

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TESIS

**“Comparación de la capacidad degradativa de la cucaracha
Periplaneta americana para descomponer residuos orgánicos
de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL

AUTOR: Rosario Gusman, Christian Jhonatan

ASESOR: Vásquez Baca, Yasser

HUÁNUCO – PERÚ

2026



TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geología

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniería ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71695248

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42108318

Grado/Título: Título con carácter provisional del título universitario oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-7136-697X

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Camara Llanos, Frank Erick	Doctor en ciencias de la salud	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Arteaga Vega, Adderlin	Doctor en gestión empresarial	46018561	0000-0003-2701-0594
3	Daga Mendoza, Mercy Yandy	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	46654021	0009-0009-0252-8304



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

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 15:30 horas del día 05 del mes de mayo del año 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Dr. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Dr. Adderlin Arteaga Vega (Secretario)
- Mg. Mercy Yandy Daga Mendoza (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0676-2026-D-FI-UDH** para evaluar la Tesis intitulada: **"Comparación de la capacidad degradativa de la cucaracha Periplaneta americana para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025"**, presentado por el (la) Bach. **ROSARIO GUSMAN, CHRISTIAN JHONATAN** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado*... Por *mayoría*... con el calificativo cuantitativo de *12*... y cualitativo de *suficiente*... (Art. 47)

Siendo las *17:33*... horas del día *05*... del mes de *mayo*... del año *2026*..., los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Dr. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente

Dr. Adderlin Arteaga Vega
DNI: 46018561
ORCID: 0000-0003-2701-0594
Secretario

Mg. Mercy Yandy Daga Mendoza
DNI: 46654021
ORCID: 0009-0009-0252-8304
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: CHRISTIAN JHONATAN ROSARIO GUSMAN, de la investigación titulada "Comparación de la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025", con asesor(a) YASSER VÁSQUEZ BACA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1455-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 13 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 20 de abril de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Jr. Hermilio Valdizán N° 871 - Jr. Progreso N° 650 - Teléfonos: (062) 511-113
Telefax: (062) 513-154
Huánuco - Perú

88. CHRISTIAN JHONATAN ROSARIO GUSMAN.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	2%
3	www.plagas10.com Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	docslib.org Fuente de Internet	1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y la confianza depositada en mí durante toda mi formación profesional.

A mis docentes de la Facultad de Ingeniería, quienes con su ejemplo y enseñanza inspiraron mi vocación por la investigación y la protección del ambiente.

AGRADECIMIENTO

A la **Universidad de Huánuco**, especialmente a la Facultad de Ingeniería y al Programa Académico de Ingeniería Ambiental, por brindarme la formación académica y los recursos necesarios para llevar a cabo la presente investigación.

A mi asesor de tesis, por su orientación, dedicación y valiosas observaciones que guiaron cada etapa de este trabajo.

Finalmente, agradezco a todos quienes contribuyeron de manera directa o indirecta en la realización de esta investigación, en especial a los espacios y condiciones de estudio que permitieron el desarrollo de los experimentos y análisis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO I	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.3. OBJETIVOS	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES REGIONALES	22
2.2. BASES TEÓRICAS	24
2.2.1. CAPACIDAD DEGRADATIVA DE LA CUCARACHA PERIPLANETA AMERICANA	24
2.2.2. CICLO BIOLÓGICO DE LA CUCARACHA PERIPLANETA AMERICANA	29

2.2.3.	IMPORTANCIA DE LAS CUCARACHAS COMO PLAGAS URBANAS	33
2.2.4.	ASPECTOS NEGATIVOS DE LAS CUCARACHAS	33
2.2.5.	DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL	34
2.2.6.	TIPOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	35
2.2.7.	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	37
2.2.8.	RESIDUOS QUE SON ORGÁNICOS	37
2.2.9.	TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS SEGÚN SU GENERACIÓN	38
2.2.10.	DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS.....	39
2.2.11.	PROPIEDADES FÍSICAS QUE PRESENTAN LOS RESIDUOS SÓLIDOS	39
2.2.12.	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS ...	42
2.2.13.	PROBLEMÁTICA DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS	42
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	44
2.4.	HIPÓTESIS.....	45
2.5.	VARIABLES.....	45
2.5.1.	VARIABLE DE CALIBRACIÓN	45
2.5.2.	VARIABLE EVALUATIVA	45
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	46
CAPÍTULO III.....		47
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		47
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.1.1.	ENFOQUE.....	47
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL.....	47
3.1.3.	DISEÑO.....	48
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	50
3.2.1.	POBLACIÓN.....	50
3.2.2.	MUESTRA.....	50
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	51
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	54
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	55
CAPÍTULO IV	56
RESULTADOS	56
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	56
4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL	72
CAPÍTULO V	76
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	76
5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	76
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la Periplaneta americana.....	25
Tabla 2 Humedad de los residuos	41
Tabla 3 Operacionalización de variables	46
Tabla 4 Coordenadas de la tesis	50
Tabla 5 Técnicas e instrumentos	51
Tabla 6 Peso residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana.....	56
Tabla 7 Volumen residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana.....	58
Tabla 8 Humedad residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana.....	60
Tabla 9 Altura residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana.....	62
Tabla 10 Variación del peso residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a Periplaneta americana.....	64
Tabla 11 Variación del volumen residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a Periplaneta americana	66
Tabla 12 Variación de la humedad residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a Periplaneta americana	68
Tabla 13 Variación de la altura residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a Periplaneta americana.....	70
Tabla 14 Prueba de T de Student sobre porcentajes de reducción de peso obtenidos a los 56 días	72
Tabla 15 Prueba t para la igualdad de medias en Reduccion_Peso	73
Tabla 16 Prueba de T de Student sobre porcentajes de reducción de volumen obtenidos a los 56 días	73
Tabla 17 Prueba t para la igualdad de medias en Reduccion_Volumen	74
Tabla 18 Diferencias estadísticamente significativas entre los residuos de origen animal y vegetal.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Morfología de la cucaracha Periplaneta americana	26
Figura 2 Patas de la cucaracha Periplaneta americana	28
Figura 3 Sistema digestivo de la cucaracha Periplaneta americana	28
Figura 4 Huevos de la cucaracha Periplaneta americana	30
Figura 5 Ninfa de la cucaracha Periplaneta americana	31
Figura 6 Adulto de la cucaracha Periplaneta americana	32
Figura 7 Diseño del criadero de la Cucaracha Periplaneta americana	49
Figura 8 Peso residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana.....	57
Figura 9 Volumen residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana.....	59
Figura 10 Humedad residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana	61
Figura 11 Altura residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana.....	63
Figura 12 Variación del peso residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a Periplaneta americana.....	65
Figura 13 Variación del volumen residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a Periplaneta americana	67
Figura 14 Variación de la humedad residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a Periplaneta americana	69
Figura 15 Variación de la altura residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a Periplaneta americana	71

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo comparar la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025. La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel analítico y prospectivo, y diseño experimental verdadero con dos grupos experimentales: residuos vegetales (GE1) y residuos animales (GE2), ambos intervenidos con 50 cucarachas durante 56 días. La población estuvo conformada por residuos orgánicos recolectados en una vivienda del distrito de Amarilis – Huánuco, y la muestra por 0.48 kg divididos equitativamente en ocho criaderos (cuatro por grupo). Se aplicaron técnicas de observación directa, empleando instrumentos como balanza, regla, higrómetro y recipientes calibrados para medir peso, volumen, humedad y altura de los residuos. Los datos fueron procesados en el programa SPSS v24, utilizando estadística descriptiva e inferencial (prueba t de Student). Los resultados mostraron una reducción promedio de 96.98% en residuos vegetales y 82.45% en residuos animales, confirmando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Se concluyó que *Periplaneta americana* presentó una mayor eficiencia biológica para degradar residuos vegetales, debido a su estructura menos densa y mayor contenido fibroso, lo que facilitó su fragmentación, pérdida de humedad y compactación. En conjunto, se determinó que la cucaracha *Periplaneta americana* constituye un agente bioconvertidor viable y sostenible para el tratamiento ecológico de residuos orgánicos, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y al aprovechamiento de la materia orgánica.

Palabras clave: *Periplaneta americana*, Descomposición, Residuos Orgánicos, Capacidad Degradativa, Bioconversión.

ABSTRACT

The study aimed to compare the degrading capacity of the cockroach american periplanet in the decomposition of organic waste of animal and plant origin. The research was applied, with a quantitative approach, analytical and prospective level, and a true experimental design with two experimental groups: plant residues (GE1) and animal residues (GE2), both exposed to 50 cockroaches for 56 days. The population consisted of organic waste collected from a household in the district of Amarilis – Huánuco, and the sample included 0.48 kg divided equally into eight breeding containers (four per group). Direct observation techniques were applied using instruments such as a balance, ruler, hygrometer, and calibrated containers to measure weight, volume, moisture, and height of the residues. Data were processed using SPSS v24, applying descriptive and inferential statistics (Student's t-test). Results showed an average reduction of 96.98% in plant residues and 82.45% in animal residues, confirming statistically significant differences ($p < 0.001$). It was concluded that american periplanet exhibited a higher biological efficiency in degrading plant residues due to their lower density and higher fibrous content, which facilitated fragmentation, moisture loss, and compaction. Overall, the study determined that the cockroach american periplanet constitutes a viable and sustainable bioconverter agent for the ecological treatment of organic waste, contributing to environmental impact reduction and organic matter recovery.

