- **Adhesivos.** - Tienen cierta flexibilidad y alta adherencia, tienden a ser menos cristalinos.
- **Recubrimientos de superficies.** - Propiedades similares a los adhesivos, pero también resistentes al desgaste. Se utilizan para protección y decoración.
- **Fibras.** - Se pueden coser o pegar para crear un vestido de tamaño uniforme. Debe ser estable y tender a cristalizar.

2.2.3.2. Caracterización de los polímeros

(Bilski E. (S.F.). La morfología de la cadena permite la formación de una estructura cristalina, por lo que es necesario determinar su forma y tamaño, así como la fracción amorfa remanente en la muestra. Los métodos de laboratorio incluyen: la difracción de rayos X de gran angular (WAXS) 12 y la difracción de rayos X pequeños (SAXS) 13, permiten la caracterización de estructuras cristalinas. Se usó cromatografía de permeación en gel (GPC) o cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para determinar la distribución del peso molecular. Se utilizaron espectroscopia infrarroja (FTIR) para determinar la composición de las macromoléculas.

2.2.3.3. Propiedades térmicas.

- **Temperatura de degradación.** – A altas temperaturas de enlaces covalentes entre los átomos moleculares, el polímero se quema. La temperatura de la disminución de TD es útil de los polímeros e indica temperaturas más altas que los polímeros, que se pueden crear de manera útil.
- **Temperatura de fusión.** - Temperatura más baja que las cadenas se autorregulan para formar regiones cristalinas.
- **Temperatura de transición vítrea (Tg).**- Es un parámetro de partículas importante en la producción de polímeros sintéticos. Se define como la temperatura a la

que se produce la transición del estado elástico (o gomoso) al estado vítreo.

2.2.3.4. Fibras

Son estructuras alargadas unidireccionales. Las fibras tienen alta cristalinidad y fuertes interacciones entre cadenas adyacentes, y esta orientación aumenta la resistencia a la tracción. Se caracterizan por una alta consistencia molecular, lo que los hace más duros que el plástico. Su Tg y punto de fusión son importantes para las fibras, una Tg demasiado alta evitará el alargamiento. El punto de fusión debe ser superior a 200 °C, porque entonces el polímero se comprime.

Hermida. E; (2011), Las fibras se clasifican en tres categorías: fibras naturales, fibras de celulosa y fibras no celulósicas, que son fibras artificiales.

A. Fibras naturales Estas son fibras de origen animal: lana, mohair y seda, que son proteínas complejas; Fibras vegetales: Algodón, lino y yute, que son polímeros de la celulosa, y fibras inorgánicas como el amianto.

- **Lana (WO)** Esta es lana de oveja. El procesamiento de la lana implica 20 pasos, lo que lo convierte en un producto costoso. También tiene su inconveniente, ya que retiene agua, por lo que la ropa de lana encoge durante el lavado.
- **Mohair (WM)** Es pelo de cabra. Tiene buena resistencia al desgaste y buena flexibilidad, además, tiene un alto brillo. Se hila en hilo fino o se mezcla con lana y se usa para abrigos, vestidos, mantas y alfombras.
- **Seda (S)** Es creado por larvas. Es materia prima similar a un hilo. Es uno de los tipos más caros debido a su textura brillante y suave. Sus hebras son irregulares, pero

muy duraderas. La proteína de las fibras de seda es la fibroína o b-queratina.

- **Algodón (CO)** Es forma pura de celulosa con alta cristalinidad. El procesamiento requiere menos pasos que la lana y es mucho más económico. Si está pre encogido, se puede lavar y planchar a temperaturas muy altas.
- **Lino (CL)** Se obtiene de la planta *Linum Usitatissimum*. Conseguirlo requiere de varios pasos, lo que repercute en su precio. Se tiñe fácilmente y es muy fresco porque absorbe mucha humedad. Se utiliza en la ropa de cama, velas y en menor cantidad en prendas de vestir.
- **Yute (CJ)** Se obtiene de los tallos de plantas de yute cultivadas en llanuras aluviales. Absorbe la humedad y es sensible a los ácidos, los agentes blanqueadores no se ven afectados por él. Se utiliza para empacar telas como bolsas, así como cordeles

B. Fibras celulósicas. - Esta es una fibra cuya materia prima se obtiene de la naturaleza, pero procesada por el ser humano. Los más importantes son:

- **Rayón (CV).** - La materia prima es madera de asbesto. Su procesamiento es tratando con sosa cáustica álcali para formar xantogenato después de agregarle sulfatos o carbonatos, luego una licuefacción para obtener una sustancia viscosa, y puede ser hilada. Las ventajas son su bajo costo, estabilidad y fácil teñido.
- **Acetato y fibras de acetato (CA).** - Se utilizan hilos de algodón y celulosa virgen como materia prima. Todo está hecho a una temperatura de unos 20°C. El acetato de celulosa es más suave que la arcilla, pero menos duradero, se caracteriza por tener baja resistencia a la abrasión y a la tracción.

- **Fibras no celulósicas.** - Llamada fibra artificial sintética. La ventaja de estas fibras es que son independientes de la producción y el rendimiento. Las propiedades de las fibras químicas se pueden cambiar, como la fuerza, el brillo, etc., pero tienen algunas desventajas, como la absorción de agua.
- **Nylon.** - Es una fibra duradera y resistente. Está regulado térmicamente, por lo que puede fundirse. Es resistente al agua y por lo tanto se seca rápidamente. Debido a su alta resistencia a la tracción, flexibilidad y resistencia a la abrasión, es ideal para aplicaciones como cables, tejidos de punto y alfombras.
Una desventaja es que, debido a la destrucción de los rayos ultravioleta, puede volverse amarillo con el tiempo, ser difícil de notar y sentirse frío al tacto. Hay dos tipos de nylon: nylon 6 y nylon 6.6. Ambos materiales se pueden hilar y difieren en sus puntos de fusión de 215°C y 270°C.
- **Fibras acrílicas.** - El más importante es el poliacrilonitrilo, que no se puede hilar porque no es térmicamente estable; por lo tanto, se centrifugó hace mucho tiempo cuando su solvente solo se descubrió en la década de 1950. Estas fibras son resistentes a los colorantes añadidos, por lo que deben contener otros monómeros. Parecen lana, pero son más baratos. Son duraderos y resistentes a la decoloración, se lavan mejor que la lana y se pueden doblar permanentemente.
- **Fibras de poliéster.** - El más importante es el tereftalato de polietileno. Es un polímero estable que se puede formar por fusión. Las fibras son ligeramente rígidas debido a la reticulación. Se utiliza principalmente para tejidos, a menudo mezclados con algodón. Tienen algunas desventajas: baja retención de humedad, provocando una sensación de frío, también son

susceptibles a la electricidad estática que atrae la suciedad, la grasa. Su alta densidad aumenta su valor. Tiene una T_m de 265°C , momento en el que pueden unirse fuertemente al calor. Son duraderos y lavables.

C. Otras fibras sintéticas Comprende las fibras que se pueden hilar, pero tienen una importancia comercial menor debido a sus propiedades específicas.

- **Fibras de polipropileno** Esto se logra fundiendo polipropileno, lo cual es posible porque su alineación lo hace direccional. Estas fibras tienen color y textura deficientes, pero son baratas debido a su baja densidad. Son libres de estática, no inflamables y no reactivos químicamente. Propiedades negativas, bajo punto de fusión, T_g y no ligero. Se usa para alfombras, telas y bandas elásticas porque flota en el agua.
- **Fibras de poliuretano** Estos se llaman Spandex y son estirables. Es un copolímero, y estas fibras se utilizan en ropa interior y trajes de baño. Tienen poca resistencia al agua caliente y son propensos a la decoloración y la hidrólisis. No están expuestos al oxígeno ni al ozono. Propiedades negativas, bajo punto de fusión, baja T_g y no ligero. Se usa para alfombras, telas y bandas elásticas porque flota en el agua.
- **Fibras de policarbonato** Se puede utilizar en hilos de hilvanar.
- **Fibras de polimidas.** Investigado por DuPont. Son insolubles y no suelen disolverse en disolventes comunes, se utiliza un disolvente orgánico y se seca el molde. Es muy dúctil y no se contrae después de la ebullición, y también es resistente al fuego y al calor. Se utiliza para filtrar el aire caliente, confeccionar ropa de protección y sobre todo como alternativa al amianto.

- **Fibras de polibenzimidazol (PIB)** Fue una de las primeras fibras utilizadas por la NASA y se utilizó como chaleco salvavidas en la primera caminata espacial. La expansión requiere una atmósfera de nitrógeno a 400°C para evitar que entre oxígeno al descomponerse.
- **Fibras de alto módulo** Es la tecnología más avanzada, se utilizan en la industria. Son polímeros muy rígidos con alta consistencia estructural que son difíciles de rotar. Se utilizan en la industria aeroespacial, barcos, transportadores, reemplazo de asbesto y acero, cables de fibra óptica y líneas submarinas.

2.2.3.5. Los plásticos

Se utiliza para describir la propiedad mecánica de un material que permanece deformado después de eliminar la tensión mecánica. (Hermida, E; 2011).

A. Plásticos resistentes y tenaces

- **Polietileno de alta densidad (HPDE).** - Representa más del 90 %; el punto de fusión es de 135°C y es resistente al agua hirviendo; debido a su alta densidad, es opaco, aunque no tan duro y duradero como los plásticos de ingeniería. Más de la mitad de los usos fueron para envases y tapas; otro conjunto consistía en artículos para el hogar y juguetes.
- **Polipropileno (PP).** - Se trata de materiales nuevos, fabricados en serie, más ligeros y cristalinos. Su Tg es -10°C. Tiene mejor resistencia a la tracción y dureza que el polietileno, pero menor resistencia al impacto. Su principal desventaja es que es fácil romper los enlaces bajo la influencia de la luz, el calor y el oxígeno, por lo que tiene que agregar antioxidantes y estabilizadores UV, lo que aumenta el costo.

- **Resinas de acrilonitrilo - butadieno - estireno (ABS).** - Es un copolímero. Esta resina se puede utilizar a temperaturas de -40°C a 107°C . Son altamente inflamables, pero se pueden agregar retardantes de llama. Caracterizado por un excelente rendimiento, procesamiento razonable, alto brillo y resistencia al rayado; se utilizan en la mayoría de los casos para reemplazar el metal: refrigeradores, tuberías, teléfonos.
- **Celulósicos.** - Las materias primas de ésteres orgánicos incluyen triacetato, acetato, butirato de acetato y propionato. Tal celulosa no es un verdadero termoplástico, a diferencia de sus ésteres; Son muy fáciles de preparar. La ventaja de la celulosa en su precio es que son duras y transparentes.
- **Nylon.** - Se utiliza como fibra. Se extruye en forma de filamentos, láminas, varillas y tubos, así como cables y alambres, que pueden ser utilizados en otros mercados: contadores, válvulas de aerosol, tuberías textiles, latas metálicas.
- **Fluoroplásticos PTFE.** - Se utiliza en tecnología aeroespacial e informática por sus características eléctricas y estabilidad térmica; También se utiliza en la industria alimentaria y envases metálicos. Es estable a 260°C , recocido, sólido, no inflamable y altamente resistente al ataque químico.
- **Cloruro de polivinilideno (PVDC).** - Tiene un punto de fusión (180°C) cercano al punto de descomposición (210°C) y es insoluble en solventes comerciales. Se puede producir en forma de fibras y tubos.
- **Plásticos de ingeniería.** - Son relativamente nuevos, caros y se producen en pequeñas cantidades. Algún tipo son:

Poliacetales: Son los más duros y duraderos, resistentes a todos los disolventes y a las abrasiones.

Policarbonatos: Resistente a impactos y amplio rango de temperatura, resistentes a la combustión y transparente.

Poliimidas: Son resistentes a altas temperaturas y tienen buenas propiedades eléctricas. La desventaja es que no se moldean y deben mecanizarse o taladrarse.

B. Plásticos resistentes y frágiles

Estos materiales pueden ser:

- **Cloruro de polivinilo rígido (PVC)** Es un plástico duro, poco cristalino, generalmente opaco, con una Tg de 85°C, lo que lo hace quebradizo a bajas temperaturas. Es un polímero económico con buena resistencia al impacto y alta tenacidad. Es ignífugo y tiene alta flexibilidad. Se utiliza en tuberías, conductos, muebles y aislamiento.
- **Poliestireno y sus copolímeros** Es un polímero atáctico lineal termoplástico, amorfo y transparente. Tiene 94°C y se suaviza más de 100°C, por lo que no se puede desinfectar, aunque se derrite a 227°C. A temperatura ambiente, es un plástico frágil, Es altamente inflamable y en contacto con solventes, puede polimerizarse, apto para electrodomésticos y electrodomésticos, así como para botellas y latas.
- **Polimetacrilato de metilo (PMMA).** Es un polímero lineal, amorfo, de cadena lateral. El principal atractivo es la transparencia óptica y se utiliza en lugares donde se requiere transparencia externa, como ventanas de aviones y vidrios de construcción. Tiene buena resistencia al agua y a los productos químicos, pero es fácil de rayar.
- **Resinas poliéster insaturadas** Dependiendo de las propiedades que necesitemos, se pueden utilizar diferentes mezclas de monómeros. Los artículos más

famosos son los cascos de fibra de vidrio que se utilizan en la construcción de interiores en la actualidad.