Keywords: American periplanet, decomposition, organic waste, degrading capacity, bioconversion.

INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de los residuos sólidos constituye una de las problemáticas ambientales más críticas a nivel mundial, nacional y local. En el Perú, el 50.9% de los residuos municipales corresponde a materia orgánica (MINAM, 2012), lo que evidencia la necesidad de implementar alternativas sostenibles para su valorización. En Huánuco, la generación promedio alcanza 0.44 kg/hab./día, de los cuales aproximadamente el 79% es materia orgánica (MINAM & SINIA, 2017). La mayoría de estos residuos es dispuesta en el relleno sanitario de Chilipampa, generando impactos ambientales como formación de lixiviados, emisiones de gases de efecto invernadero y presión sobre la capacidad operativa del sitio de disposición final.

En este contexto, los procesos de bioconversión mediante el uso de insectos han emergido como alternativas innovadoras para reducir el volumen de residuos orgánicos. Entre las especies con potencial degradador se encuentra *Periplaneta americana*, un insecto capaz de procesar materia orgánica diversa debido a su fisiología digestiva, su alta tasa de consumo y su adaptabilidad a distintos tipos de sustrato. Aunque tradicionalmente es considerada una plaga, su capacidad de transformar residuos orgánicos la convierte en un organismo bioconvertidor con potencial aplicación en programas de gestión ambiental.

El problema central que aborda esta investigación es la elevada cantidad de residuos orgánicos generados en viviendas del distrito de Amarilis y la limitada valorización de los mismos, lo que contribuye a su acumulación e impactos ambientales asociados. Para responder a esta problemática, el estudio se planteó como objetivo general comparar la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* en la descomposición de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Asimismo, se formularon objetivos específicos orientados a monitorear la variación del peso, volumen, humedad y altura de los residuos durante el proceso de degradación.

De manera sintética, los resultados demostraron que *Periplaneta americana* presentó una mayor eficiencia degradativa sobre los residuos vegetales, alcanzando reducciones superiores en peso, volumen y humedad respecto a los residuos animales. La prueba t de Student confirmó diferencias

estadísticamente significativas entre ambos tipos de residuos, evidenciando una capacidad biológica más efectiva sobre el material vegetal. Estos hallazgos posicionan a la especie como un agente bioconvertidor sostenible con potencial aplicación en la gestión de residuos domiciliarios.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El manejo inadecuado de los residuos sólidos orgánicos constituye una problemática ambiental persistente en el Perú. De acuerdo al Ministerio del Ambiente, en el país se generan 21 000 toneladas diarias de residuos sólidos, de los cuales aproximadamente el 52% corresponde a materia orgánica (MINAM, 2024). A pesar de su alto potencial de aprovechamiento, la mayor parte de estos residuos termina en rellenos sanitarios o botaderos, incrementando la contaminación del suelo, agua y aire.

En el departamento de Huánuco, los registros del Sistema Nacional de Información Ambiental indican que la generación per cápita alcanza aproximadamente 0.50 kg/hab./día, siendo la fracción orgánica la predominante con más del 70% de los desechos domiciliarios (SINIA, 2023). Estos residuos se disponen principalmente en el relleno sanitario de Chilipampa, cuya capacidad se encuentra en proceso de saturación, generando riesgos asociados a lixiviados, emisión de olores, proliferación de vectores y gases de efecto invernadero.

A pesar de los programas municipales de segregación implementados desde 2015, no se cuenta con tecnologías sostenibles ni de bajo costo para la valorización de residuos orgánicos domiciliarios, lo que evidencia una limitada gestión integral en el distrito de Amarilis. Esto agrava la acumulación de residuos en los hogares y en puntos de eliminación informal.

Ante esta situación, se promueven alternativas de bioconversión mediante organismos vivos, entre ellos insectos detritívoros, capaces de transformar rápidamente la materia orgánica. Diversos estudios demuestran que la cucaracha *Periplaneta americana* posee una notable capacidad para degradar restos alimenticios, reduciendo significativamente el volumen y peso de los residuos, lo que la posiciona como un posible agente biotecnológico para el manejo sustentable de desechos.

Sin embargo, no existen estudios locales que comparen la capacidad degradativa de esta especie frente a residuos de distinto origen (animal y vegetal), ni que cuantifiquen su eficiencia utilizando indicadores físicos como

peso, volumen, humedad y altura durante el proceso de degradación.

Ante esta brecha de conocimiento, surge la necesidad de evaluar experimentalmente la capacidad de *Periplaneta americana* para la descomposición de residuos orgánicos domiciliarios, a fin de identificar su potencial como alternativa ecológica y económica para la reducción de desechos en el distrito de Amarilis, Huánuco.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿De qué manera varía en el tiempo el peso de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la cucaracha *Periplaneta americana*?
- ¿Cómo varía en el tiempo el volumen de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la cucaracha *Periplaneta americana*?
- ¿De qué manera varía en el tiempo la humedad de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la cucaracha *Periplaneta americana*?
- ¿Cómo varía en el tiempo la altura que alcanzarán los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la cucaracha *Periplaneta americana*?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco – 2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorear cómo varía en el tiempo el peso de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana*.
- Determinar cómo varía en el tiempo el volumen de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana*.
- Monitorear cómo varía en el tiempo la humedad de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana*.
- Determinar cómo varía en el tiempo la altura que alcanzarán los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana*.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

a) Justificación teórica

El estudio aportó evidencia sobre la capacidad degradativa de *Periplaneta americana*, especie poco estudiada en el ámbito de la bioconversión de residuos en el Perú. Los resultados permitieron ampliar el conocimiento existente respecto al comportamiento biológico de esta especie frente a residuos de diferente origen, fortaleciendo la base teórica de los procesos de descomposición orgánica mediante insectos detritívoros.

b) Justificación metodológica

El trabajo empleó un diseño experimental que permitió comparar, bajo condiciones controladas, la degradación física de residuos animales y vegetales. Esta metodología constituyó un aporte al establecer un procedimiento replicable para medir indicadores como peso, volumen, humedad y altura, los cuales permitieron evaluar de manera integral el proceso de descomposición.

c) Justificación práctica

El uso de *Periplaneta americana* ofreció una alternativa viable y de bajo costo para el tratamiento biológico de residuos orgánicos domiciliarios. Su capacidad para procesar distintos tipos de materia orgánica representó un potencial útil para futuras aplicaciones en gestión municipal o comunitaria.

d) Justificación ambiental

El estudio cobró relevancia porque contribuyó a la búsqueda de soluciones frente al incremento de residuos orgánicos en el distrito de Amarilis. La bioconversión mediante insectos ayudó a disminuir la carga que actualmente llega al relleno sanitario, reduciendo impactos como lixiviados y gases contaminantes. Además, se alineó con los principios de la Ley N.º 1278 – Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, orientada a la valorización y reaprovechamiento de los residuos.

e) Justificación social

La investigación tuvo impacto social al promover prácticas sostenibles que podrían mejorar la calidad ambiental de la población. Asimismo, contribuyó a cambiar la percepción negativa sobre esta especie, mostrando su utilidad como agente bioconvertidor y su posible integración en programas de economía circular.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación presentó algunas limitaciones que debieron considerarse durante su ejecución. En primer lugar, el trabajo experimental dependió de condiciones ambientales específicas, como la temperatura y la humedad, que podían variar ligeramente entre cada día de medición y afectar el ritmo natural de degradación. Del mismo modo, el control de las cucarachas dentro de los criaderos exigió un monitoreo constante para evitar fugas o alteraciones en la cantidad de individuos por recipiente.

Otra limitación estuvo relacionada con la disponibilidad de residuos orgánicos frescos y homogéneos, ya que su composición podía variar según el momento de recolección. Asimismo, algunos instrumentos utilizados — como la balanza digital o el higrómetro— presentaron una sensibilidad que exigió repetir ciertas mediciones para garantizar precisión.

Finalmente, el estudio se financió íntegramente con recursos del tesista, lo que condicionó la cantidad de criaderos, la adquisición de equipos y el número de mediciones efectuadas. Pese a ello, se aseguró el cumplimiento riguroso del diseño experimental y la validez de los datos obtenidos.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable debido a que, durante su ejecución, se contó con los recursos económicos, materiales y humanos necesarios para el desarrollo del estudio. En el aspecto económico, la crianza de *Periplaneta americana* resultó accesible, pues los insumos y condiciones para su mantenimiento estuvieron al alcance del tesista. De igual manera, se dispuso de baldes, reglas, balanza digital y termo-higrómetro, instrumentos indispensables para medir el peso, volumen, humedad y altura de los residuos orgánicos.

En el ámbito social, la participación del entorno familiar facilitó la recolección de residuos de origen animal y vegetal, lo que permitió obtener muestras suficientes para las observaciones periódicas. Asimismo, el investigador contó con el apoyo y orientación metodológica necesaria para el registro y control de los datos durante los 56 días de exposición de los residuos a los criaderos.

En el aspecto técnico, los procedimientos de medición y análisis resultaron factibles, ya que el procesamiento estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS y los datos pudieron ser analizados sin dificultades. Finalmente, la investigación se desarrolló sin contratiempos, dentro del tiempo previsto y con la disponibilidad plena de los materiales y equipos requeridos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Calderón y Vega (2021) presentaron la tesis titulada Determinación de la capacidad de la cucaracha Red Runner (*Shelfordella lateralis* Walker, 1868) para degradar los residuos sólidos orgánicos alimentarios producidos en el comedor de Tropa N° 2 del Batallón de Infantería N° 15 “General Francisco de Paula Santander” de Ocaña – Norte de Santander, desarrollada en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. El **objetivo** del estudio fue determinar la capacidad de la cucaracha Red Runner (*Shelfordella lateralis*) para degradar los residuos sólidos orgánicos alimentarios generados en dicho comedor. La **metodología** correspondió a una investigación aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance exploratorio y un diseño experimental que evaluó la acción degradativa de esta especie debido a su facilidad para ingerir materia en descomposición, su adaptabilidad y su elevada capacidad reproductiva. Los **resultados** mostraron que la cucaracha logró degradar 0.635 g en 72 horas en residuos ricos en carbohidratos, 0.703 g en residuos ricos en proteínas, 0.806 g en residuos de frutas y verduras y 0.759 g en mezclas aleatorias de residuos, bajo condiciones ambientales de 24.817 °C de temperatura y 69.5% de humedad relativa. En **conclusión**, los autores señalaron que los residuos de frutas y verduras, así como las mezclas aleatorias, presentaron los mejores niveles de degradación, menor mortalidad de ejemplares de *S. lateralis* y una mayor producción de excrementos, lo que evidencia un proceso de conversión orgánica más eficiente.

Espinoza y Zambrano (2020) presentaron la tesis titulada Evaluación en mesocosmos de la descomposición de residuos sólidos domésticos mediante Cucarachas americanas *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) en la Amazonía ecuatoriana, desarrollada en la Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. El **objetivo** del estudio fue evaluar en mesocosmos la descomposición de residuos sólidos

domésticos utilizando *Periplaneta americana* como alternativa biológica de tratamiento en condiciones propias de la Amazonía ecuatoriana. La **metodología** correspondió a un estudio exploratorio y experimental, con un enfoque mixto, ya que se analizaron características cualitativas como el comportamiento, las preferencias alimentarias y las propiedades de las heces, junto con variables cuantitativas como el peso de los individuos, el consumo de alimento y la producción de excretas. El experimento se realizó bajo parámetros controlados de luz, ventilación y superficie, manteniendo temperaturas óptimas entre 20 °C y 29 °C y humedades relativas entre 80% y 90%. Los **resultados** mostraron que la degradación de la materia orgánica no presentó diferencias significativas entre las dos dietas evaluadas, obteniéndose consumos promedio de 5.31 g y 5.36 g, además de evidenciar que las heces de *P. americana* contienen altos niveles de nitrógeno y fósforo, lo que aumenta su valor como fertilizante. En **conclusión**, los autores determinaron que esta técnica funciona de manera eficiente para la producción de alimento balanceado y productos medicinales o cosméticos, y que las heces de las cucarachas poseen un mayor poder fertilizante que las de las lombrices californianas, por lo que pueden utilizarse en la nutrición de cultivos.

Contreras (2018), en su tesis titulada Uso de harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) como fuente de proteína para la alimentación de pollos, desarrollada en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México, planteó como **objetivo** determinar la calidad biológica y la digestibilidad de la proteína procedente de la cucaracha de Madagascar, así como evaluar el comportamiento productivo de pollos en fase inicial al incorporar harina obtenida de este insecto en su dieta. La **metodología** consistió en la elaboración de harina de *Gromphadorhina portentosa* que fue incorporada en la alimentación de 99 pollos, distribuidos en tres tratamientos con tres repeticiones cada uno, bajo un diseño completamente al azar: T1 (alimento testigo), T2 (5% de harina de cucaracha) y T3 (10% de harina de cucaracha). Los **resultados** evidenciaron que la harina presentó un contenido proteico de 60.8%, ausencia de microorganismos patógenos como *Escherichia*

coli y Salmonella spp., y una digestibilidad del 40%, porcentaje considerado elevado para fuentes proteicas alternativas. En **conclusión**, el autor determinó que la harina de cucaracha de Madagascar constituye una opción viable como fuente proteica para la alimentación de pollos de engorde, dada la alta concentración de proteína y el adecuado perfil nutricional que coincide con los rangos reportados para insectos (55.6%–95%), recomendando su inclusión parcial en dietas comerciales.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Hurtado (2021), en su artículo científico titulado Empleo del insecto *Periplaneta americana* para la reducción de residuos sólidos orgánicos, elaborado en la Universidad Científica del Sur (Lima), planteó como **objetivo** describir los rendimientos medicinales, ambientales y nutricionales asociados al uso de *Periplaneta americana*, así como precisar los aspectos negativos reportados en la literatura respecto a su utilización. La **metodología** consistió en una revisión de artículos científicos y estudios experimentales que evidenciaban que el uso de esta especie representa una alternativa económica, práctica, viable y no contaminante para el manejo de residuos orgánicos, destacando además su elevado valor proteico y su potencial contribución a la seguridad alimentaria dentro del marco del desarrollo sostenible. Los **resultados** mostraron que, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, la utilización de diversos especímenes de *P. americana* permite disminuir significativamente toneladas de residuos sólidos, constituyendo una opción más eficiente frente a varios métodos tradicionales de tratamiento de desechos. En **conclusión**, Hurtado afirmó que *Periplaneta americana* presenta un alto apetito por la materia orgánica en descomposición, logrando resultados favorables en la disminución de residuos sólidos en diferentes regiones del mundo, consolidándose como una alternativa prometedora para la gestión ambiental.

Macazana y Villagra (2020), en su tesis titulada *Periplaneta americana* como un medio de reducción en la producción de residuos

orgánicos para disminuir la contaminación ambiental, desarrollada en la Universidad Católica San Pablo (Arequipa), tuvieron como **objetivo** evaluar la eficacia de *Periplaneta americana* como medio de reducción de residuos orgánicos con el fin de minimizar la contaminación ambiental. La **metodología**, de enfoque cuantitativo y alcance exploratorio, consistió en analizar el potencial de esta especie para degradar residuos orgánicos cuyo inadecuado manejo viene generando problemas ambientales, especialmente en vertederos y puntos de disposición final. Los **resultados** indicaron que *Periplaneta americana* podría consumir hasta cincuenta toneladas diarias de residuos orgánicos, lo que permitiría disminuir de manera significativa la cantidad de desechos generados en la ciudad de Arequipa. En **conclusión**, los autores señalaron que esta especie contribuye a la reducción del volumen de residuos orgánicos debido a que constituye su principal fuente de alimentación, ayudando a mitigar el impacto ambiental derivado de la acumulación de materia orgánica.

Vilca (2019), en su tesis titulada *Periplaneta americana* y la minimización de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Pucusana, 2019, presentada en la Universidad César Vallejo (Lima), formuló como **objetivo** determinar la eficiencia de *Periplaneta americana* en la disminución de los residuos sólidos orgánicos en dicho distrito. Su **metodología** correspondió a un estudio experimental con diseño pre y post prueba, enfoque cuantitativo, tipo aplicado y nivel exploratorio. La muestra consistió en diez kilogramos de residuos orgánicos tomados de un total de 11.75 toneladas diarias generadas en Pucusana, los cuales fueron colocados en un ambiente cerrado junto con ciento cincuenta ejemplares de *P. americana* para monitorear su capacidad de degradación. Los **resultados** mostraron que, luego de siete días de exposición, los residuos disminuyeron de 10.322 kg a 6.705 kg, demostrando la alta eficiencia del insecto en la reducción de desechos. En **conclusión**, Vilca determinó que *Periplaneta americana* constituye un método eficaz, sostenible y económicamente viable para la gestión de residuos orgánicos, además de presentar un valor agregado al posibilitar la producción de alimento balanceado debido a su contenido

proteico.

2.1.3. ANTECEDENTES REGIONALES

Del Castillo (2020), en su tesis titulada Conversión de residuos sólidos orgánicos de cocina en biomasa corporal de cucarachas (*Periplaneta americana*) para la producción de harina y su utilización como suplemento alimenticio de pollos bebés, Huánuco 2019, presentada en la Universidad de Huánuco, planteó como **objetivo** determinar el grado de conversión de los residuos sólidos orgánicos de cocina en biomasa corporal de *Periplaneta americana*, con el propósito de generar harina y evaluar su uso como suplemento alimenticio en pollos bebés. La **metodología** empleó un diseño experimental con datos pareados, seleccionando cucarachas de forma aleatoria, las cuales fueron criadas durante treinta días para registrar las variaciones en peso y longitud. Los **resultados** demostraron diferencias significativas entre el peso y tamaño inicial y final de las cucarachas, evidenciándose un incremento en ambos indicadores producto del consumo de residuos orgánicos. Esta mayor biomasa permitió obtener harina suficiente para incorporarla como suplemento en la dieta de pollos bebés, observándose que aquellos que recibieron el suplemento más iniciarina crecieron más que los alimentados solo con iniciarina. En **conclusión**, la crianza de *Periplaneta americana* permitió convertir eficazmente los residuos orgánicos en biomasa, generando harina con valor nutricional capaz de acelerar el crecimiento de los pollos, demostrando así su utilidad productiva y ambiental.