- **Resinas epóxicas.** Forman entrecruzamientos que les confieren una alta masa molecular; se utilizan en placas de circuitos impresos y piezas estructurales de aeronaves, así como en carcasas de motores de cohetes. Tienen propiedades eléctricas y son resistentes al estrés mecánico, así como a la humedad, los líquidos fuertes y el calor.

C. Plásticos blandos y dúctiles

Son similares a los elastómeros, aunque no se encuentren reticulados; la interacción entre cadenas es débil en ambos casos.

- **Polietileno de baja densidad (LDPE)** Es un sólido con 60% de cristalinidad. Su punto de fusión es de 115°C. Mecánicamente, es débil pero flexible. Se utiliza para embalaje, bolsas y materiales de revestimiento en agricultura y construcción. Este es un material translúcido, aislado y barato
- **Cloruro de polivinilo plastificado (PVC)** Dicho PVC se obtiene mediante la adición de plastificantes. Se puede hacer de varias formas: colgante: se utiliza para alambres, cables y mangueras; en la fase de condensación: polímero transparente ideal para botellas; en forma de emulsión: se utiliza para exprimir pus. Es un material ignífugo y resistente al agua, caracterizado por una gran flexibilidad.

D. Elastómeros

También conocidos como caucho, un material que puede deformarse cuando se somete a presión. Se estiran fácilmente y también son resistentes a la compresión. La deformación es reversible, los polímeros cristalinos son casi

siempre reticulables por vulcanización y tienen propiedades intermedias entre sólidos y líquidos viscosos.

- **Hule estireno-butadieno (SBR)** Este es el tipo más económico, con alta resistencia a la abrasión y a los solventes. Esto es muy útil, especialmente con neumáticos.
- **Hule natural "sintético"** Este caucho se puede obtener de la naturaleza (planta *Hevea brasiliensis*), pero también se puede sintetizar en un laboratorio, se usa para llantas, pero el precio es más alto.
- **Hule de polibutadieno (BR)** Tiene mayor flexibilidad y resistencia a la oxidación. No es apta para neumáticos por sus bajas propiedades antideslizantes, es un hule barato.
- **Hule butílico** Es un copolímero, con mejor resistencia a la oxidación y baja permeabilidad en el aire. Se utiliza como capa interna en neumáticos sin cámara y en aplicaciones donde la presencia de oxígeno no es deseable. Tiene baja flexibilidad y absorbe vibraciones.
- **Hule etileno-propileno (EPT y EPDM)** Estos cauchos son costosos y requieren mucho tiempo para procesarse, pero tienen excelentes propiedades mecánicas y buena resistencia a la oxidación.
- **Hule de neopreno** Tienen buena resistencia al fuego, resistencia a los disolventes, resistencia al envejecimiento y resistencia al calor. El costo es alto y el proceso de vulcanización es problemático, por lo que el consumo no es alto. Para aislamiento, tuberías, instalación de máquinas y ropa de protección.
- **Hules de nitrilo** Posee buena resistencia al aceite y a la abrasión, se utiliza para sellos, tanques de combustible y para unir piezas de PVC.
- **Hules de polisulfuro** Son cauchos especializados y se utiliza para revestimientos de tanques, selladores e

impresiones dentales. Tiene buena resistencia a los solventes y fidelidad al moho.

2.2.3.6. La industria plástica en el Perú

Salazar J; (2016). La industria del plástico forma parte de la industria de bienes intermedios clasificada por la Asociación Nacional de la Industria (SNI).

- **Delimitación del subsector de plásticos**

Incluye la producción de productos plásticos básicos como láminas, películas, tuberías, tubos y mangueras; papeles, cintas y otros adhesivos planos; Revestimiento plástico para pisos, paredes y techos en rollos y tejas.

- **Articulación con otras actividades económicas**

La materia prima utilizada, Tales como el polietileno de alta densidad, el polietileno de baja densidad, la emulsión y suspensión de cloruro de polivinilo, el tereftalato de polietileno, el polipropileno y el poliestireno, provienen de la industria petroquímica.

- **Líneas de producción y productos**

Las principales líneas de productos de este subsector y productos relacionados.

Tabla 3*Principales Líneas y Productos Plásticos*

Líneas de producción	Productos
Envases de plástico	Botellas, frascos, galoneras, bidones, tachos, cajas, cilindros, bolsas.
Partes y piezas	Tuberías, uniones, tees, codos, llaves de paso de líquidos, tapas y tapones
Menaje	Vajilla de plástico, baldes, tinas, jarras, vasijas
artículos personales	Peines, ganchos, bolsos, adornos, calzado
Otros productos de plásticos	Mangueras, sacos, mantas, pisos vinílicos, hojas, laminados, mangas, tripas y cajas industriales

Fuente: Hermida. "Guía didáctica Polímeros"

• Planta y empleo

La industria del plástico del país en 1999 contaba con un total de 930 unidades productivas. Estos operadores de plásticos representan el 31% de la producción química y petrolera total y el 3,2% de la industria manufacturera total del Perú.

Las plantas de plástico ubicadas en Lima (95%) están dominadas por pequeñas empresas, que representan el 75% del total y producen el 25% de la mano de obra de la industria analizada. La mediana industria aglutina el 22% del total de empresas y emplea al 61% de los empleados. Las grandes empresas representan el 0,5% del número total de empresas de la industria y constituyen el 14% de la mano de obra total. A noviembre de 2003, la producción de plástico alcanzó el 71,3% de la capacidad instalada.

• Valor de la producción

En noviembre de 2003, el volumen de producción de la industria del plástico, determinado por el consumo de plásticos, fue de 12.937.281 kg, un incremento del 2,41%. Analizando el valor de la producción de la industria plástica por sector, se puede observar que el 88% de la producción plástica se concentra en el mercado limeño, seguido de Ica (4,1%), Arequipa (3,6%), La Libertad (2,9%) y otros. Por otro lado, el 77% de la producción total de la industria del plástico es consumida por el mercado limeño, el 21% por las provincias y el 2% por el mercado exterior. El 21% del valor agregado en esta industria proviene de la pequeña industria, el 57% de la mediana industria y el 22% de la gran industria.

El dinamismo registrado en la industria estuvo sustentado por el crecimiento del subsector de empaques, principalmente relacionado con la producción de bebidas, gaseosas y alimentos, los dos primeros creciendo un 10% y la categoría de alimentos un 10% a 11%. Estas industrias utilizan principalmente PET como materia prima. Además, el subsector de envases supone el 37% de la estructura productiva de la industria del plástico. Un tema muy importante es la informalidad y la competencia desleal, que se estima entre un 17% y 20% de la producción oficial.

Por otro lado, se puede apreciar que el Estado está muy interesado en la industria manufacturera nacional y esto lo podemos constatar al reducir la tasa del impuesto a los insumos, lo que tiene un impacto positivo en la industria del plástico alrededor del 10%. artículos útiles. La reducción del impuesto del 12% al 4% ayuda a importar materias primas en condiciones económicas más favorables, afectando positivamente los costos de producción.

• Importación de los principales insumos

Las importaciones de materiales básicos para la industria del plástico en 2003 ascendieron a 31.1415,5 Tn. Dentro de los niveles de consumo de materias primas en la industria del plástico, el consumo de resinas PET parece ser mayor debido a la mayor producción de refrescos; Polipropileno y polietileno de baja densidad. En total, la importación de materias primas para la industria del plástico en 2003 aumentó un 6% con respecto a 2002. Los tipos de plástico que más aumentaron las importaciones en 2003 fueron acrílicos-butadieno-estireno (ABS), estireno-acrilonitrilo (SAN) y PET.

Tabla 4

Importación de los Principales Insumos de la Industria Plástica

Descripción	2002			2003		
	VALOR FOB US\$	VALOR CIF US\$	T NETO	VALOR FOB US\$	VALOR CIF US\$	T NETO
Politereftalato de etileno	51455120.02	54823531.78	64555.82	80045859.24	84162653.32	86897.65
"Polietileno de densidad superior o igual a 0.94"	27794532.63	31145016.01	49708.92	31590666.17	34881655.52	48335.33
"Polietileno de densidad inferior a 0.94"	32406846.27	36245737.15	53521.30	36960534.13	40439228.02	50514.03
Policloruro de vinilo, tipo emulsión	1641884.14	1756808.87	1956.20	1557077.30	1654097.87	1676.79
Policloruro de vinilo, tipo suspensión	28992241.00	31489209.25	52446.61	31748892.88	33638569.40	49889.58
Polipropileno	35413387.21	38661947.71	60962.68	44751813.68	47846826.77	63303.74
Poliestireno expandible	1215852.17	1314502.11	1261.07	1536058.19	1536058.19	1369.11
Poliestireno no expandible	6024920.42	6578580.50	8718.65	8097993.41	8097993.41	9035.60
estireno – acrilonitrilo (SAN)	264085.40	288180.37	234.76	150000.59	150000.59	123.34
Acrlonitrilo-butadieno-estireno (ABS)	208928.94	224189.68	161.58	359834.63	359834.63	270.30
Total	185417798.20	2025277003.43	293527.43	236091061.59	252766917.72	311415.47

Fuente: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria www.aduanet.gob.pe.

2.2.3.7. Productos plásticos fabricados en el Perú

- **Envases**

Salazar J; (2016). “Durante el proceso de producción de empaques, encontramos muchos productos como: botellas, tarros, bolsas, bolsas, cajas, tambores, cintas adhesivas, películas térmicas, tapas y redes, etc.

Estos productos pueden fabricarse utilizando aditivos no tóxicos utilizados en envases de alimentos y cosméticos, así como aditivos convencionales utilizados en otras aplicaciones como el embotellado en la industria farmacéutica.

La demanda de estos bienes es indirecta y está relacionada con el aumento del poder adquisitivo de la población. El mercado final es el mercado de bienes de consumo; alimentos y productos de envasado (aceites y bebidas), cosméticos y productos de limpieza.

- **Menaje de casa.**

Aquí encontramos “Utensilios de cocina (recipientes, espumadera, etc.), servicio de mesa (platos, vasos, cubiertos, etc.), limpieza (cepillo, plumero, etc.), baño (vajilla, etc.), jabones, esponjas, etc.) mesas (peines, cepillos, etc.), muebles (mesas, sillas, etc.) y para la decoración de ceniceros, figuritas, jarrones, coronas navideñas, etc.) otros”.

Los principales competidores de las empresas especializadas en este sector son los productos metálicos y en menor medida los productos madereros. Al contrario del tipo de envase, la durabilidad y sostenibilidad del producto, así como el diseño, son características muy valoradas y deseadas por muchos consumidores.

- **Partes y piezas**

La producción de productos plásticos se concentra en diversas áreas productivas como la minería, la industria, la agricultura, la pesca, el comercio y la salud.

Como ocurría con el anterior, necesitas variedad de moldes, un producto duradero y una presentación perfecta.

- **Productos intermedios y terminados para vestimenta**

Esta categoría incluye telas y productos relacionados (mantiles, cortinas, prendas de vestir, etc.), calzado, complementos (botones, hilos, hebillas, etc.), complementos (carteras, cinturones, broches, etc.), broches, monturas de gafas, etc.), y joyería (aretes, collares).

Todos los productos se destinan al mercado interno, pero desde 1994 pocos se exportan al mercado boliviano y chileno, especialmente productos como Marruecos y PVC laminado.

La mayoría de las empresas involucradas en esta producción se concentran en la producción de zapatos de plástico, productos como sandalias y pantuflas, seguidas por las empresas de ropa, que suelen utilizar una mezcla de materiales textiles.

- **Artículos de oficina**

La papelería incluye productos como: bolígrafos, reglas, cubiertas para archivos, carpetas, lentes verdes, maletines, loncheras, llaveros, letreros y otros

En este caso, la producción es estacional a largo plazo y también depende del poder adquisitivo de la población.

- **Productos de construcción**

Productos de construcción, tales como tuberías, cubiertas, pisos, techos, tabiques, troncos, equipos eléctricos (cables, etc.), mezcladoras y muchos más. El consumo de estos productos está relacionado

principalmente con proyectos industriales, mineros, eléctricos, de riego y de vivienda.

La mayoría de estas empresas se dedican a la producción de tuberías y accesorios rígidos, y un gran número de ellas produce tuberías flexibles. La competencia con productos similares del exterior es pequeña, la industria cubre las necesidades del mercado interno.

- **Juguetes**

Produce juegos de construcción o construcción, muñecas, pelotas, globos, juegos de fiesta, suministros para fiestas, ropa deportiva, etc.

En este sector, existe una feroz competencia de productos importados de buena calidad en el mercado interno, lo que genera muchos casos de subprecio y contrabando, especialmente durante la temporada navideña.

2.2.3.8. Expectativas de la industria plástica

Salazar J; (2016). De enero a mayo de 2003, el mercado de registró un crecimiento del 5%, principalmente por la venta de envases PET, tendencia que se ha mantenido en los últimos cuatro años. Esto no quiere decir que la industria esté creciendo, solo hay una industria que se destaca, y es la de los envases de PET. “Repuestos relacionados con la construcción, cables, tubos, enchufes, etc. han mostrado tasas de mejora y recuperación luego de que el gobierno reiniciara los programas de Mi Vivienda y Techo Propio”.

Por otro lado, el valor de la inversión en el sector plástico en los primeros cinco meses de 2003 ascendió a unos \$20 millones. Esta inversión está dirigida a la compra de maquinaria; El mercado de plásticos crecerá entre 6% y 7% este año, gracias al mayor dinamismo de las exportaciones.

2.2.4. BENEFICIOS DE LOS PLÁSTICOS

Según el Ministerio de Medio Ambiente, una vez que las empresas del sector del plástico implementan un sistema de gestión ambiental, es necesario desarrollar indicadores para medir el desempeño ambiental logrado durante y debido al proceso de producción, e identificar oportunidades de mejora y los procedimientos y procedimientos necesarios. control S. Ayudan a implementarlo. El uso de indicadores ambientales ayudará a considerar la cantidad de emisiones generadas, la cantidad de desechos, residuos y aguas residuales, vinculando la fuente; La cantidad de energía y agua utilizada para aplicar las medidas de mejora; y otras medidas relacionadas con la gestión ambiental que la empresa considere oportunas (IHOBE, 1999).

- Garantizar la salud y la seguridad, ya que el plástico es un material estrictamente controlado y cumple con las normativas internacionales más exigentes.
- Los alimentos se pueden conservar durante más tiempo manteniendo su calidad.
- Se utiliza en sistemas médicos y de seguridad. Los plásticos salvan vidas debido a su uso generalizado en la industria de la salud, particularmente en cirugía, aplicaciones biológicas, ayudas para el desarrollo de órganos e incluso transporte de suministros; También desempeña un papel importante en la seguridad de viviendas y edificios, la tecnología contra incendios y la seguridad de los vehículos con bolsas de aire y cinturones de seguridad.
- El 60% de los productos plásticos tienen una vida útil comprobada de 5 a 50 años. La alta durabilidad ahorra recursos.
- No hay peligro para las reservas de petróleo. Solo el 4-6% del petróleo y el gas consumidos en Europa se dedica a la producción de plásticos.
- Ahorro de agua, energía y emisiones de dióxido de carbono. Se pueden crear sistemas de microirrigación utilizando estos materiales, lo que ayuda a mejorar el ahorro de agua en la industria agrícola. Además, gracias al plástico, los automóviles

emiten menos dióxido de carbono, lo que también beneficia a la industria del transporte.

- Para hacer un buen uso del plástico, todo el mundo debe adoptar una actitud responsable, gestionar los residuos, reutilizar y reciclar los productos de forma consciente.
- El plástico no es un problema para el medio ambiente si se gestiona y utiliza adecuadamente. Con un uso consciente, es una opción sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Es importante que los consumidores hagan el uso más responsable de estos materiales, mediante una gestión adecuada de los residuos y el reciclaje de los productos.

2.2.5. LA ECONOMIA CIRCULAR

Cerdá & Khalilova (2016). Pone hincapié a la economía circular como estrategia para transformar el modelo económico en un modelo sostenible, basado en una comunidad recicladora que reduce residuos y los utiliza como recurso. Así, la economía circular presenta un nuevo modelo social que utiliza y optimiza las reservas y flujos de materiales, energía y residuos. Nuestro flujo de trabajo logra convertir los residuos de otras aplicaciones en materias primas para nuestros palets, cajas y contenedores de plástico, y es un modelo de sistema para el futuro.

La empresa NAECO RESEARCH es responsable y respetuosa con el medio ambiente, su producción está marcada por los más altos estándares de gestión medioambiental, apuesta por la innovación continua en nuevas tecnologías de reciclaje, el desarrollo de nuevos materiales y nuevos procesos de fabricación y la aplicación de una estrategia de desarrollo basada en ecodiseño.

Buscan la mejora del impacto ambiental de los servicios logísticos tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Reducir las emisiones de dióxido de carbono en el transporte marítimo debido al menor consumo de combustibles fósiles por su menor peso frente a otras alternativas.
- Lograr un equilibrio entre los residuos generados y los residuos valorizados. Cada una de nuestras soluciones proporciona un nuevo ciclo de vida para los materiales de desecho de otras aplicaciones, como el embalaje.
- Trate los desechos al final de su vida útil con nuestras soluciones de reciclaje que nunca terminan en vertederos.
- Reducción de la huella de carbono de los servicios logísticos al reducir los equipos requeridos a lo largo del tiempo gracias a un ciclo de vida más largo en comparación con otras alternativas.

2.2.6. IMPACTO POSITIVOS Y NEGATIVOS DE LOS PLÁSTICOS

Impactos negativos

Según Escobar (2019). Realiza una evaluación del Impacto Ambiental del impuesto nacional al consumo de las bolsas plásticas entre ellas son:

- Una de las limitaciones más controvertidas es la contaminación que se produce durante la producción de plásticos.
- La posibilidad de mezclar resinas de diferentes familias siempre conduce al mismo resultado: plástico de mala calidad, al no lograr combinarse
- Aunque estos materiales se pueden reciclar, una vez reciclados no se pueden reutilizar para el consumo humano.
- Algunos plásticos no pueden reciclarse debido a su alto costo.
- Algunos plásticos tardan cientos de años en desvanecerse, siendo un problema grave en los vertederos.
- El plástico ocupa mucho espacio y eso es un problema.

- A pesar de su dureza, el plástico se derrite a altas temperaturas. Por esta razón, su uso está limitado.

Impactos positivos

IHOBE (1999). El uso de indicadores ambientales permite revisar las emisiones de gases, la cantidad de residuos, aguas residuales y agua remanente y fuentes relacionadas, la cantidad de energía y agua utilizada para la aplicación de medidas de optimización y otras medidas que la empresa considere en relación con gestión ambiental.

- Los plásticos tienen una baja densidad, lo que puede resultar óptimo para muchos usos.
- Puede fabricarse de forma sencilla, lo que permite utilizarlo para crear elementos muy complejos sin consumir mucha energía o recursos.
- Los plásticos son materiales muy resistentes lo que ha promovido que sean utilizados en gran medida para el consumo humano.
- Garantiza que los alimentos se conserven frescos más tiempo.
- Los plásticos son aislantes, la electricidad no fluye a través de ellos. A su vez, también son aislantes térmicos. Sin embargo, puede dañarse si se expone a un calor excesivo.

La versatilidad y la amplia gama de usos hacen que el plástico se utilice en todos los sectores. De la agricultura a la arquitectura a la aviación

Por ejemplo:

- En agricultura, el plástico se utiliza en sistemas de riego por goteo, que pueden ahorrar hasta un 60% de agua. en la medicina moderna. No habrá bolsas de sangre ni marcapasosEl plástico protege los alimentos de la contaminación y proporciona una barrera contra las bacterias, la humedad y los rayos UV. Se mantiene fresco por más tiempo

Los impactos del plástico sobre la salud humana

Morillo (2021) informó que en un estudio reciente se demostró la liberación de antimonio cuando se usa como catalizador en la producción de botella de plástico (PET), cuando se expone a altas temperaturas (60-85°C), causando náuseas, vómitos y diarrea.

Por otra parte, los alimentos, agua o residuos contaminados es un factor importante que afecta indirectamente, ya que pueden transformar sus productos en organismos acuáticos, y tienen un impacto en la contaminación de la cadena alimentaria.

Los últimos estudios indican que el sistema excretor del cuerpo humano elimina más del 90% de los microplásticos y nanoplásticos a través de las heces, además, durante la digestión, menos del 10% de los microplásticos son absorbidos al torrente sanguíneo. (Hardman, 2016). Los micro plásticos pueden llegar a los huesos y causar pérdida ósea debido al aumento de la actividad de los osteoclastos, las células responsables de la reabsorción ósea. (Chang, 2019).

Los exudados de plásticos dañinos, incluidos los ftalatos, BPA y BPS, pueden causar cáncer de mama, infecciones del torrente sanguíneo, pubertad temprana y anomalías reproductivas. (Kik et al., 2020). Además, la absorción de los componentes químicos del plástico puede conducir a la absorción tisular, como el estrés oxidativo y la citotoxicidad, que es el principal mecanismo de toxicidad de los micro plásticos. Su persistencia limita su eliminación y degradación en el cuerpo, lo que lleva a una inflamación crónica que aumenta el riesgo de enfermedades neurodegenerativas o inmunológicas, entre ellas: cáncer, obesidad, diabetes, enfermedades endocrinas y cardiovasculares, problemas reproductivos, lo que sugiere que la ingestión de micro plásticos presenta riesgos potenciales. , que están directamente relacionados con la salud humana (Hu y Palic, 2020).

2.2.7. BIODEGRADACIÓN DE POLÍMEROS POR LARVAS (*Tenebrio molitor*)

En cuanto a la biodegradabilidad de la espuma de poliestireno de esta especie, se basa en un estudio de Yang et al. (2015), “Consumo de espuma de poliestireno, resulta de la biodegradación y mineralización de EPS que ocurre en el intestino del gusano de la harina. Ocurre al cambiar las propiedades físicas y químicas de los productos de desecho que se liberan (almidón) después de pasar por el sistema digestivo. Con el cambio a dióxido de carbono y biomasa. (p.4)

La Biodegradación simbiótica fue propuesto por Yang (2015), incluye un esquema en el que: el estireno se degrada en pequeñas fracciones, aumentando la superficie de contacto de las bacterias con poliestireno y enzimas extracelulares, luego digeridas e incorporadas a la microbiota intestinal secretan enzimas extracelulares con sus secreciones para catalizar la polimerización para ser consumidas en el producto molécula, después de lo cual estos productos son principalmente degradados o mineralizados a CO₂ por microorganismos o gusanos hospedadores, y una cantidad limitada de carbono del producto se asimila aún más en la biomasa, eventualmente quedando estireno y otros intermediarios con algunos microorganismos eliminados como almidón, donde la descomposición adicional puede prolongarse. (p.18).

Jordan (2015), en su artículo, informó que 100 gusanos comen entre 34 y 39 mg. de estireno por día, que se degradó efectivamente durante el período de almacenamiento de 24 horas, en comparación con una sola dieta de estireno y trigo convencional, las larvas vivieron durante 1 mes y el 47,7% del carbono se convirtió de estireno a dióxido de carbono y el resto en materiales biodegradables. (párr.5).

(NOVA, 2005), Se dice que consta principalmente de dos componentes: polímero de estireno o perlas de poliestireno y un agente de expansión, generalmente un hidrocarburo líquido volátil con 3 a 8% de espuma en peso, cuyas propiedades dependen del fabricante. (p.7).

Además, el EPS, según Huerta (2015), “tiene un tiempo de descomposición de más de 500 años, el producto de este proceso es el estireno, el cual puede ingresar a muchos ambientes diferentes como aire, suelo, plantas y mascotas”. (párrafo 13). Según el informe sobre carcinógenos del Programa Americano de Toxicología, el monómero EPS se considera un carcinógeno sospechoso. (2015), basado en datos limitados en animales y datos que respaldan la carcinogénesis. Además, en estudios humanos, la relación causal entre la exposición al estireno y el cáncer humano fue sólida y se vio respaldada por el descubrimiento de ADN maduro y aberraciones cromosómicas en linfocitos humanos”. (p.1).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

a) Biodegradación

Es un catalizador biológico que reduce la complejidad de los componentes de los productos químicos. (Alexander, 1999)

b) Biotecnología

(Negrín, 2007), conceptualización de la biotecnología como la combinación de tecnología artificial con uso directo o indirecto por parte de la comunidad viva, produciendo productos más eficiente, económico y seguro posible. Implica el uso de métodos mediante los cuales los organismos biológicos convierten un material particular en un efecto beneficioso.

c) Contaminante

Se refiere a una sustancia química que no está relacionada con la naturaleza del suelo o cuyas concentraciones superan los niveles máximos permitidos que podrían ser nocivos para la salud humana y/o el medio ambiente. (MINAM, 2012).

d) Degradación biológica

(Frías, 2003) La degradación de polímeros significa que la biodegradación se refiere a una forma de degradación química que implica el ataque microbiano de microorganismos que producen enzimas capaces de reaccionar con polímeros de origen natural y sintético.

e) Eficiencia

(Cerde, 2010), Estos son resultados apropiados para la función que se está realiza.

f) Fósforo(P)

Es un fertilizante en forma de P_2O_5 , que interviene en la transferencia de energía a las plantas, necesaria para la fotosíntesis y otros pasos químicos y fisiológicos. Está involucrado en la diferenciación celular y el desarrollo de tejidos, que falta en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas. (Osorio, 2002)

g) Fertilizante

Es una sustancia orgánica o inorgánica para mejorar la calidad nutricional de los cultivos existentes, o un aditivo a los suelos agrícolas para aumentar el rendimiento y la calidad de la producción. (Morales, 2007).

h) Homogenizado

(Barceló, 2003) Esto indica que el término homogeneización es una técnica para la destrucción de células sin dañar la mucosa plasmática.

i) Minimización

Acciones destinadas a reducir la cantidad y el riesgo de los residuos sólidos en la menor medida posible mediante cualquier estrategia, proceso, método o técnica preventiva utilizada en la operación industrial. (MINAM, 2012).

j) Nitrógeno(N)

Favorece el crecimiento de las plantas que son absorbidos por el suelo en forma de nitrato (NO_3)⁻¹ o iones de amonio (NH_4)⁺. Es un macronutriente y un importante componente proteico que interfiere con todos los principales procesos de vida de las plantas. (FAO, 2002).

k) Pañales

“La carcasa consiste en una capa de polietileno. La pulpa absorbente para pañales está hecha de pulpa de madera y polímeros súper absorbentes, generalmente poliacrilato de sodio. Estos contienen ácido acrílico, también conocido como ácido 2-acrílico $\text{CH}_2=\text{C}_2\text{HOOH}$, y su éster $\text{CH}_2=\text{C}_2\text{HOOR}$, también conocido como "acrilato". El ácido acrílico es un ácido carboxílico incoloro, altamente inflamable, volátil y moderadamente tóxico. (García, D; 2018).

l) Plásticos

Según Segura, [ét al], (2007) Son elementos sintéticos, producto de la polimerización o multiplicación artificial de átomos de carbono, formando largas cadenas de compuestos orgánicos.

m) Ph

El potencial de hidrógeno es cuán ácido es, donde un pH bajo significa ácido y un pH alto significa alcalino y le permite controlar las reacciones químicas que hacen que los nutrientes estén disponibles para la absorción. (Bábaro y Karlanian., p.2).

n) Polímero.