Jesús (2020), en su tesis titulada Crianza de cucarachas (*Periplaneta americana*) mediante residuos de cocina para disminuir la acumulación de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Huánuco, desarrollada en la Universidad de Huánuco, estableció como **objetivo** determinar la disminución de residuos orgánicos mediante la crianza de *Periplaneta americana*. Su **metodología** correspondió a un diseño experimental basado en criaderos individuales compuestos por dos recipientes: uno destinado al hábitat de cincuenta cucarachas y otro utilizado como almacén de los residuos orgánicos de cocina que serían

degradados. Con este sistema, se monitoreó de manera continua la reducción de residuos aportados. Los **resultados** revelaron que la descomposición de los residuos alcanzó más del 50% del total suministrado (5006 g), evidenciando una notable eficiencia degradativa. En **conclusión**, Jesús determinó que la crianza de *Periplaneta americana* permitió disminuir significativamente la acumulación de residuos orgánicos, superando el 50% de reducción en cada periodo de evaluación y convirtiéndose así en una alternativa viable para la gestión de residuos en Huánuco.

Rivas (2020), en su tesis titulada Capacidad biodegradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) sobre la bolsa plástica y el film para la elaboración de abono, presentada en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María), formuló como **objetivo** evaluar la capacidad biodegradativa de *Periplaneta americana* sobre film y bolsas plásticas, y su influencia en la producción de abono. La **metodología** consistió en dos tratamientos (T1 y T2), donde se emplearon piezas de film y bolsa plástica de 0.1 g cada una, junto con un ejemplar de *P. americana*, replicando el procedimiento cinco veces por periodos de siete y catorce días, bajo condiciones controladas de 35°C y 60% de humedad en una incubadora tipo Rcom 20. Los **resultados** mostraron que la cucaracha degradó 0.9 mg del film y 0.6 mg de la bolsa en siete días, mientras que en catorce días degradó 0.3 mg del film y 1 mg de la bolsa. Además, el análisis del tracto digestivo permitió identificar microorganismos como *Candida albicans*, *Bacillus* sp. y *Pseudomonas* sp., asociados al proceso de biodegradación. En **conclusión**, el tratamiento 1 presentó mayor influencia en la producción de abono, reflejada en la pérdida de peso del insecto y en la biodegradación óptima, además de una mayor producción de excretas y presencia de nutrientes, demostrando el potencial de *P. americana* para el manejo de residuos plásticos a pequeña escala.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CAPACIDAD DEGRADATIVA DE LA CUCARACHA

PERIPLANETA AMERICANA

Hernández et al. (2016) indica que el repertorio del fósil más enorme de una cucaracha de manera completa, es de hace muchos años (300 000 000), pero hay una información que es un poco más antigua (cerca de 340 000 000 de años), pese a ello hay otra información (cerca de 350 000 000 de años).

Según Pedraza (2011) las cucarachas surgieron en el planeta en la época Carbonífero, incluso dichos insectos fueron mucho más enormes a comparación de las distintas maneras que actualmente habitan en los continentes, ello es demostrado con su característica morfología que se mantuvo inalterable con el pasar de los años, un ejemplo son sus alas delicadas que son para planear, su cuerpo que se mantiene de forma ovalada y su aparato bucal que es poderoso.

Las cucarachas vienen a ser insectos comunes, usualmente menospreciadas, pero de las 4 600 especies que se conocen en el planeta solo el uno por ciento viene a ser tomadas como plagas de los domicilios; ello quiere decir que mayormente viven en los hábitats que son silvestres. Varias de ellas cuentan con bonitos colores e incluso podrían ser enormes como: *Blaberus*, *Megaloblatta* y *Archymandrita*; se encuentran emparentadas muy cerca con los Isoptera (comejentes) o termitas y las Mantodea (mantis religiosa) y usualmente se les agrupa en el orden Dictyoptera. (Azofeifa y Zumbado, 2018)

Li (2018) indica que las cucarachas forman parte de una orden arcaica de insectos siendo más de 4 500 especies, pero otros también mencionan que hay 4 000 especies en el planeta, incluso señalan que existen más de 6 000 variedades.

Pero como indica Hernández (2016), las huellas de dichos insectos en el pasar de los años demuestran una manera de vida estable y exitosa, en comparación con las otras maneras de vida mediante la evolución de manera natural, las cucarachas son uno de los insectos que son más sobresalientes en sobrevivir en el mundo hasta hoy en día.

Orden *Periplaneta americana*

La cucaracha americana, *Periplaneta americana* (Linnaeus), es la más grande de las cucarachas peridomésticas comunes, con un promedio de 4 cm (1,5 pulgadas) de longitud. La cucaracha americana es la segunda en abundancia, después de la cucaracha alemana (Barbara, 2025).

Distribución de la cucaracha *Periplaneta americana*

La *Periplaneta americana*, conocida como cucaracha americana, fue introducida a los Estados Unidos desde África alrededor del año 1625. Su expansión global se ha facilitado principalmente por las actividades comerciales. Esta especie habita con frecuencia en sótanos, alcantarillas, túneles de vapor y sistemas de drenaje, siendo común en edificios grandes y comerciales como restaurantes, supermercados y panaderías, donde se manipulan o almacenan alimentos. Aunque es poco habitual encontrarla en viviendas, pueden presentarse infestaciones después de lluvias intensas. En ciertos casos, su población alcanza niveles elevados, con más de 5,000 individuos en un solo pozo de alcantarillado. En el exterior, prefiere lugares húmedos y sombreados, tales como huecos de árboles, montones de leña y zonas con mantillo, e incluso se refugia bajo tejas o en áticos. Aunque su hábitat natural es el exterior, puede ingresar a los interiores en busca de alimento, agua o refugio ante condiciones climáticas adversas (Barbara, 2025).

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la Periplaneta americana

Reino	Animal
Filum	Artrópodo
Subfilum	Hexapodo
Clase	Insecta
Subclase	Pterygota – insecto alado
Infraclase	Neoptera – insecto con alas plegadas
Orden	Dictyoptera
Suborden	Blattaria
Superfamilia	Blattoidea
Familia	Blattidae
Subfamilia	Blattinae

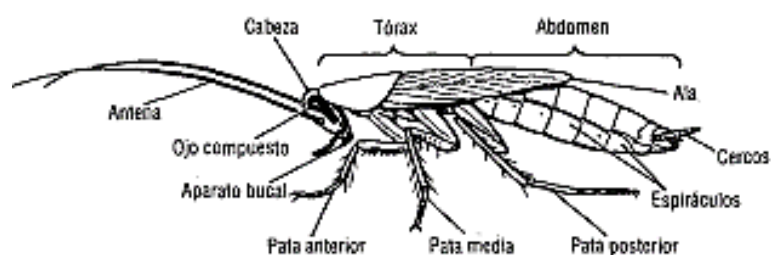
Género	Periplaneta Burmeister, 1838
Especie	<i>Periplaneta americana</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Nota.</i> Clasificación adaptada de Arce y Enciso (2009).	

Morfología de la cucaracha *Periplaneta americana*

Las cucarachas americanas son de color marrón rojizo con algunas características amarillas, como justo detrás de la cabeza. Son las especies más grandes de cucarachas comunes, con una longitud promedio de 4 cm y una altura desde la superficie de aproximadamente 7 mm. Su cuerpo consta de tres secciones: cabeza, tórax y abdomen. En general, el cuerpo es plano y ancho, de forma ovalada, y pesa entre 0,8 y 1,4 gramos en la edad adulta. Su cabeza presenta una cubierta similar a un escudo llamada pronoto. A corta distancia, es posible identificar las piezas bucales masticadoras de la cucaracha. También poseen antenas largas y dos pares de alas, algunas de sus características más importantes. Las alas delanteras son más fuertes y correosas, mientras que las traseras son delicadas y delgadas. Si bien la cucaracha americana suele arrastrarse por las superficies, una cucaracha asustada de esta especie es capaz de volar distancias cortas (McKay, 2025).

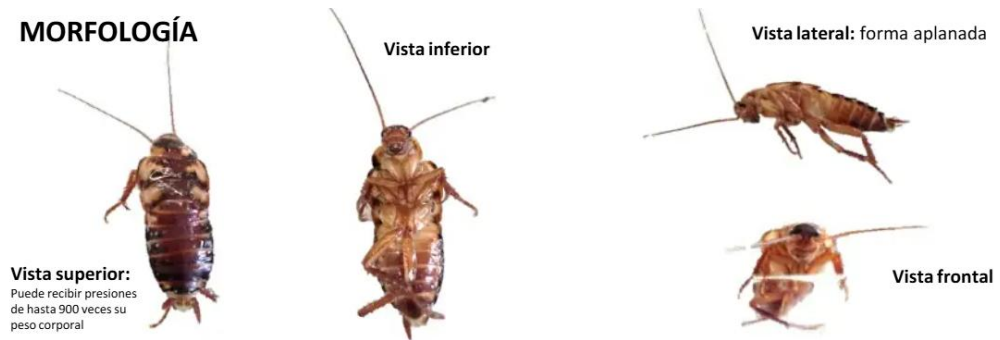
Figura 1

*Morfología de la cucaracha *Periplaneta americana**



Nota: Guerrero y Cadena (2016)

MORFOLOGÍA

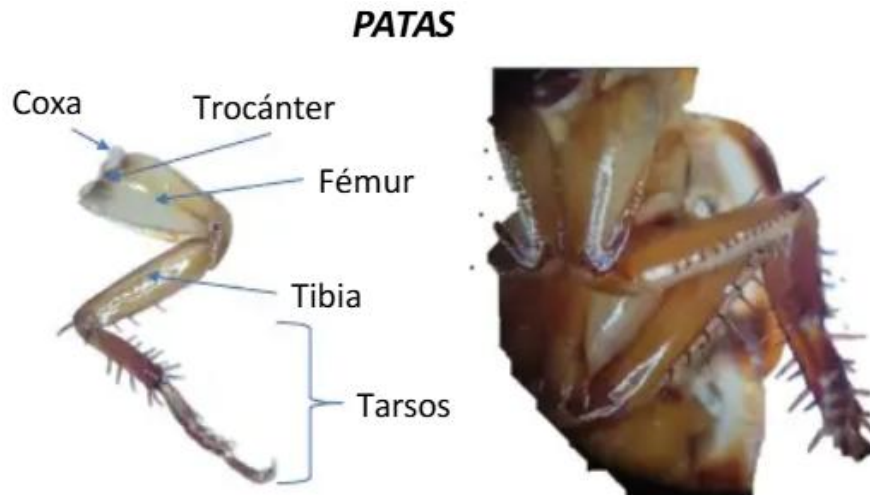


Nota. Sanabria (2022)