Es un químico derivado de “Durante la polimerización, las proteínas, los almidones o el caucho natural son polímeros sintetizados por organismos vivos. El poliestireno es un polímero de vinilo que consiste en estireno y dioxina”. (Miranda, J; 2015).

o) Poliestireno Expandido (EPS)

Es un material plástico celular de alta durabilidad hecho de poliestireno o copolímero con una estructura cerrada y llena de aire. (ANAPE, sf., párr.2).

p) Potasio(K)

“Más de 60 enzimas llamadas K₂O están activas en los fertilizantes. Desempeña un papel importante en la síntesis de hidratos de carbono y proteínas y mejora el equilibrio hídrico de la planta. Las plantas con una buena cantidad de K tienen menos probabilidades de enfermarse”. (FAO, 2002, p.8).

q) Polietileno de baja densidad

En la investigación de Duarte, [ét al], “El polietileno de baja densidad como alternativa para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas altamente concentradas” (2017) significa que el LDPE es el polímero correspondiente a un polímero olefínico, al igual que el polipropileno y el polietileno. LDPE (abreviatura) se refiere a polímeros termoplásticos que consisten en monómeros de etileno.

r) Residuo

Jaramillo y Zapata, en su estudio “Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia” (2008), significa desperdicio en forma de cualquier sustancia sólida, objeto, materia o composición, que surge del consumo o uso de un bien en diversas actividades, que una persona produce, elimina, elimina o de otro modo elimina o distribuye y puede ser utilizado o transformado en un nuevo bien, económicamente viable.

s) *Exiguobacterium sp*

Se trata de "bacterias, anaerobias grampositivas, que han sido capaces de aislarse en diferentes ecosistemas entre temperaturas de entre 12 y 55 grados centígrados". Estas bacterias se han utilizado en aplicaciones biotecnológicas. (Vishnivetskaya, Kathariou y Tiedje; 2009).

t) *Tenebrio molitor*

Comúnmente conocido como gusano de la harina, es mejor conocido como una larva del orden Coleoptera de la familia Tenebroidae. (Coronado, 1986).

2.4. HIPÓTESIS

Existe diferencia en la eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de polímeros, Huánuco 2019.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN

V_i : Eficiencia de las Larvas *Tenebrio molitor*.

2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA

V_D : Biodegradación de polímeros

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 5

Indicadores y Escalas de Medición

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VARIABLE DE CALIBRACIÓN Eficiencia de las larvas <i>Tenebrio molitor</i>	Poliestireno	Tiempo de alimentación	45 días
		Cantidad inicial de tenebrio	Numérico
	Plásticos de baja densidad	Cantidad final de tenebrio	Numérico
		Variación de la cantidad de tenebrio	Numérico
		Masa inicial de los tenebrios	g
		Masa final de tenebrio	g
	Pañales	Variación de biomasa del tenebrio	g
		Tamaño inicial de tenebrio	g
		Tamaño final de tenebrio	g
		Variación del tamaño de tenebrio	g
VARIABLE EVALUATIVA Biodegradación de polímeros	Parámetros físicos	Temperatura óptima	25°C
		Contenido de humedad	%
		Conductividad eléctrica C.E	mS/cm
		Cantidad de polímero inicial	g
		Consumo de polímero	g
	Parámetros químicos	Degradación de polímero	%
		Cantidad de excreta producida	g
		pH	Numérico
		Materia orgánica	%
		Cenizas	%
		N	%
		K	%
		P	%

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández (2014), esta investigación pertenece al enfoque **cuantitativo**. Se utilizó la medición exhaustiva y controlada, se recogieron y analizaron datos, propiedades y fenómenos que están sujetas a medición y comprobación, producto de la manipulación de la variable de calibración

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Según Scott (1998), esta investigación pertenece al nivel aplicativo; su propósito es inmediato y se relacionan con el mejoramiento de un proceso o producto.

El estudio es aplicado, se basa en los resultados de utilidad práctica, que las larvas generan a la biodegradación de los polímeros.

3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

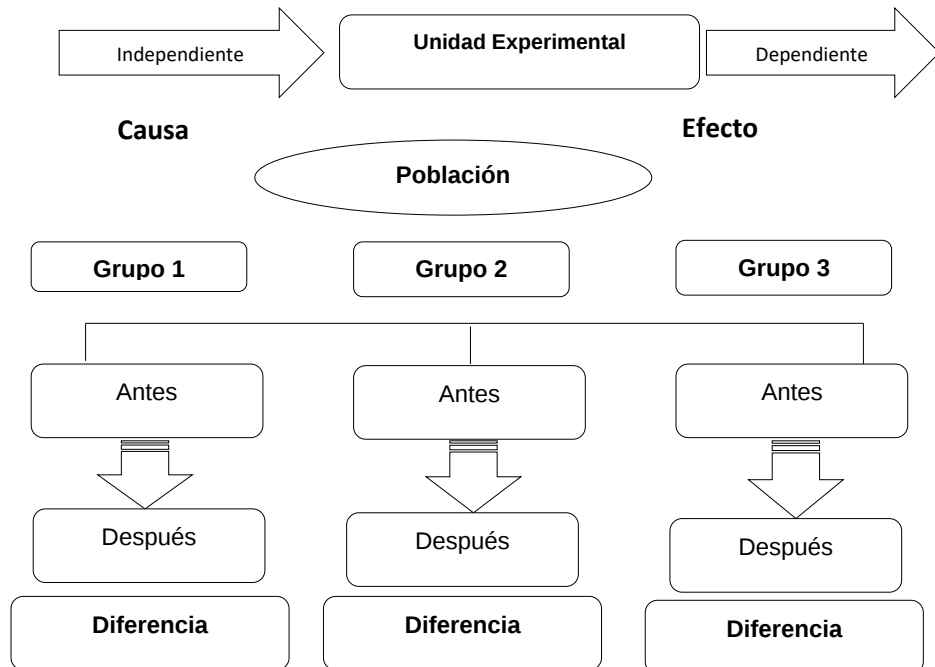
El Diseño será experimental, en este estudio se manipulará intencionalmente una variable de calibración (Eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor*) para analizar las consecuencias que tiene sobre la variable evaluativa (Biodegradación de polímeros) dentro de una situación de control para el investigador. (Hernández; 2014).

El diseño de prueba paramétrica es (ANOVA). Análisis de la varianza con un factor inter-sujeto.

Se manifiesta de la siguiente manera: Factor politómico

Figura 16

Factor Politómico



Fuente: Supo. ANOVA.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo formada por polímeros como: espuma de poliestireno de densidades D10 que es de 10kg/m^3 , bolsas de baja densidad y pañales.

3.2.2. MUESTRA

La técnica de selección de muestra será no probabilística, no depende la probabilidad sino las causas de quien hace la muestra. (Hernandez, 2010).

La muestra estará formada por masa promedio de 0.231g de espuma de poliestireno de densidad D10, 0.231g de bolsas de baja densidad y 0.231g de pañales, los cuales serán sometidos a la biodegradación y luego al análisis de laboratorio.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

a) **Análisis de contenidos documentales y bibliográficos.**

Se utilizan para el análisis crítico del contenido teórico relacionado con las variables estudiadas en la formulación de los aspectos teóricos del estudio

b) **Fichaje**

Este método se utiliza para extraer información teórica de documentos disponibles en varios lugares, repositorios o bases de datos.

b.1. Ficha de análisis documental. - Se utiliza para registrar datos teóricos de primera y segunda mano sobre conocimientos y valores ambientales que sustentan el marco teórico y la base científica de nuestra investigación.

b.2. Fichas estructuradas mixtas. - Esta herramienta se utiliza para registrar datos teóricos de fuentes bibliográficas; así como registros de experiencias y observaciones de la vida real. Se utilizaron mapas abstractos, mapas de texto, mapas bibliográficos, mapas de experiencia, los utilizados para redactar el corpus teórico del estudio.

- **Fichas bibliográficas.** - Esto nos permite describir las características generales y la ubicación de los libros consultados.
- **Fichas textuales.** - Esto permite la transcripción palabra por palabra del trabajo del autor y también es un recurso útil para el estudio y la investigación.
- **Ficha de resumen.** - Esto nos permitió recopilar información sobre los temas de los diversos trabajos como recursos útiles para el estudio y la investigación.
- **Fichas hemerográficas.** - Esto nos permite describir características comunes y escribir artículos importantes que hemos leído.

c) Trabajo de campo. - Se utiliza para extraer información fáctica de los eventos significativos observados durante la degradación del polímero.

c.1. Ficha de trabajo de campo. - Se utiliza para registrar datos obtenidos por observación directa y eventos importantes durante la ejecución del proyecto.

d) Observación. - Está organizado en torno a una ficha de observación que nos permite evaluar y recopilar información de seguimiento durante la ejecución del proyecto.

d.1. Ficha de observación. - Se utiliza para documentar las actividades de seguimiento y las dificultades que surgen durante la investigación.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

a) Tablas: Para presentación de datos procesados

b) Gráficos: Para la representación gráfica de los datos procesados.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

a) Análisis y procesamiento de datos: Se utilizó para procesar y presentar datos de acuerdo con procedimientos estadísticos; utilizando el software estadístico SPSS 24, y el análisis se presenta en las tablas de distribución de frecuencia.

b) Tabulación de datos: Se utiliza para mostrar sistemáticamente datos teóricos y resultados con tablas estadísticas para un manejo adecuado durante el análisis e interpretación de datos.

c) Análisis gráfico de datos: Se utiliza para procesar y analizar datos en los gráficos para los que se ha utilizado Excel.

d) Análisis descriptivo: Se utiliza para procesar y analizar datos en los gráficos para los que se ha utilizado Excel.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Luego de la crianza del *Tenebrio molitor* se establecen 3 grupos de 70 larvas en cada prototipo con características similares, sin comida durante 6 días con temperatura de 25°C, aplicándoles dietas diferentes con variaciones en el sustrato, por un promedio de 45 días de dieta absoluta con polímeros, dando inicio al tratamiento el día 12 de octubre de 2019 y finalizando el día 26 de noviembre de 2019.

Tabla 6

Cantidad de Larvas

N.º	Tratamiento	Cantidad de larvas iniciales (und)	Suma de larvas iniciales	Cantidad de larvas finales (und)	Suma de larvas finales	Variación de la cantidad de larvas (unidad)
1	Poliestireno	20	70	19	66	4
		10		10		
		10		8		
		20		20		
		10		9		
2	Bolsas de baja densidad	20	70	16	57	13
		10		9		
		10		8		
		20		17		
		10		7		
3	Pañales	20	70	17	62	8
		10		9		
		10		9		
		20		18		
		10		9		

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se aprecia tres tipos de polímeros, a una misma temperatura, con una cantidad de larvas entre 10 y 20 unidades en las repeticiones de cada grupo. La variación de larvas durante el tratamiento fue para el poliestireno (4 unidades), bolsas de baja densidad (13 unidades) y para los pañales (8 unidades), viendo que mayor disminución de larvas se tuvo en las bolsas y menos disminución en el poliestireno.

Tabla 7*Masa de Larvas*

Nº	Tratamiento	Masa de larvas inicial	Promedio (g)	Masa de larvas final	Promedio (g)	Variación de masa de larvas	Promedio (g)
1	Poliestireno	0.021	0.024	0.185	0.1866	0.164	0.1626
		0.022		0.186		0.164	
		0.024		0.186		0.162	
		0.026		0.188		0.162	
		0.027		0.188		0.161	
2	Bolsas de baja densidad	0.021	0.024	0.085	0.104	0.064	0.08
		0.022		0.092		0.07	
		0.024		0.102		0.078	
		0.026		0.118		0.092	
		0.027		0.123		0.096	
3	Pañales	0.021	0.024	0.178	0.1814	0.157	0.1574
		0.022		0.179		0.157	
		0.024		0.181		0.157	
		0.026		0.183		0.157	
		0.027		0.186		0.159	

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se observa que la masa inicial de las larvas se encontraba entre 0.021 g. a 0.027 g, durante el tratamiento se obtuvo un promedio de masa de larvas que consumían poliestireno (0.163g), bolsas de baja densidad (0.08g) y en pañales (0.157g).