Según Guerrero y Cadena (2016), cada uno de los tres segmentos torácicos de la cucaracha posee un par de patas delgadas y espinosas, sumando un total de seis extremidades, las cuales le permiten desplazarse rápidamente sobre diversas superficies, caminar por el techo e incluso escalar materiales lisos como el vidrio, gracias a estructuras especializadas en forma de uñas ubicadas al final de sus tarsos. El abdomen está compuesto por diez segmentos, y en su extremo se localizan órganos sensoriales denominados cerci, que detectan vibraciones y movimientos del aire. En los machos, además de los cerci, se presentan estructuras adicionales llamadas estilos, que cumplen una función táctil durante el apareamiento. Las diferencias sexuales son evidentes en los segmentos finales del abdomen: los machos poseen órganos adaptados para sujetar a la hembra y liberar el esperma durante la cópula, mientras que las hembras cuentan con apéndices especializados para depositar los huevos y formar las ootecas.

Figura 2

Patas de la cucaracha Periplaneta americana

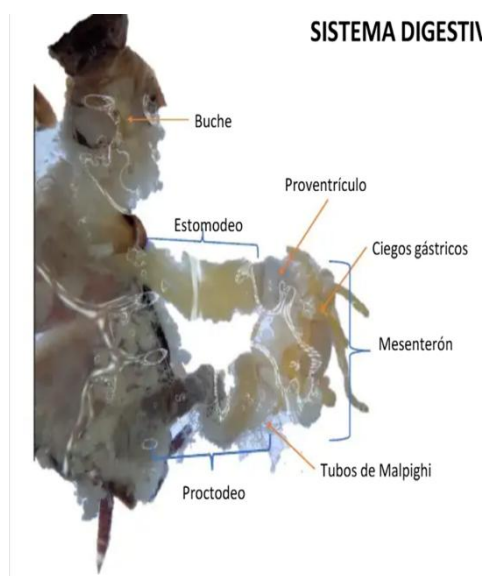


Nota. Sanabria (2022)

La cucaracha posee adaptaciones morfológicas esenciales que le permiten obtener alimento con éxito, entre ellas patas alargadas y robustas provistas de quimiorreceptores gustativos, así como antenas filiformes y extensas que contienen quimiorreceptores y mecanorreceptores, fundamentales para orientarse y ubicarse en su entorno (Sanabria, 2022).

Figura 3

Sistema digestivo de la cucaracha Periplaneta americana



Corte transversal de proventrículo



Nota. Sanabria (2022)

El sistema digestivo de la cucaracha (*Periplaneta americana*) es un conjunto de órganos especializados que le permite procesar una gran variedad de alimentos, garantizando su supervivencia en diversos ambientes. Este sistema se divide en tres regiones principales: intestino anterior, medio y posterior. La cucaracha posee adaptaciones morfológicas esenciales que le permiten obtener alimento con éxito, entre ellas patas alargadas y robustas provistas de quimiorreceptores gustativos, así como antenas filiformes y extensas que contienen quimiorreceptores y mecanorreceptores, fundamentales para orientarse y ubicarse en su entorno. (Sanabria, 2022)

2.2.2. CICLO BIOLÓGICO DE LA CUCARACHA *PERIPLANETA AMERICANA*

La cucaracha americana pasa por tres fases de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. Los huevos se depositan en cápsulas marrones oscuras, de forma simétrica y con una longitud aproximada de 5/16 de pulgada. La hembra libera una cápsula al día de haberse formado, generalmente en lugares cercanos a fuentes de alimento y protegidos. Cada cápsula contiene en promedio entre 14 y 16 huevos y se produce una por semana, siendo fijada con secreciones bucales de la hembra en sitios ocultos. A lo largo de su vida, una hembra puede generar entre 15 y 90 cápsulas.

El periodo de incubación de los huevos dura entre 29 y 58 días; en condiciones normales, las ninfas emergen entre los 50 y 55 días. Estas ninfas, inicialmente de color marrón grisáceo, adquieren un tono marrón

rojizo tras sucesivas mudas. La etapa ninfal puede extenderse de 160 a 971 días, y una hembra puede llegar a producir alrededor de 800 crías por año. En condiciones favorables, la vida útil de una hembra adulta puede alcanzar hasta 15 meses, mientras que los machos viven un tiempo menores (Martinez y Hernandez, 2023).

Huevos: Las hembras de la cucaracha americana ponen sus huevos en una ooteca endurecida y con forma de bolsa llamada ooteca. Aproximadamente una semana después del apareamiento, la hembra produce una ooteca y, en el pico de su período reproductivo, puede formar dos ootecas por semana. Las hembras producen, en promedio, una ooteca al mes durante diez meses, poniendo 16 huevos por ooteca. La hembra deposita la ooteca cerca de una fuente de alimento, a veces pegándola a una superficie con una secreción de su boca. La ooteca depositada contiene suficiente agua para que los huevos se desarrollen sin recibir agua adicional del sustrato (Bell y Adiyodi, 1981). La ooteca es marrón cuando se deposita y se vuelve negra en uno o dos días. Mide aproximadamente 8 mm (1/3 de pulgada) de largo y 5 mm (3/16 de pulgada) de alto (Barbara, 2025).

Figura 4

*Huevos de la cucaracha *Periplaneta americana**



Nota: Barbara (2025)

Ninfas: La etapa ninfal comienza con la eclosión del huevo y termina con la emergencia del adulto. El número de mudas de una cucaracha americana varía de seis a catorce. El primer estadio de la cucaracha americana es blanco inmediatamente después de la eclosión y luego se vuelve marrón grisáceo. Después de la muda, los estadios

ninfales subsiguientes son blancos y luego se vuelven marrón rojizos, con los márgenes posteriores de los segmentos torácico y abdominal de un color más oscuro. Las alas no están presentes en las etapas ninfales y las almohadillas alares se hacen visibles en el tercer o cuarto estadio. El desarrollo completo, desde el huevo hasta el adulto, dura aproximadamente 600 días. Tanto las ninfas como los adultos buscan activamente alimento y agua (Barbara, 2025).

Figura 5

Ninfa de la cucaracha Periplaneta americana



Nota: Barbara (2025)

Adultos: La cucaracha americana adulta es de color marrón rojizo con una banda marrón pálido o amarilla alrededor del borde del pronoto. Los machos son más largos que las hembras porque sus alas se extienden de 4 a 8 mm (~1/8 a 1/3 de pulgada) más allá de la punta del abdomen. Machos y hembras tienen un par de cercos delgados y articulados en la punta del abdomen. Los machos tienen cercos con 18 a 19 segmentos, mientras que los de las hembras tienen de 13 a 14 segmentos. Los machos tienen un par de estiletes entre los cercos, mientras que las hembras no (Barbara, 2025).

Figura 6

Adulto de la cucaracha *Periplaneta americana*



Cucaracha americana macho adulta, *Periplaneta americana* (Linnaeus).



Hembra adulta de cucaracha americana, *Periplaneta americana* (Linnaeus).

Nota: Barbara (2025)

Alimentación de la cucaracha *Periplaneta americana*

Las cucarachas comen de todo, incluso entre sí. Hay muy poca materia orgánica que una cucaracha no coma. La lista incluye corteza, hojas, papel, ropa de lana, azúcar, queso, pan, aceite, limones, tinta, jabón, carne, pescado, cuero, otras cucarachas (vivas o muertas) o sus propias cáscaras y ootecas. Algunos de estos elementos, como la celulosa, no se pueden digerir por medios normales. Sin embargo, al igual que las vacas y otros animales de pastoreo, las cucarachas tienen una relación simbiótica con una bacteria que les permite digerir dichas sustancias. Aunque se alimentan de muchos tipos de alimentos, muestran una predilección particular por los alimentos fermentados (Stetson, 2025).

2.2.3. IMPORTANCIA DE LAS CUCARACHAS COMO PLAGAS URBANAS

Según Arango y Agudelo (2004), indican que la cucaracha cuenta con su función en la naturaleza de manera individual, viéndolo de una perspectiva general vienen a ser degradadores de desechos, ya que toda cucaracha contribuye en masticar todo material que se encuentra vinculado con los elementos tanto animal como vegetal, seguidamente se comienza con los distintos ciclos de la transformación.

Hernández et al. (2016), señala que se demostró que las cucarachas se adecúan a un ambiente que continuamente va cambiando, a causa de ello, pueden estar en cualquier tipo de hábitat del planeta, sin embargo, éstos se sitúan en las distintas zonas pese a ser cambiados varias veces, debido a ello pueden irrumpir los diversos hábitats tanto acuáticos como terrestres.

Como ya se hizo mención unas cuantas cucarachas son tomadas en cuenta como plagas en los hogares de las personas, podrían contagiar patógenos ejemplo la Salmonella, e individuos que ocasionan dolencias ejemplo alergias, gastroenteritis y diarrea; las especies presentes en C.R. que son las más importantes vienen a ser el Blattellidae (*Blattella germanica*), *Periplaneta americana* y *Periplaneta australasiae* (Blattidae); los enemigos de las cucarachas de manera natural vienen a ser los himenópteros pertenecientes a la familia Evaniidae que causan parásitos a las ootecas, también los dípteros pertenecientes a la subfamilia Stylogastrinae familia Conopidae vienen a ser endoparasitoides de los grillos que ya son adultos y cucarachas; de igual manera otras familias de avispas (Eulophidae, Eupelmidae, Hym.: Encyrtidae, Cleonymidae y Pteromalidae) fueron documentados parasitoides de las cucarachas (Azofeifa y Zumbado, 2018).

2.2.4. ASPECTOS NEGATIVOS DE LAS CUCARACHAS

Las cucarachas que se encuentran comúnmente en los hogares y que tienen un comportamiento de vectores experimentales y naturales vienen a ser: *Bfatta orientalis*, *Peri planeta americana* y *Blattella germánica*, fuera de los hogares, *Leucophaea maderae*, *Pyncnoscelus*

surinamensis y *Blaberus discoidales*. (Ramírez, 1989)

Las cucarachas llevan gérmenes que son patógenos que podrían estar viables en sus excrementos, integumento y tubo digestivo a lo largo de días hasta incluso semanas; el contagio de los gérmenes podría darse mediante el vómito de comidas, por el depósito de sus excrementos o mediante el contacto con sus extremidades; el hábitat de las cucarachas, que son domésticas, durante la noche y día las transforma en insectos que en verdad son contaminadores e incluso peligrosos; en la noche se trasladan de manera activa en las cocinas, mercados, almacenes y restaurantes; en el día se quedan reposando en las áreas cálidos, oscuros y húmedos, ejemplo en los pozos sépticos, cloacas, letrinas, albañales y alcantarillas; Incluso fueron encontradas en los centros médicos, lugar donde podrían trasladar a los gérmenes que son patógenos a los pacientes. (Ramírez, 1989)

En restricciones naturales se encontraron en las cucarachas cuarenta especies de bacterias que son patógenas, de las cuales muchas de ellas fueron transmitidas de manera experimental; las bacterias que se encuentran en la superficie de la parte externa de la cucaracha o en su tubo digestivo ocasiona enfermedades ejemplo: lepra, diarrea, cuadros de disentería, gastroenteritis, gangrena, fiebre, peste y tifoidea; sin embargo otros tipos de enfermedades que dichos insectos podrían contagiar experimentalmente, de fuente bacteriano viene a ser la tuberculosis, cólera asiático, carbunco, neumonías, muermo, brucelosis y la meningitis meningocócica. (Ramírez, 1989)

2.2.5. DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL

Aguilar et al. (2018) indican que la mala gestión de los desechos que se encuentran sólidos en todo el planeta constituye un problema para las mejoras del grado de vida, las ciudades enormes, la acumulación de las poblaciones en las áreas urbanas, el ineficaz crecimiento empresarial y/o de la industria, factores ejemplo el desarrollo demográfico, las variaciones de los factores de consumo, etc., causaron el incremento de la reproducción de los desechos sólidos en las ciudades

como también en pueblos.

Según Vilca (2019), indica que la sobrepoblación viene a ser una causa de la reproducción de los desechos sólidos que son orgánicos, ello consigo trae la enorme reproducción de desecho, el mal manejo también hace que el desecho cause contaminaciones y consecuentemente genere daños al medioambiente y problemas en la salud, las personas usamos y tiramos a los desechos eso es lo que realizamos debido a nuestra cultura; los desechos en los hogares vienen a ser recogidos, para que después sean dados al camión que los recoge y sean trasladados a un lugar para su disposición final o simplemente tirados, en dicho lugar para su disposición final se puede aislar a unos cuantos de esos desechos para que se puedan rehusar o reciclar; cabe recalcar que el servicio de recojo como también la disposición final dados por las municipalidades vienen a ser pésimos a causa de la pésima gestión de los desechos como también por la ausencia de conciencia ambiental, el problema más grande es la concentración de los desechos sólidos en los botaderos que son informales.

Según Aguilar et al. (2018), los desechos sólidos debido a su fuente de generación son clasificados en tipos distintos: de la construcción, agrícolas, domésticos, no peligrosos, comerciales, hospitalarios e industriales, entre todos ellos la proporción de los desechos sólidos procedentes de los domicilios vienen a representarmás del cincuenta por ciento.

2.2.6. TIPOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos vienen a ser los siguientes tipos:

- Residuos sólidos urbanos: Vienen a ser los que son generados en los hogares causado de la supresión de los materiales que son usados en las diversas tareas en el hogar (desechos que son orgánicos, desechos de empaques, de los envases de los productos de consumo y embalajes); también los que son generados de otra actividad realizada en la vía pública o establecimientos, con propiedades domiciliarias también de las áreas públicas si es que no son tomados en cuenta como

desechos de otra clasificación. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003)

- Residuos industriales: Son los desechos originados por tareas industriales, que vienen de la fabricación o producción, extracción, de lo que la empresa tira, explotación, almacenamiento, transformación y distribución de los productos. (Gabinete de Salud laboral y medio ambiente, 2007)
- Residuos agrarios: Los desechos agropecuarios son los que se originan en los centros de faenamiento de los animales, en las tareas de avícolas, forestales, agrícolas y ganaderas; los desechos que son agroindustriales, se originan en los lugares donde procesan los productos que son agrícolas. (Presidencia de la República, 2012)
- Residuos médicos y de laboratorios: Vienen a ser desechos donde se podrían visualizar las medidas de prevención en el almacenamiento, eliminación, manipulación, transporte, recogida y tratamiento; dentro como también fuera del lugar donde es originado, debido a que podría ser un riesgo en la salud pública como también laboral. (Rodríguez, 2016)
- Residuos radioactivos: Viene a ser todo producto o material de residuo que contiene una apariencia de radiactividad y que no esté planeado para ello ninguna utilidad; aquí también son incluidos los gases y líquidos restantes que se encuentran contaminados. (Rodríguez, 2016)

El MINAM (2016) señala que los desechos sólidos vienen a ser subproductos, productos o sustancias que se encuentran en estado semisólido o sólido de las que su generador lo tenga, o se encuentra obligado a tener, de acuerdo a los riesgos que ocasionan al ambiente y salud o a lo que se encuentra dado en la normatividad nacional; dicho significado toma en consideración a los desechos originados por los eventos naturales; entonces los desechos sólidos es todo producto o sustancia que ya no es necesario, sin embargo, en algunas ocasiones se pueden aprovechar.

Un desecho tiene ausencia de valor de utilidad, consecuentemente de valor de cambio; ello es porque los desechos son molestos que incluso nos encontramos a disposición de pagar para que se nos liberen de dichos residuos, es por ello que cuenta con un valor que es negativo (son un mal); los desechos sólidos que son urbanos (RSU), que vienen a ser originados por las tareas de las ciudades; su volumen es pequeño de manera relativa en comparación con otros tipos de desechos, sin embargo, su interés podría ser explicado debido al aumento que experimentaron en los años últimos a causa del aumento de las maneras de consumo y población; la acumulación demográfica en los núcleos que son urbanos causan la necesidad de considerar maneras de gestión que sean sostenibles, tomando en cuenta el adecuado tratamiento o eliminación de los desechos como un aspecto importante. (André y Cerdá, 2006)

2.2.7. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Según el MINAM (2016), los desechos sólidos vienen a ser clasificados de la siguiente manera:

- De acuerdo a su origen: de actividades especiales, de limpieza, de construcción, comercial, industrial, domiciliario, hospitalario y agropecuario.
- De acuerdo a su gestión: de ámbito no municipal y municipal.
- De acuerdo a su peligrosidad: desechos no peligrosos y peligrosos.

2.2.8. RESIDUOS QUE SON ORGÁNICOS

Según el Consorcio Provincial Residuos Sólidos Urbanos (2021), los desechos sólidos que son orgánicos vienen a ser biodegradables, se encuentran constituidos naturalmente y cuentan con la propiedad de desintegrarse o degradarse de una forma veloz, volviéndose en materia orgánica, dichos desechos se encuentran constituidos por restos de vegetales como también de comida originados en los hogares.

Vienen a ser desechos naturales que se degradan de manera rápida en el ambiente; entre ellos están: los excrementos de la cría de

animales que sean domésticos, restos de desechos de alimentos (cuncho de café) y vegetales, desechos que podrían ser convertidos en materia orgánica fácilmente, hojarasca, líquidos que sean biodegradables, papeles que no son aptos para que sean reciclados que no tengan tintas, pasto, aserrines con mezclas de excretas animales o puros, madera, restos de cosechas, etc. (Universidad Nacional de Colombia, 2017).