Tabla 8*Tamaño de Larvas*

Nº	Tratamiento	Tamaño de larvas inicial	Promedio (cm)	Tamaño de larvas final	Promedio (cm)	Variación del tamaño de larvas	Promedio (cm)
1	Poliestireno	1.5	1.62	3.6	4.18	2.1	2.56
		1.5		3.7		2.2	
		1.6		4.0		2.4	
		1.7		4.8		3.1	
		1.8		4.8		3.0	
2	Bolsas de baja densidad	1.5	1.62	1.8	2.36	0.3	0.74
		1.5		2.3		0.8	
		1.6		2.4		0.8	
		1.7		2.5		0.8	
		1.8		2.8		1.0	
3	Pañales	1.5	1.62	3.6	4.14	2.1	2.52
		1.5		4.0		2.5	
		1.6		4.0		2.4	
		1.7		4.5		2.8	
		1.8		4.6		2.8	

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se observa que el tamaño inicial de las larvas varía entre 1.5 a 1.8 cm en cada grupo, durante el tratamiento se obtuvo un promedio de la variación del tamaño para los que consumieron poliestirenos (2.56 cm), bolsas de baja densidad (0.74 cm) y pañales (2.52 cm).

Parámetros físicos

Tabla 9

Cantidad de Sustrato Producido

	Sustrato	Cantidad de polímeros iniciales (g)	Cantidad de polímero final (g)	Variación del consumo de polímeros (g)	Sustrato producido (excreta) (g)
C1	Poliestireno	0.231	0.032	0.199	0.0199
C2	Bolsas de baja densidad	0.231	0.187	0.044	0.0044
C3	Pañales	0.231	0.061	0.170	0.0170

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Muestra los resultados de la cantidad de polímeros que se dispuso para el tratamiento 0.231g en las tres muestras y la variación de los polímeros consumidos fue en mayor cantidad en los poliestirenos (0.199g) y el sustrato que se obtuvo fue también mayor 0.019g y en menor cantidad de consumo fue en las bolsas de baja densidad (0.044 g) obteniendo como sustrato 0.004g en comparación con otras muestras.

Humedad

El sustrato obtenido de cada muestra se pesó en la balanza analítica, luego se llevó a una estufa a 100°C por 24 horas, se saca la muestra y se deja enfriar por un promedio de 15 minutos para volver a determinar el porcentaje de humedad.

Tabla 10*Determinación de la Humedad*

		FECHA	02/12/2019	HORA	: 11.33AM		
Código	Sustrato	"Masa de la capsula (g)"	"Masa de la muestra húmeda (g)"	"Masa muestra seca incluido la capsula (g)"	"Masa de la muestra seca (g) (msc-mc)"	"Humedad (mh - ms)"	% "humedad"
M1059-1	Poliestireno	59.57	6.03	64.954	5.38	0.65	10.71%
M1059-2	Bolsas	54.50	6.06	59.956	5.46	0.60	9.97%
M1059-3	Pañales	56.53	6.05	61.938	5.41	0.64	10.61%

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se aprecian los resultados de humedad contenida en el sustrato poliestirenos 10.71%, bolsas de baja densidad 9.97% y pañales 10.61%, observando que presenta mayor humedad en el sustrato de poliestireno y menor humedad en el sustrato de bolsas de baja densidad.

Conductividad eléctrica

Se hecha las muestras en vasos precipitados 10g en cada vaso luego se le agrega 40ml de agua destilada fresca (1:4), llevar al rack B-11 por espacio de 30min, luego apague el agitador, inmediatamente tape el frasco y deja las muestras en reposo por 4 horas a más y realice la lectura de C.E.

Tabla 11*Conductividad Eléctrica*

Código	Sustrato	C.E (mS/cm)
M1050-1	Poliestireno	11.28
M1059-2	Bolsas de baja densidad	10.02
M1059-3	Pañales	10.85

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Los resultados de la conductividad eléctrica en el sustrato de poliestireno se determinaron 11.28 mS/cm, en las bolsas de baja densidad (10.02 mS/cm) y en los pañales (10.85mS/cm). Esto indica que el poliestireno posee mayor cantidad de sales que las bolsas de baja densidad.

Tabla 12*Consumo de Polímeros y la Variación de Consumo*

N°	Tratamiento	Cantidad de polímero inicial (g)	Promedio de polímeros	Cantidad de polímeros finales (g)	Promedio de polímeros finales (g)	Variación del consumo de polímeros	Degradación de polímeros %
1	Poliestireno	0.256	0.231	0.0410	0.032	0.199	86.15%
		0.029		0.0020			
		0.246		0.0310			
		0.389		0.0650			
		0.233		0.0210			
2	Bolsas de baja densidad	0.296	0.231	0.2340	0.187	0.044	19.05%
		0.013		0.0040			
		0.245		0.2011			
		0.349		0.2639			
		0.251		0.2320			
3	Pañales	0.321	0.231	0.1000	0.061	0.170	73.59%
		0.234		0.0820			
		0.132		0.0132			
		0.327		0.1011			
		0.143		0.0100			

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se aprecia el porcentaje de consumo de poliestireno 86.15%, bolsas de baja densidad 19.05% y en los pañales 73.59%, verificando mayor degradación de poliestireno y menor en las bolsas de baja densidad.

Parámetros químicos**pH**

Se pesa 10g de muestra en una balanza, se vierte en vaso luego se le agrega 40ml de agua destilada fresca (1:4), llevar al rack B-11 por espacio de 30min, luego apague el agitador y deje reposar por 5 min, a continuación, tome la lectura de pH con el potenciómetro.

Tabla 13*Resultados de pH en el Sustrato*

Código	Sustrato	pH
M1050-1	Poliestireno	5.70
M1059-2	Bolsas de baja densidad	5.75
M1059-3	Pañales	5.86

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se observa los resultados de pH en el sustrato de poliestireno (5.70), en las bolsas de baja densidad (5.75) y en pañales (5.86) identificando que hay mayor cantidad de H^+ en los pañales y menor en el poliestireno.

Ceniza

El día 02 de diciembre a las 11:36 am, se pesa la muestra en una balanza analítica y se vierte en un crisol, se lleva a la estufa a una temperatura de 100°C por 24h, la muestra se saca de la estufa y se deja enfriar por 5 min en el desecador luego se lleva a la mufla con una temperatura de 600°C por un promedio de 8 horas y se determina la masa de la muestra.

Tabla 14*Porcentaje de Ceniza Obtenido en Cada Sustrato*

Código	Sustrato	Masa del crisol (g)	masa de la muestra húmeda (g)	Estufa por 24 h	Mufla por 8h	Masa del crisol y muestra	Masa de la muestra seca (g)	Ceniza	% de ceniza
M1059-1	Poliestireno	42.178	2.005	100°C	70°C	43.999	1.822	0.183	9.12%
M1059-2	Bolsas	42.153	2.001	100°C	70°C	43.923	1.770	0.231	11.54%
M1059-3	Pañales	40.699	2.153	100°C	70°C	42.699	2.0002	0.152	7.08%

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se aprecia el porcentaje de ceniza en las muestras de poliestireno 9.12%, en las bolsas de baja densidad 11.54% y en los pañales 7.08%, indicando que existe mayor cantidad de minerales en las bolsas de baja densidad y menor en los pañales.

Materia orgánica

Obtención de materia orgánica mediante el Método de Walkey y Black en el análisis de laboratorio.

La materia orgánica se determinó bajo la siguiente formula:

$$H + C + MO = 100\%$$

H: Humedad

C: Ceniza

MO: Materia orgánica

Tabla 15*Resultados en Base Húmeda*

Código	Sustrato	Humedad % hd	Cenizas %	Materia orgánica %
M1059-1	Poliestireno	10.71	9.12	80.17
M1059-2	Plásticos	9.97	11.54	78.49
M1059-3	Pañales	10.61	7.08	82.31

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se observa el porcentaje de materia orgánica en el sustrato de poliestireno el 80,17%, plásticos de baja densidad 78.49% y en los pañales 82.31%, obteniendo mayor porcentaje de materia orgánica en los pañales.

Para determinar la base seca se utilizó la siguiente formula:

$$\%Bs = \frac{100 \cdot BH}{100 - H}$$

%Bs: % Base seca

BH: Base húmeda (ceniza o materia orgánica)

H: Humedad

Tabla 16*Resultados en Base Seca*

Código	Sustrato	Cenizas %	Materia orgánica %
M1059-1	Poliestireno	10.21	89.79
M1059-2	Plásticos	12.82	87.18
M1059-3	Pañales	7.92	92.08

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se aprecia los resultados del porcentaje de ceniza y materia orgánica en base seca obteniendo mayor porcentaje de minerales en las bolsas de baja densidad 12.82% y mayor porcentaje de materia orgánica en el sustrato de pañales 92.08%.

Nitrógeno total (N)

Se obtuvo Nitrógeno total por el Método de Kjeldhal,

Se pesa 2g de cada sustrato de las tres muestras, se lleva a la estufa con una temperatura de 70°C por ser el nitrógeno volátil por 48 horas, luego se añade 4ml de ácido sulfúrico industrial, se tapa las muestras con papel aluminio, luego se lleva las muestras al digestor por un promedio de 2 h, llevar las muestras al destilador Kjeldhal.

Potasio disponible (K) y Fosforo disponible (P)

De las cenizas obtenidas se realiza un tratamiento de digestión para la obtención de Potasio (K) y Fosforo (P).

Tabla 17

Resultados de Minerales como N, P y K por un Proceso de Digestión

Código	Tratamiento	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)
M1059-1	Poliestireno	1.16	0.41	0.091
M1059-2	Plásticos de baja densidad	1.10	0.39	0.097
M1059-3	Pañales	1.20	0.48	0.101

Nota: Información recolectada a partir de la ejecución del proyecto. Se aprecia en el siguiente cuadro el porcentaje de nitrógeno total, fosforo disponible y potasio donde mayor cantidad de nitrógeno 1.20% se obtuvo en los pañales, y menor en las bolsas de baja densidad 1.10%, en caso del fosforo mayor porcentaje se tuvo en los pañales 0.48% y menor en las bolsas de baja densidad 0.39% y en el potasio se obtuvo mayor porcentaje los pañales 0.101% y el menor fue en poliestireno 0.091%.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.

Previo a la contratación de hipótesis, se presenta los descriptivos pertinentes, que forman parte del análisis e interpretación de los datos al contrastar la hipótesis. Seguidamente se presenta la prueba de normalidad en los grupos de estudio, lo que será útil para la identificación del procedimiento estadístico adecuado para la contratación de la hipótesis. A continuación, se presentará la contrastación de la hipótesis, con su prueba post hoc.

Tabla 18

Comparación de los Descriptivos de Consumo de Polímeros

		95% del intervalo de confianza para la media				
		N	Media	Error Estándar	Límite inferior	Límite superior
Inicial	Poliestireno	5	0,23060	0,057715	0,07036	0,39084
	Plástico	5	0,23080	0,057562	0,07098	0,39062
	Pañales	5	0,23140	0,041755	0,11547	0,34733
Final	Poliestireno	5	0,03200	0,010469	0,00293	0,06107
	Plástico	5	0,18700	0,046816	0,05702	0,31698
	Pañales	5	0,06126	0,020562	0,00417	0,11835
Diferencia	Poliestireno	5	-0,1986	0,04790	-0,3316	-0,0656
	Plástico	5	-0,0438	0,01390	-0,0824	-0,0052
	Pañales	5	-0,1701	0,02241	-0,2323	-0,1079

Nota: Información procesada a partir de los datos recolectados tras la ejecución del proyecto. Podemos rescatar datos relevantes, uno de ellos es el que muestra que la larva tenebrio molitor mostró un mayor consumo promedio de poliestireno (0.199g.) durante el periodo de estudio. Por otro lado, se ha evidenciado un menor consumo promedio de plásticos (0.044g.) durante el periodo de estudio.

Tabla 19*Prueba de Normalidad de los Grupos de Estudio*

		Shapiro-Wilk		
	Grupo	Estadístico	gl	Sig.(p-valor)
<i>Diferencia</i>	<i>Poliestireno</i>	<i>0,855</i>	<i>5</i>	<i>0,212</i>
	<i>Plástico</i>	<i>0,962</i>	<i>5</i>	<i>0,821</i>
	<i>Pañales</i>	<i>0,851</i>	<i>5</i>	<i>0,197</i>

Nota: Información procesada a partir de los datos recolectados tras la ejecución del proyecto.

La prueba de normalidad, llevada a cabo mediante el test de Shapiro-Wilk en los valores de las diferencias encontradas en cada uno de los grupos, nos arroja un p-valor superior a 5% (0.05) tanto en el grupo del poliestireno, como en el del plástico y el de los pañales. Dicho valor nos indica que cada uno de los grupos presenta normalidad en sus datos, por lo que es pertinente el uso de un procedimiento paramétrico para la contratación de los datos. Dicho procedimiento estadístico, que se ajusta a la necesidad estadística es el análisis de la varianza con un factor inter sujetos, conocido simplemente como Análisis de la Varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés), pero para ser más exacto se le agrega “con un factor inter sujetos”, ya que existen diversas variantes del ANOVA.

A continuación, se presenta la contrastación de la hipótesis, para establecer diferencia en la eficiencia del consumo de polímeros entre los grupos de estudio.

H₁: Existe diferencia en la eficiencia de las larvas del *Tenebrio molitor* en la biodegradación de polímeros, Huánuco 2019.

La hipótesis nula (H₀), niega la hipótesis alterna.

H₀: No existe diferencia en la eficiencia de las larvas del *Tenebrio molitor* en la biodegradación de polímeros, Huánuco 2019.

Nivel de significancia: 5% (0.05)

Procedimiento estadístico: ANOVA con un factor inter sujetos.

Cálculo del p-valor:

Tabla 20

Análisis de la Varianza con un Factor Inter Sujetos

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,068	2	0,034	6,813	0,011
Dentro de grupos	0,060	12	0,005		
Total	0,128	14			

Nota: Información procesada a partir de los datos recolectados tras la ejecución del proyecto.

La prueba de hipótesis nos indica que existe diferencia en los grupos de estudio (al menos una diferencia), por lo que para saber dónde se encuentra esa diferencia, se presenta a continuación la prueba post hoc.

Tabla 21

Prueba Post Hoc para las Comparaciones Múltiples de Tukey.

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Poliestireno	Plástico	-,15480*	,04464	0,012	-,2739	-,0357
	Pañales	-,02846	,04464	0,803	-,1476	,0906
Plástico	Poliestireno	,15480*	,04464	0,012	,0357	,2739
	Pañales	,12634*	,04464	0,038	,0072	,2454
Pañales	Poliestireno	,02846	,04464	0,803	-,0906	,1476
	Plástico	-,12634*	,04464	0,038	-,2454	-,0072

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel de 0.05.

Nota: Información procesada a partir de los datos recolectados tras la ejecución del proyecto.

Las diferencias encontradas se precisan en la tabla 21. Podemos apreciar que existe diferencia entre la eficiencia del poliestireno con el plástico (p-valor = 0.012) y los pañales con el plástico (p-valor = 0.038). Pero no existe diferencia significativa entre la eficiencia de consumo del poliestireno y los pañales (p-valor = 0.803).

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A la luz de la veracidad de los resultados arribados en la investigación, sustentadas en las bases y en comparación con el trabajo de destacados estudiosos, se demuestra la validez de la presente investigación.

Gutiérrez Pescador, Jazmín sostiene que los agregados microbianos contenidos en residuos de polietileno de baja densidad, son capaces de biodegradarse, esto se define por el aspecto físico de las muestras, los plásticos pierden peso después del tiempo de incubación. El complejo microbiano incluye hongos y levaduras. que llegaron a presentar biopelícula con capacidad biodegradadora.

Esta posición contribuye con nuestro planteamiento siendo las larvas del *tenebrio molitor* que fragmentan los polímeros como el poliestireno, las bolsas de baja densidad y los pañales mediante enzimas y las bacterias llamadas *Exiguobacterium* que viven en el sistema digestivo. Una vez que los polímeros y el microbiota intestinal del insecto interactúan forman biopelículas que poseen macromoléculas de carbohidratos produciendo “dióxido de carbono y moléculas no digeridas, siendo esta excretada por las larvas”.

Corroborando con la investigación podemos afirmar que las larvas son eficientes en la biodegradación de polímeros que se obtuvo en comparación a las muestras el poliestireno (86.123%,) fueron degradados en mayor proporción como los pañales (73.527%) y en el caso de las bolsas de baja densidad (18.978%) fue menor.

Daviran Yance, Peter, arriba a una importante conclusión, referente a la “biodegradación de la espuma de poliestireno por las larvas del *Tenebrio* afecta la producción de fertilizantes, contribuyendo al consumo de EPS, creando excretas y afectando negativamente las diferencias de biomasa que dan acceso a fertilizantes con niveles de nutrientes como nitrógeno (3,92%), fósforo (0,3%) y potasio (0,78%).)”; “La biodegradación de EPS mostró que esta especie consumió EPS D10 con una eficiencia de 12,20 % durante 8 días, y la eficiencia de los excrementos al tratarse con EPS D40 durante 8 días fue de 2,60 %, pérdida de biomasa 2,84 % EPS D10 procesada en 4 días. Esto indica ineficiencia, por lo que no se pueden utilizar a gran escala.

En la investigación pudimos observar que se obtuvo mayor consumo promedio de poliestireno (0.199g.) durante el periodo de estudio, por otro lado, se ha evidenciado un menor consumo promedio de plásticos (0.044g.) durante el periodo de estudio, en el análisis químico del sustrato se determinó que existe la presencia de nitrógeno, fosforo y potasio, pese a que no hubo muchas muertes siendo eficiente para el uso de abonos en suelos de cultivo ya que presentan materia orgánica y minerales como el nitrógeno, fosforo, potasio por lo que a mayor tiempo de contacto hay mayor eficiencia, siendo aceptables para llevarlo a gran escala comparados con el tiempo de descomposición de los polímeros.

Puntualiza **Revilla Torres, Sandra** en su estudio: ***“Eficiencia del homogenizado proveniente del tracto digestivo de la *Galleria mellonella* en la biodegradación de dos tipos de polietileno de baja densidad, Lima – 2018”***, dice: acerca del rendimiento, basado en la diferencia entre los pesos inicial (IP) y final (CF) obtenidos por exposición al homogeneizador en el tracto gastrointestinal de la *Galleria mellonella*. La influencia del tiempo respecto a los resultados nos arrojó la eficiencia de biodegradación, cuanto mayor sea el tiempo de exposición, mayor será el efecto de "pérdida de peso", donde la *Galleria mellonella* tienen una solución en el tracto digestivo que descompone el plástico para cambiar su fase, la larva forma una alfombra en los pañales de cera haciendo que ingiera cera que puede ser absorbida y escalonada, además de alimentarse.”

Nosotros sostenemos similar planteamiento con referencia a las larvas del *Tenebrio molitor* acerca de la eficiencia que se encuentra en función de sus masas iniciales y finales donde la masa inicial de las larvas se encontraba entre 0.021g. a 0.027g, durante el tratamiento se obtuvo un promedio de masa de larvas que consumían poliestireno (0.163g), bolsas de baja densidad (0.08g) y en pañales (0.157g), existiendo diferencias en la biodegradación de los polímeros.

CONCLUSIONES

1. La eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación del poliestireno durante el tratamiento se obtuvo el 86.123%, con un aumento de masa promedio de 0.163g en 45 días, por lo que la muestra se sometió a prueba y presenta diferencias significativas del (p -valor=0.012) indicando que presenta mayor eficiencia en la biodegradación del poliestireno con respecto a los plásticos de baja densidad.
2. La eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de bolsas de baja densidad durante el tratamiento se obtuvo el 18.978%, con un aumento de masa de promedio de 0.08g en 45 días, por lo que la muestra se sometió a prueba y presenta diferencias significativas, indicando que presenta menor eficiencia en la biodegradación de plásticos con respecto a los poliestirenos y pañales.
3. La eficiencia de las larvas *Tenebrio molitor* en la biodegradación de pañales durante el tratamiento se obtuvo el 73.527%, con un aumento de masa promedio de 0.157g en 45 días, por lo que la muestra se sometió a prueba y presenta diferencias significativas del (p -valor=0.038) indicando que presenta mayor eficiencia en la biodegradación de pañales con respecto a los plásticos, existiendo diferencias entre los tres grupos de polímeros.
4. Los parámetros físicos de los componentes del sustrato producidos en la descomposición de los polímeros son positivos porque se puede identificar que presentan sales disueltas por los resultados de CE poliestireno (11.28 mS/cm), bolsas de baja densidad (10.02 mS/cm) y pañales (10.85 mS/cm) y el porcentaje de humedad siendo el mayor, (10.71%) en los poliestirenos, similar a los pañales (10.61%) y de menor humedad en las bolsas de baja densidad (9.97), observándose diferencias significativas.

- 5.** Los parámetros químicos de los componentes del sustrato producido en la biodegradación de los polímeros permitieron obtener resultados óptimos, observándose diferencias significativas con alto contenido de materia orgánica poliestirenos (89.79%), bolsas de baja densidad (87.18%) y pañales (92.08%), N en poliestireno (1.16%), P (0.41%) y K (0.091%), en bolsas de baja densidad N (1.10%), P (0.39%) y K (0.097%) y en los pañales N (1.20%), P (0.48%) y K (0.101%) realizadas en el laboratorio.

RECOMENDACIONES

1. Con el fin de obtener mejor desarrollo de las larvas se recomienda que se realice a temperatura de 21°C mantenerlos con una humedad adecuada para que no exista deshidratación y no tener larvas muertas.
2. Se recomienda dejar a las larvas con una dieta de 5 días sin ningún alimento al ser puestas en la los polímeros puedan asimilar en mayor cantidad.
3. El sustrato obtenido puede servir como abonos en las tierras de cultivo ya que contiene materia orgánica y nutrientes que las plantas pueden absorber para mantener o aumentar el contenido de estos elementos en el suelo y mejorar el valor nutricional del sustrato.
4. Para que no haya sobre población de estas especies pueden servir como fuente de alimentos de aves.
5. Al llevarlo a gran escala ayudaríamos a que los residuos de polímeros aceleren su proceso de degradación en menor tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, M. Biodegradation and Bioremediation. 2 edición. Academic Press; 1999; Pag.4. [Documento en línea] En V <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v14n1/v14n1a04.pdf>. [Consultado: mayo 12, 2019].
- American Chemistry Council, Inc. (2014). Polystyrene. [Documento en línea] En: https://www.chemicalsafetyfacts.org/wpcontent/uploads/2014/05/082514_ChemSafety_Print-Polystyrene.pdf. [Consultado: junio 08, 2019].
- ANAPE, sf., (2016). Asociación Nacional de Poliestireno Expandido. EPS. [Comunicado de prensa en línea] 5 de mayo de 2016. Airpop, párr.2. En <file:///C:/Users/admin/Downloads/NP2%20lanzamiento%20sites%20de%20anape.pdf>. [Consultado: junio 20, 2019].
- Ayala (2007), Cabrera (s.f), Ibáñez (s.f.), BiD Network (2007), Argueta (2013), Pag.12.
- Barceló, M., (2003). Técnicas instrumentales en bioquímica y biología. [Libro en línea] En <https://www.amazon.es/T%C3%A9cnicas-instrumentales-bioqu%C3%ADmica-Materials-did%C3%A0ctics/dp/8476328087>. [Consultado: abril 18, 2019].
- Bárbaro, L., Karlanian, M y Mata, D. Importancia del Ph y la Conductividad eléctrica en los sustratos para plantas. Argentina. [Documento en línea]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_inta_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf. [Consultado: mayo 30, 2019].
- Barrientos, J., y Abelló, P., (2004). Curso Práctico de Etimología. Barcelona: Servei de Publicacions. [Documento en línea] En <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7261/1/QT06033.pdf>.
- Bravo Valencia, L. J., & Escobar Victoria, Á. M. (2019). Evaluación dinámica del impacto ambiental del impuesto nacional al consumo de las bolsas plásticas y sus alternativas de reemplazo.

- Bilski E. (S.F.). "Características de los Polímeros". Disponible [en línea]. En: <https://www.caracteristicass.de/polimeros/>. [Consulta: agosto 08, 2019].
- Cabezas, F.A., (1996). Introducción a la Entomología. Primera edición. México: Editorial trillas S.A de C.V. C.P. 03340. 150pp. [libro en línea] En <https://es.slideshare.net/jesusmph/introduccion-a-la-entomologia-cabezas-melara-fidel-a> [Consulta: mayo 04, 2019].
- Cabrera, A. (2011). El Tenebrio molitor. España [en línea] En <http://www.aviarioangelcabrera.com/articulos/tenebrios.htm>. [Consultado: mayo 21, 2019].
- Cerda, J. (2010). Glosario de términos utilizados en evaluación económica de la salud. Revista médica de Chile, vol. 138, p. 76-78. [Libro en línea] https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872010001000003.
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20.
- Coronado y Márquez, (1986). Introducción a la entomología. 1º edición. Editorial Limusa. México D. F. [Libro en línea] En <https://www.academia.edu/35844422/Tenebrio>. [Consultado: mayo 25, 2019].
- Daniel, A. "Método de Polimerización". Academia.edu. [en línea]. https://www.academia.edu/32463543/M%C3%A9todos_de_Polimerizaci%C3%B3n [Consulta: Julio 22, 2019].
- Daviran, P. A., (2017). Biodegradación de la Espuma de Poliestireno por la larva del Tenebrio molitor para la producción de Abono. Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental. Universidad Cesar vallejo, Lima. 116pp. [Tesis en línea]. En http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/22578/Daviran_YP.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consulta: mayo 10, 2019].
- Davies, R. G., (1989). Introducción a la entomología. España: Séptima edición. ISBN 9788471143198. 446pp. [libro en línea] En <https://www.casadellibro.com/libro-introduccion-a-la-entomologia/9788471143198/314604>. [Consulta: abril 14, 2019].