2.2.9. TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS SEGÚN SU GENERACIÓN

Según Roperó (2021) los desechos que son orgánicos podrían provenir de orígenes distintas, desde los servicios públicos, apartamentos u hogares, como de casas privadas, áreas que son comerciales donde se realizan productos desde los seres vivos de origen vegetal o animal; los siguientes son ejemplos de desechos que son orgánicos.

a) De origen doméstico: Son los desechos que son orgánicos que son generados en la casa; ellos se pueden distinguir en:

- FO (Fracción orgánica): son los restos generados en la cocina, en la elaboración o manipulación de los productos de alimentación; ejemplo: restos de frutos secos, papel de cocina, huesos de la carne o espinas del pescado, cáscaras de los huevos, tapones de corcho o piel de las frutas.
- Residuos de la poda: son los restos de origen vegetal generados en la poda a gran escala, ejemplo: enormes porciones de ramas, tierra o troncos.
- FV (Fracción vegetal): vienen a ser los restos de los vegetales que son tipo no leñoso que provienen de los trabajos de jardinería y que cuentan con un tamaño pequeño; ejemplo: las ramas pequeñas, hojas que están secas, malas hierbas o raíces que están secas. (Roperó, 2021)

b) Residuos orgánicos provenientes de industrias: Son los desechos originados en las superficies enormes de manipulación y producción de los alimentos; ejemplo: en la industria de carnes, se

tiran unas cuantas partes de los animales que no se podrían usar para el consumo por parte de las personas tampoco para otros beneficios; los desechos que son orgánicos podrían provenir como un producto resultante del metabolismo de cualquier ser vivo, o que fuera parte de él como la: muda de piel, uñas, excrementos, pelo, orina, pezuñas etc. (Roper, 2021)

- c) Restos orgánicos provenientes de los servicios que otorga la municipalidad:** Dichos servicios vienen a ser el mantenimiento de los eventos que son públicos como las ferias o verbenas, de jardines como también de los parques públicos y de los comedores estudiantiles o sociales. (Roper, 2021)

2.2.10. DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS

La materia proveniente de la naturaleza se convierte por medio de transformaciones de tipo biológico; a pesar que los seres vivos ayudan a la vida, los microorganismos realizan una importante función en la fertilidad del suelo y alteraciones geoquímicas; convierten una proporción de materia orgánica grandemente y solo estos podrían hacer algunas conversiones importantes; dichas modificaciones son realizadas en distintos ecosistemas de la biosfera. (Izquierdo y Venegas, 2018)

Varias de los cambios se dan en el ecosistema terrestre, otras en la atmósfera o en el ecosistema acuático; los actinomicetes, que vienen a ser bacterias Gram positivas de tipo aerobia que generan micelios que se encuentran ramificados, descomponen los residuos provenientes de los animales y vegetales, hidrocarburos y polímeros complejos; también tienen al suelo desmenuzado y suelto; la disposición de oxígeno y nutrientes dispone los tipos y cantidad de actinomicetes de un determinado suelo. (Izquierdo y Venegas, 2018)

2.2.11. PROPIEDADES FÍSICAS QUE PRESENTAN LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Es importante saber sobre las características que presentan los desechos para organizar y prever los sistemas para el recojo y tratamiento final de supresión o recuperación, también para elegir a los sistemas para la separación en el caso de los desechos que causen

riesgos para el medioambiente. (Ambientum, 2021)

Entre las características físicas de los desechos sólidos que son urbanos, resaltan las siguientes: granulometría, peso específico y humedad.

- Humedad. Se encuentra disponible en los desechos urbanos, está cerca del cuarenta por ciento en peso, con un margen que podría estar de veinticinco al sesenta por ciento; la aportación mínima la dan los productos que son sintéticos, y la máxima, las porciones orgánicas; esta propiedad por su importancia en los procedimientos de compresión de los desechos, tratamientos de quema y recuperación energética, procesos de separación de residuos en planta de reciclaje, generación de los lixiviados, transporte y procedimiento de cambio, deben ser considerados; en los desechos que son urbanos, la humedad se vuelve uniforme y algunos productos dan humedad a otros; eso es una causa de la descomposición de algunos productos ejemplo el papel, que extrae a la humedad de los desechos que son orgánicos y pierde propiedades por ende valor en los procedimientos que son mecánicos en el reciclado en la fuente. (Ambientum, 2021)
- Peso específico. La densidad con la que cuentan los desechos que vienen a ser urbanos llega a ser un valor muy importante para determinar el tamaño de los recipientes de pre recojo de la vía pública como de los hogares; asimismo, viene a ser un factor que es básico que señala los volúmenes de los equipos para el recojo y su respectivo transporte, capacidad de los vertederos, tolvas para la recepción, cintas, entre otros; dicho valor aguanta enormes variaciones de acuerdo al nivel de compactación a que se encuentran sujetos los desechos; la disminución del volumen se da en todas las etapas de la gestión de los desechos y son empleados para realizar un adecuado procedimiento, debido a que la enorme área que ocupan viene a ser un problema importante en dichos procedimientos; en primer lugar, en la

vivienda al meterlos en una bolsa ya sea de plástico, luego meterlo en el contenedor al haber estado sometido al peso de las otras bolsas, luego en los camiones que recolectan y compactan, finalmente en los tratamientos finales. (Ambientum, 2021)

- **Granulometría.** El diámetro físico de los componentes que son elementales de los desechos que son urbanos y el nivel de separación de los materiales, conforman un valor realmente importante para la determinación de la dimensión de los procedimientos que son mecánicos de segregación como también para determinar trómeles, cribas y elementos que son parecidos que su separación lo basan especialmente en el diámetro; dichos índices deben también tomarse con cuidado, debido a que los procedimientos para el recojo causan afectaciones al diámetro a causa del efecto que ocasiona la compresión o de los mecanismos que son los trituradores; es por ello que es importante realizar los análisis para adecuar la realidad de cada caso con el objetivo que se propone. (Ambientum, 2021)

Tabla 2

Humedad de los residuos

Componentes	Variación en kg/m³	Típico en kg/m³
Residuos de comida		
Latas de hojalata	50 a 160	89
En hogares	131 a 481	291
Plásticos	42 a 131	65
Residuos de jardinería	59 a 225	101
Papel y cartón	42 a 131	50
Textiles	42 a 101	65
En mercados	475 a 950	540
Vidrio	160 a 481	196
Madera	131 a 320	237
Otros metales	65 a 1,151	280

Nota. Elaboración propia con datos de *Ambientum* (2021)

2.2.12. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Vilca (2019), también hace mención que los residuos que son sólidos y orgánicos, vienen a ser originados por los animales, personas y entre otros seres vivos, ello se debe a sus residuos de tipo biológico como lo es el material orgánico, dichos desechos se pueden degradarse y desintegrarse de manera rápida convirtiéndose en materia que es orgánica; los alimentos como las verduras, frutas, huevos, carnes y también comida vienen a ser biodegradables degradándose de manera natural, siendo de utilidad para el compostaje.

La producción de desechos viene a ser la consecuencia derivado de la vida diaria. Desde el consumo o preparación de los alimentos, tareas básicas cotidianas, hasta los procedimientos difíciles productivos originan desechos que deberían ser manejados según su potencialidad o si ya no pueden ser aprovechados. Es así que los desechos que se pueden aprovechar ingresan a las cadenas que son de valor todo gracias a la tarea de los actores participantes en dicho aprovechamiento, dichos residuos vendrían a ser trasladados a las áreas que son para la disposición final. (Montes, 2020)

2.2.13. PROBLEMÁTICA DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS

Jaramillo (1999), señala que una forma común de no causar contaminación al medioambiente viene a ser el convertimiento, en abono orgánico o compost, de los desechos que son orgánicos mediante un procedimiento de tipo biológico llamado compostaje, como una alternativa para lograr el compostaje es por medio de las cucarachas, que siendo los residuos sólidos su fuente de alimento, degradan de manera óptima los residuos sólidos, en particular los que son orgánicos.

Vilca (2019) menciona que dentro de las consecuencias ocasionados por los desechos sólidos que vienen a ser orgánicos se puede encontrar: efectos en la salud, a causa del mal manejo de los desechos que son sólidos trae consigo a la proliferación de los vectores que ocasiona consigo el contagio de las enfermedades de tipo

parasitarias, diarreicas, etc.; y efectos en el medioambiente, los desechos que son sólidos y que no cuentan con un manejo adecuado generan la contaminación del aire, agua y suelo como también el deterioro estético del paisaje de los lugares.

La reproducción de los desechos sólidos es considerada como un problema que ocasionó impactos ambientales de manera negativa, y que cada vez va aumentando, se encuentra vinculada a los procedimientos de transformación industrial (globalización), al desarrollo de la población de las personas y a los modos de consumo de los seres vivos; también, el crecimiento en la generación de servicios y bienes estuvo acompañado de un inadecuado manejo de sus desechos, ello se visualiza en el no aprovechamiento del material que se puede utilizar como materia prima. (Melo, 2019)

El Consorcio Provincial Residuos Sólidos Urbanos menciona que los residuos sólidos orgánicos ocasionan un fuerte impacto de manera negativa en el medioambiente, causando contaminación de la atmósfera, suelo y aguas (ya sean subterráneas como superficiales), dicha contaminación se debe primordialmente a los elevados contenidos de elementos minerales, materia orgánica y a la presencia de los metales pesados, patógenos animales y vegetales, y fitotoxinas, entre otros, que son muy contaminantes.