- Downes, (1965). Adaptions of insects in the arctic. Vol. 10. Ottawa, Ontario Canadá. [Libro en línea] En <https://www.academia.edu/35844422/Tenebrio>. [Consulta: abril 29, 2019].
- Fernández Ávila, F. E. J. Efecto de la Temperatura sobre las Propiedades Mecánicas y Estructurales de Elastómeros Comerciales. [en línea]. En <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/2828> [Consulta: enero 12, 2020].
- Frías, A.; Lema, I. y García, A. (2003) La situación de los envases de plástico en México. Gaceta ecológica, N° 69, p. 67-82. [Libro en línea] En <https://es.scribd.com/document/381567495/FSDFES-pdf>. [Consulta: abril 29, 2019].
- García, D; (2018). Ácido Acrílico o Acrilatos. <https://www.monografias.com/trabajos95/funcion-poliacrilato-sodio/funcion-poliacrilato-sodio.shtml>
- Góngora, J.P. (2014). El reciclaje en México. El comercio exterior [Revista en línea]http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/757/2/reciclaje_mexico.pdf. [Consulta: mayo 04, 2019].
- Greenpeace, L. (2019). La producción global de plásticos se ha disparado en los últimos 50 años, y en especial en las últimas décadas. De hecho, en los últimos diez años hemos producido más plástico que en toda la historia de la humanidad. ONG. [Revista en línea]. En <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/>. [Consulta: julio 18, 2019].
- Gutierrez, J.G, (2013). Biodegradación de Polietileno de Baja Densidad por Consorcios Microbianos. Tesis para optar el grado de Biólogo. FES, Zaragoza, México D.F. 53pp. [Tesis en línea]. En https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wpcontent/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_gutierrez_pescador.pdf [Consulta: Junio 16, 2019].
- Gutiérrez Alvarez, A. I. (2019). Biodegradación de Polietileno de Baja Densidad Utilizando Hongos, Bacterias y Consorcios Microbianos Aislados del Botadero Municipal de Tacna. [en línea]. En <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1269> [Consulta: enero 12, 2020].
- Hernández, R. Metodología de la investigación. Santa Fe: 2014 [Libro en línea]. En

- <http://upla.edu.pe/portal/wpcontent/uploads/2017/01/Hern%C3%A1ndez-R.-2014-Metodologia-de-la-Investigacion.pdf.pdf> ISBN: 978-1-4562-2396-0. [Consulta: junio 23, 2019].
- Ho, Roberts, T.K., & Lucas, S. (2017) An overview on biodegradation of polystyrene and modified polystyrene: the microbial approach, *Critical Reviews in Biotechnology*, 38:2, 308-320, DOI: 10.1080/07388551.2017.1355293. [Libro en línea]. En <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7261/1/QT06033.pdf>. [Consulta: junio 23, 2019].
- Huerta, Elmer. Los plásticos y la salud humana ambiental. *El Comercio*. 2 de febrero del 2015. [Periódico en línea]. Disponible en: http://www.actualidadambiental.pe/wpcontent/uploads/2015/02/elcomercio_2015-02-02_14.pdf. [Consulta: junio 20, 2019]
- IICA. (1972). Curso de comercialización y manejo de granos para técnicos del ministerio de la producción del ecuador. Quito. [Revista en línea] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7261/1/QT06033.pdf>. [Consulta: junio 20, 2019].
- Jaramillo, G. y Zapata, L., (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia, para optar el título de Especialistas en Gestión Ambiental. [Tesis en línea]. [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/Aprovechamiento%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20org%C3%A1nicos%20en%20Colombia.pdf). [Consulta: junio 18, 2019]
- Supo, J., ANOVA para el análisis de la Repetibilidad y Reproducibilidad [Bioestadística en línea]. En <http://bioestadistico.com/youtube> Facebook y <http://facebook.com/bioestadistico> Twitter. [Consulta: Junio 22, 2019]
- Jordan, R. (2015). Plastic-eating worms may offer solution to mounting waste, *Stanford researchers discover*. [en línea] En <http://news.stanford.edu/pr/2015/pr-wormsdigest-plastics-092915.html>. [Consulta: junio 16, 2019].
- Labeaga. A., (2018). Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones. Facultad de Ciencias. UNED. [libro en línea]. En http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga/Labeaga_Viteri_Aitziber_TFM.pdf. [Consulta: Julio 18, 2019].

- Luzardo, M., Aguilar, A. Y Núñez, J. (2014). 1 Edición. ISBN: 9783848462353, 104 p. [libro en línea]. <https://www.agricolajerez.com/es/product/estimacion-puntual>. [Consulta: Julio 18, 2019].
- Mendoza 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. [en línea]. En <https://hdl.handle.net/20.500.13080/4894> [Consulta: agosto diciembre, 2021].
- Miranda, J.L, (2015). Reacciones y sus mecanismos en la degradación de polímeros. Tesis para optar el grado de Ingeniero Químico Petrolero. IPN, México D.F. 77pp. [Tesis en línea]. En <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18230/25-1-16842.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consulta: Mayo 08, 2019].
- MINAM. (2012). Glosario de políticas. Ministerio Nacional del Ambiente, Glosario de términos para la formulación de proyectos ambientales, Perú. [Proyecto en línea]. En <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>. [Consulta: junio 10, 2019].
- Morales I., M. (2007). Los biofertilizantes. Una alternativa productiva, económica y sustentable. Rev. Estud. Agr. 36: 93-119. [Artículo en línea]. En <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n1/2395-8030-tl-36-01-49.pdf>. [Consulta: mayo 08, 2019].
- Moreno, A. A. (2005). Entomología agraria: Los parásitos animales de las plantas cultivadas. Edición póstuma. Universidad de Córdoba, Soria, 299 pp. [Artículo en línea]. En https://socmexent.org/entomologia/revista/2017/AGRO/Em0332017_55-60.pdf [Consulta: mayo 30, 2019].
- Morillo-Velarde Martínez, L. (2021). Efectos potenciales de los microplásticos en la salud humana.

- Navarro. G. s.f. El Tenebrio Molitor [Artículo en línea]. En <http://aviarioangelcabrera.com/articulos/tenebrios.htm> [Consulta: junio 22, 2019].
- National Toxicology Program de Estados Unidos (2015). Department of Health and Human Services. [en línea]. En <https://www.elindependiente.com/futuro/2017/06/04/experimentacion-animal-los-cientificos-somos-los-primeros-que-queremos-evitarla/>. [Consulta: junio 09, 2019].
- Negrín, (2007) Sonia, et al. Enseñanza popular de la biotecnología. Biotecnología aplicada, vol. 1, no 24, p. 53-57. [Artículo en línea]. En cielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025743142017000100008 [Consulta: mayo 08, 2019].
- Nova Chemicals. Expandable Polystyrene. Estados Unidos:(2005). 7-8pp [en línea]. En http://www.novachem.com/Product%20Documents/DYLITEEPS_Guide_AMER_EN.pdf [Consulta: abril 12, 2019].
- Osorio, G., (2007). Buenas Prácticas Agrícolas [BPA] y Buenas Prácticas de Manufactura [BPM] -CORPOICA-, La Selva. 8p. [Manual técnico en línea]. En <http://www.fao.org/3/a-a1525s.pdf>. [Consulta: Mayo 15, 2019]
- Programa de Fertilizantes de la FAO. World Fertilizer use Manual, 1992, IFA, París, 632p. [en línea]. En <http://www.fertilizer.org>, también disponible en versión CD. 8p. [Consulta: mayo 18, 2019]
- Raimond. B y Seymour, E (1995). “Introducción a la química de los polímeros”, Editorial Reverté. S.A Barcelona; ISBN 978-84-291-7926-2. 742.p. [en línea] En https://www.reverte.com/libro/introduccion-a-la-quimica-de-los-polimeros_91488/ [Consulta: julio 22, 2019].
- Ramos, J. y Elorduy, B. (1987) ¿Los insectos se comen? Ciencia de boleto; (p.12) ISBN 978-607-02-0782-2 Primera edición, [Libro en línea]. En http://www.dgdc.unam.mx/assets/cienciaboleto/cb_09.pdf. [Consulta: mayo 23, 2019].
- Revilla, S. M., (2018). Eficiencia del Homogenizado Proveniente del Tracto Digestivo de la Galleria Mellonella en la Biodegradación de dos Tipos de Polietileno de Baja Densidad. Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental. Universidad Cesar vallejo, Lima. 91pp. [Tesis en línea]. En

- repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20217/Revilla_TSM.pdf?sequence. [Consulta: junio 19, 2019].
- Ricardo, C. (1972). Introducción a la entomología, morfología y taxonomía de los insectos centro regionales de ayuda técnica. México, Buenos Aires. Agencia para el desarrollo internacional. p 160. [Documento en línea] En http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1440.pdf [Consultado: abril 08, 2019].
- Rivas Sánchez, J.M. (2020). Capacidad Biodegradativa de la Cucaracha Periplaneta americana (LINNAEUS, 1758) Sobre la Bolsa Plástica e el Film para la Elaboración de Abono. [en línea]. En <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1880> [Consulta: mayo 29, 2021].
- Salazar J; (2016). Los Plásticos y la Industria de Plásticos en el Perú del Sector Plástico; Sociedad Nacional de Industrias de Plásticos - comité de plásticos Lima, jul. 13. Presidente del Comité de Plásticos de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI). Andina, Agencia Peruana de noticias. Disponible [en línea]. En: <http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/sni-presentacion.pdf> y http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_63_186_28_557.pdf . [Consulta: junio 29, 2019].
- Segura, D; Noguez, R; Espín, G. (2017). Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. Biotecnología V14 CS3. indd, p. 361-372. [en línea]. En http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_31.pdf. [Consulta: mayo 14, 2019].
- Scott. P. (1998). “Introducción a la investigación y evaluación educativa”, p. 4. [Consulta: mayo 08, 2019].
- Soto, H., (2003). Gusanos de la Harina (larvas de Tenebrio molitor. El canario uruguayo. Uruguay. [en línea]. En <https://www.academia.edu/35844422/Tenebrio>. [Consulta: mayo 11, 2019].
- Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. Importación de los principales insumos de la industria plástica [en línea]. En www.aduanet.gob.pe. [Consulta: junio 16, 2019]. Sitio web:

https://www.chemicalsafetyfacts.org/wpcontent/uploads/2014/05/082514_ChemSafety_Print-Polystyrene.pdf. [Consulta: mayo 08, 2019].

Vishnivetskaya, T.A., Kathariou, S., Tiedje, J.M. (2009). The *Exiguobacterium* genus: biodiversity and biogeography. *Extremophiles*, 13(3):541-55. DOI. 10.1007/s00792009-0243-5. [Libro en línea]. En <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-mexicana-biodiversidad-91-articulo-effect-seasonality-physicochemical-parameters-on-S187034531730129X>. [Consulta: Mayo 19, 2019].

Yang, Y., Yang, J., Wu, W-M., Zhao, J., Song, Y., Gao, L., Yang, R., and Jiang, L. (2015). Biodegradation and Mineralization of Polystyrene by Plastic-Eating Mealworms: Part 1. Chemical and Physical Characterization and Isotopic Tests. *Environmental Science & Technology*, 4-18pp: 12080-12086. DOI: 10.1021/acs.est.5b02661. [en línea]. En <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25384056>. [Consulta: abril 28, 2019].

ANEXOS

ANEXO 1

Resolución de aprobación del proyecto de investigación

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 905-2019-CF-FI-UDH

Huánuco, 09 de Setiembre de 2019

Visto, el Oficio N° 602-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente a **Verenisa Nohely, CONDEZO BETETA**, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 529-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2423-19, del Programa Académico de, Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por **Verenisa Nohely, CONDEZO BETETA**, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 602-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 09 de Setiembre de 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **APROBAR**, el Proyecto de Investigación Titulado: "EFICIENCIA DE LAS LARVAS Tenebrio molitor EN LA BIODEGRADACIÓN DE POLIMEROS, HUÁNUCO 2019" presentado por **Verenisa Nohely, CONDEZO BETETA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHANNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO OCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ANEXO 2

Resolución de cambio de asesor de tesis

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 786-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de abril de 2022

Visto, el Oficio N° 330-2022-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 342515-0000001370, del Bach. **Verenisa Nohely CONDEZO BETETA**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 342515-0000001370, presentado por el (la) Bach. **Verenisa Nohely CONDEZO BETETA**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, y;

Que, con Resolución N° 644-2019-D-FI-UDH, de fecha 08 de julio de 2019, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Verenisa Nohely CONDEZO BETETA** al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva, el mismo que no cuenta con el grado de maestro y que para el Registro Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI, es requisito que el asesor cuente con dicho grado, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 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. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 644-2019-D-FI-UDH, de fecha 08 de julio de 2019.

Artículo Segundo.- DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **Verenisa Nohely CONDEZO BETETA** al Mg. Cristian Joel Salas Vizcarra, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/vto

ANEXO 3

Matriz de consistencia

TÍTULO: “EFICIENCIA DE LAS LARVAS *Tenebrio molitor* EN LA BIODEGRADACIÓN DE POLIMEROS, HUÁNUCO; 2019”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	PRINCIPALES VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DE CALIBRACIÓN		TIPO DE INVESTIGACIÓN	
¿Cuál es la eficiencia de las larvas del <i>Tenebrio molitor</i> en la biodegradación de polímeros, Huánuco; 2019?	Determinar la eficiencia de las larvas del <i>Tenebrio molitor</i> en la biodegradación de polímeros, Huánuco; 2019	Existe diferencia en la eficiencia de las larvas del <i>Tenebrio molitor</i> en la biodegradación de polímeros, Huánuco; 2019.	Eficiencia de las larvas <i>Tenebrio molitor</i>	Poliestireno	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN Cuantitativo	
					NIVEL DE INVESTIGACIÓN Aplicativo	
				Bolsas de baja densidad	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Experimental - Análisis de la Varianza con un factor Inter sujeto	
				Pañales	Esquema: Factor politómico 	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE EVALUATIVA		DIMENSIONES	MUESTRA E INSTRUMENTOS	
¿Cuál es la eficiencia de las larvas <i>Tenebrio molitor</i> en la biodegradación de poliestireno?	Evaluar la eficiencia de las larvas <i>Tenebrio molitor</i> en la biodegradación del poliestireno.	Biodegradación de polímeros		Parámetros físicos	MUESTRA • 0.231g de espuma de poliestireno de densidad D10, • 0.231g de bolsas de baja densidad • 0.231g de pañales. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS • Ficha de observación • Balanza electrónica • Termómetro • Potenciómetro • Conductímetro • Espectrofotómetro de absorción atómica	
¿Cuál es la eficiencia de las larvas <i>Tenebrio molitor</i> en la biodegradación en bolsas de baja densidad?	Evaluar la eficiencia de las larvas <i>Tenebrio molitor</i> en la biodegradación en bolsas de baja densidad.					
¿Cuál es la eficiencia de las larvas <i>Tenebrio molitor</i> en la biodegradación de pañales?	Evaluar la eficiencia de las larvas <i>Tenebrio molitor</i> en la biodegradación de pañales.					
¿Cuáles son los parámetros físicos de los componentes de las excretas de las larvas?	Determinar los parámetros físicos de los componentes del sustrato producido en la descomposición de los polímeros.			Parámetros químicos		
¿Cuáles son los parámetros químicos de los componentes de las excretas de las larvas?	Determinar los parámetros químicos de los componentes del sustrato producido en la descomposición de los polímeros.					

ANEXO 4
Ficha de observación

DATOS PERSONALES													
FACULTAD		PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL											
APELLIDOS Y NOMBRES		CONDEZO BETETA, Verónica Nohely											
UBICACIÓN		Jr. José Carlos Mariátegui, Mx: X Lt.											
VARIABLE DE CALIBRACIÓN		"EFICIENCIA DE LAS LARVAS <i>Tenebrio molitor</i> EN LA BIODEGRADACIÓN DE POLIMEROS, HUÁNUCO; 2019"											
TRATAMIENTO		EFICIENCIA DE LAS LARVAS <i>TENEbrio MOLITOR</i>											
MUESTRAS	FECHA INICIO	Selección 06/10/19 ▶ Data											
		Cantidad inicial de tenebrio (Numérico)	Cantidad final de tenebrio (Numérico)	Variación de la cantidad de tenebrio (Numérico)	Masa inicial de tenebrio (g)	Masa final de tenebrio (g)	Variación de biomasa de tenebrio (g)	Tamaño inicial de tenebrio (cm)	Tamaño final de tenebrio (cm)	Variación de tamaño de tenebrio (cm)	Excreta producida (g)	Tiempo de alimentación (Días)	FECHA FINAL
1 PIRESTIRENO	12-10-19	20	19	1	0.021	0.185	0.164	1.5	3.6	2.1	0.0199	45	26-11-19
	12-10-19	10	10	0	0.022	0.186	0.164	1.5	3.7	2.2			26-11-19
	12-10-19	10	8	2	0.024	0.186	0.162	1.6	4.0	2.4			26-11-19
	12-10-19	20	20	0	0.026	0.188	0.162	1.7	4.8	3.1			26-11-19
	12-10-19	10	9	1	0.027	0.188	0.161	1.8	4.8	3.0			26-11-19
2 BOLSAS DE BAJA DENSIDAD	12-10-19	20	16	4	0.021	0.085	0.064	1.5	1.8	0.3	0.0044	45	26-11-19
	12-10-19	10	9	1	0.022	0.092	0.070	1.5	2.3	0.8			26-11-19
	12-10-19	10	8	2	0.024	0.102	0.078	1.6	2.4	0.8			26-11-19
	12-10-19	20	17	3	0.026	0.118	0.092	1.7	2.5	0.8			26-11-19
	12-10-19	10	7	3	0.027	0.123	0.096	1.8	2.8	1.0			26-11-19
3 PAÑALES	12-10-19	20	17	3	0.021	0.178	0.157	1.5	3.6	2.1	0.0171	45	26-11-19
	12-10-19	10	9	1	0.022	0.179	0.157	1.5	4.0	2.5			26-11-19
	12-10-19	10	9	1	0.024	0.181	0.157	1.6	4.0	2.4			26-11-19
	12-10-19	20	18	2	0.026	0.183	0.157	1.7	4.5	2.8			26-11-19
	12-10-19	10	9	1	0.027	0.186	0.159	1.8	4.6	2.8			26-11-19

ANEXO 5
Ficha de observación

DATOS PERSONALES	
FACULTAD	PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL
APELLIDOS Y NOMBRES	CONDEZO BETETA, Verenisa Nohely
UBICACIÓN	Jr. José Carlos Mariátegui. Mx: X LT.

VARIABLE EVALUATIVA		BIODEGRADACIÓN DE POLÍMEROS											
TRATAMIENTO	FECHA	PARÁMETROS FÍSICOS								PARÁMETROS QUÍMICOS			
		Contenido de humedad Base húmeda (%)	C.E (mS/cm)	Temperatura (°C)	Cantidad de polímero inicial (g)	Consumo de polímero (g)	Variación de consumo (g)	Sustrato producido	Degradación de polímeros (%)	pH	K (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)
1 PILIESTIRENO	12-10-19	10.71	11.28	25°C	0.256	0.0410	0.199	0.0199	86.15	5.70	0.091	1.16	0.41
					0.029	0.0020							
	26-11-19				0.246	0.0310							
					0.389	0.0650							
					0.233	0.0210							
2 BOLSAS DE BAJA DENSIDAD	12-10-19	9.97	10.02	25°C	0.296	0.2340	0.044	0.0044	19.05	5.75	0.097	1.10	0.39
					0.013	0.0040							
	26-11-19				0.245	0.2011							
					0.349	0.2639							
					0.251	0.2320							
3 PAÑALES	12-10-19	10.61	10.85	25°C	0.321	0.1000	0.170	0.0170	73.59	5.86	0.101	1.20	0.48
					0.234	0.0820							
	26-11-19				0.132	0.0132							
					0.327	0.1011							
					0.143	0.0100							

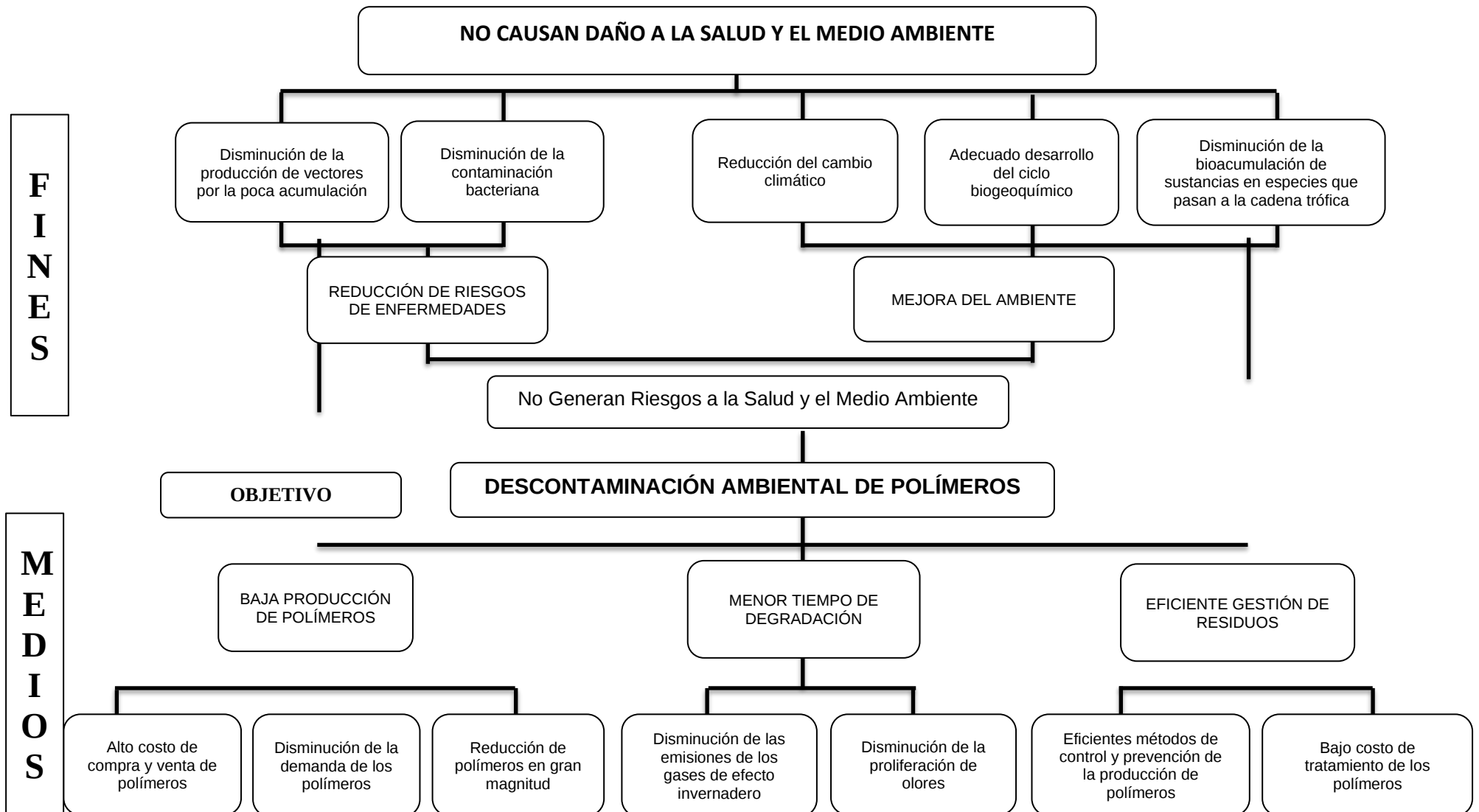
ANEXO 6

Diagrama de causa -efecto



ANEXO 7

Diagrama de medios y fines



ANEXO 8

Fotografía de la ejecución del proyecto

FASES DEL *Tenebrio molitor*

Etapa larvaria



Etapa de pupa



Etapa de escarabajo joven



Etapa de escarabajo adulto



CRianza DEL *Tenebrio molitor*

Crianza de larvas en alimentos con galleta y harina hasta para su multiplicación.



SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE POLÍMEROS (masas)

Selección de larvas



Muestra de poliestireno



Muestra de bolsas de baja densidad



Muestra de pañales



SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS DEL *Tenebrio molitor*

Masa promedio de larvas de 0.024g.



Tamaño promedio de larvas de 1.62cm



Dieta por un promedio de 6 días para el cambio de alimentos



**HABILITACIÓN DE LOS PROTOTIPOS CON LARVAS *Tenebrio molitor*
EN 5 REPETICIONES**



Muestra con poliestireno



Muestra con bolsas de baja densidad



FOTO N.º 15:

Muestra con pañales



HABILITACIÓN DEL HABITAD DEL *Tenebrio molitor* CON UNA TEMPERATURA DE 25°C

Muestra de poliestireno a 25°C



Muestra de bolsas de baja densidad A 25°C



Muestra de bolsas de baja densidad a 25°C



DETERMINACIÓN DE CONSUMO DE POLÍMEROS EN 45 DÍAS DE TRATAMIENTO

Consumo de poliestireno (tecnopor)



Consumo de bolsas de baja densidad



Consumo de pañales



Sustrato obtenido



Tamaño de larvas en centímetros (cm)



MEDICIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EL TRATAMIENTO

Masa de larvas en gramos (g).



Medición de la cantidad de polímeros degradados durante el tratamiento



MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS

Muestra en la estufa



Determinación de la humedad y cenizas



MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS

Preparación de las muestras para determinar el pH



Medición del pH con el potenciómetro



ANEXO 9

Resultados del laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531

analisisdesuelos@hotmaill.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: CONDEZO BETETA VERENISA NOHELY				PROCEDENCIA: Sector 3 SAN LUIS - AMARILIS - HUANUCO							
DATOS DE LA MUESTRA		C.E. mS/cm	PH 1.4	RESULTADOS EN BASE HUMEDA			RESULTADOS EN BASE SECA				
Código	Referencia			Humedad Hd (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)
M1059-1	SUSTRATO POLIESTIRENO	11.28	5.70	10.71	80.17	9.12	89.79	10.21	1.16	0.41	0.091
M1059-2	SUSTRATO DE BOLSAS DE BAJA DENSIDAD	10.02	5.75	9.97	78.49	11.54	87.18	12.82	1.10	0.39	0.097
M1059-3	SUSTRATO PAÑALES	10.85	5.86	10.61	82.31	7.08	92.08	7.92	1.20	0.48	0.101

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0637729

Tingo María 20 de diciembre 2019

[Firma manuscrita]



MÉTODOS ANALÍTICOS

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO
EXTRACTO	VIA SECA DIGESTIÓN ACIDA - HCl	HUMEDAD	ESTUFA 105° C MEMERT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE MACROELEMENTOS: Ca, Mg, K, Na	EAA VARIAN ALEMANIA	CENIZAS	MUFLA 680° C THERM CONCEPT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE FÓSFORO	METAVANADATO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS: Fe, Mn, Zn, Cu	EAA VARIAN ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE AZUFRE	TURBIDIMETRÍA DEL SULFATO DE BARIO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE BORO	COLORIMETRÍA CON AZOMETINA-H ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA
CADMIO TOTAL Y PLOMO TOTAL	EAA VARIAN ALEMANIA	N TOTAL	KJENDHAL BUCHI ALEMANIA
CARBONATOS	NEUTRALIZACIÓN ACIDA HCl 0.5N NaOH 0.25N	NITRÓGENO AMONICAL Y DE NITRATOS	NTE INEN 0226: FERTILIZANTES.
PH	PH-METRO SARTORIUS ALEMANIA	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA mS/cm	PROPORCION AGUA : MUESTRA 5 : 1

ANEXO 10 Planos de ubicación