Sin embargo, como indica Vilca (2019), existen diversas opciones disponibles para el problema ocasionado por los desechos sólidos que son orgánicos; ejemplo: aprovechar a la materia que es orgánica, al realizar el compost, de los desechos de las áreas que son comerciales como también de las viviendas; para su ejecución en primer lugar se debe de proceder a limpiar y triturar los desechos, luego deben ser depositados en el aire libre en el lugar donde se realiza el procedimiento de fermentación y ser volteados de manera periódica; dichos desechos deberían ser esparcidos en manera de hileras y también protegidos con las mallas para que no se produzca la proliferación de los insectos, dicho procedimiento se acelera en las áreas que son húmedas y cálidas; pero también las cucarachas ayudan a la aceleración de este procedimiento.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Biodegradación

Descomposición de tipo orgánica realizado por los microorganismos, donde los materiales podrían convertirse en sustancias que son más sencillas, contribuyendo así a la eliminación de los contaminantes en el medio ambiente (plásticos, pesticidas, entre otros) o incluso también al reciclaje. (Gómez y Sáiz, 2013)

Generación de los residuos sólidos

Viene a ser demasiado cambiante y se encuentra vinculada directamente con el crecimiento de tipo económica (factores de la producción) y modos de consumo; sin embargo, generalmente, el porcentaje elevado de desechos sólidos provenientes de los domicilios lo presenta la materia orgánica. (Aguilar et al., 2018)

Ooteca

Es la cápsula o cáscara en que están encerrados los huevos de ciertos animales, especialmente de los moluscos y de los insectos ortópteros, en el caso de las cucarachas, tiene un color que es de rojizo a café oscuro, de ocho a diez milímetros de tamaño. (Vilca, 2019)

Residuos agrarios

Estos residuos son un tipo de los residuos sólidos, dichos desechos provienen de la industria alimenticia, agricultura, explotaciones forestales, pesca y ganadería. (Vilca, 2019)

Residuos de laboratorio y médicos

Estos tipos de residuos, vienen a ser los son restantes de las labores de investigación o clínicos, generados en hospitales, clínicas, laboratorios, en algunos casos infecciosos y contaminados. (Vilca, 2019)

Residuos industriales

Vienen a ser los desechos originados en las industrias, como inertes, no son peligrosos mayormente, tampoco causan demasiado daño al medioambiente; sin embargo, los que provienen de la minería si llegan a ser peligrosos debido a que contienen a los elementos que vienen a ser tóxicos. (Vilca, 2019)

Residuos orgánicos

También es conocido como residuos verdes, a partir de restos alimenticios, plantas, excretas, entre otros; este desperdicio que se tira en los vertederos consume un espacio en gran proporción, ello es perjudicial, ya que los residuos que son de tipo orgánico podrían ser útiles. (Jesús, 2020)

Residuos sólidos urbanos

Estos residuos vienen a ser un tipo de los residuos sólidos, dichos desechos vienen a ser originados en las viviendas, en las oficinas, áreas comerciales también en todos los lugares donde se ofrecen servicios mixtos. (Vilca, 2019)

2.4. HIPÓTESIS

La capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* es diferente para la descomposición de residuos orgánicos de origen animal y vegetal.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN

Capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana*

2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA

Descomposición de residuos orgánicos de origen animal y vegetal.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variable de Calibración	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
Capacidad degradativa.	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de residuos orgánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Residuos orgánicos de origen animal. Residuos orgánicos de origen vegetal. 	Numérica dicotómica
Variable Evaluativa	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
Descomposición de residuosde origen animal y vegetal.	<ul style="list-style-type: none"> Peso Volumen Humedad Tamaño 	<ul style="list-style-type: none"> Gramo m3 % Cm. 	Numérica continua

Nota: Cuadro operativo que relaciona la forma en la que interactúan las variables

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por el control de las mediciones de la variable que se realizaron, la tesis fue prospectivo porque se hizo uso de datos primarios. Según el número de mediciones que se realizaron a la variable es longitudinal porque se hizo más de una medición. Por el número de variables fue analítico porque se presentó 2 variables analíticas, capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* y descomposición de residuos de origen animal y vegetal. Por último, de acuerdo a la intervención del investigador fue con intervención. (Supo y Zacarías, 2020)

3.1.1. ENFOQUE

Para el desarrollo de la presente tesis se consideró el enfoque cuantitativo, debido a que se hizo uso de herramientas estadísticas para el análisis de los datos obtenidos (Supo y Zacarías, 2020). Este enfoque se caracteriza por buscar resultados numéricos y verificables, basados en el cumplimiento de los objetivos planteados. En los estudios cuantitativos, las variables constituyen los elementos centrales del análisis y los datos son recolectados en momentos específicos del proceso investigativo, lo que permite medir con precisión los cambios o variaciones ocurridos durante el experimento.

Las características mencionadas se ajustaron plenamente al estudio realizado, el cual midió la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* sobre residuos orgánicos de origen animal y vegetal, permitiendo obtener información objetiva, comparable y susceptible de análisis estadístico (Baena, 2017).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La presente tesis de investigación correspondió al nivel aplicativo, ya que buscó comparar la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* en residuos orgánicos de diferente origen, con el propósito de generar resultados que puedan ser utilizados en el manejo

y tratamiento sostenible de este tipo de desechos. Para alcanzar dicho objetivo, fue necesario emplear métodos experimentales y analíticos, permitiendo obtener información concreta sobre la eficiencia del proceso biológico (Supo y Zacarías, 2020).

La investigación aplicada, también denominada utilitaria o constructiva, se caracteriza por su interés en trasladar los conocimientos teóricos a una situación real y en observar las consecuencias prácticas que de ello se derivan. Este tipo de estudio busca conocer para actuar, construir y modificar la realidad, priorizando la aplicación inmediata de los resultados obtenidos para resolver problemas específicos del entorno (Sánchez et al., 2018).

3.1.3. DISEÑO

La presente tesis contó con un diseño de tipo experimental verdadero, ya que se trabajó con más de un grupo experimental y se aplicó una intervención directa sobre las variables en estudio. Se conformaron dos grupos experimentales: el primero con residuos orgánicos de origen vegetal y el segundo con residuos orgánicos de origen animal, omitiéndose el grupo control debido a que el propósito del estudio fue comparativo (Supo y Zacarías, 2020).

En ambos grupos se realizó la intervención con 50 cucarachas *Periplaneta americana*, las cuales fueron expuestas a los residuos durante un periodo total de 56 días. El proceso consistió principalmente en observar y registrar la variación del peso, volumen, humedad y altura de los residuos a intervalos regulares. Las mediciones se efectuaron en los días 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56, permitiendo monitorear de manera continua la capacidad degradativa de las cucarachas sobre los residuos de distinto origen.

GE1: O1---→X----→O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9

GE2: O1---→X----→O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9

GE1: Grupo experimental de residuos orgánicos de origen vegetal

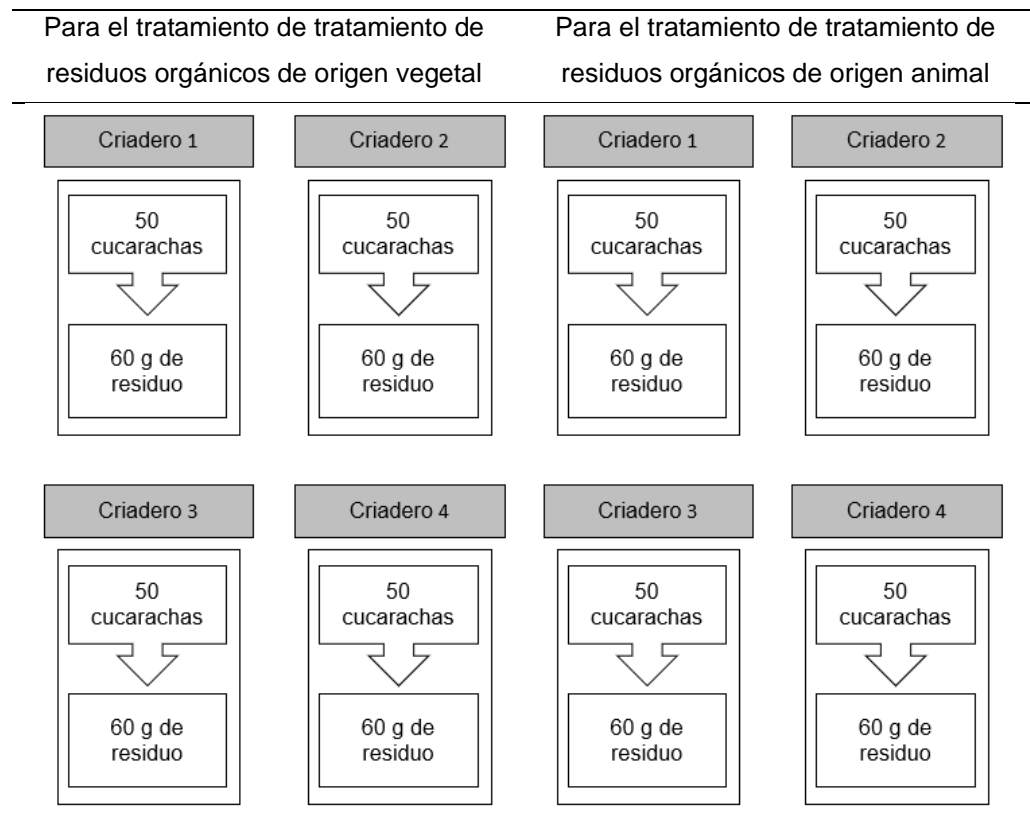
GE2: Grupo experimental de residuos orgánicos de origen animal

X: Intervención con 50 cucarachas

- O1: Observación pre intervención
- O2: Observación post intervención el día 7
- O3: Observación post intervención el día 14
- O4: Observación post intervención el día 21
- O5: Observación post intervención el día 28.
- O6: Observación post intervención el día 35
- O7: Observación post intervención el día 42
- O8: Observación post intervención el día 49
- O9: Observación post intervención el día 56.

Figura 7

Diseño del criadero de la Cucaracha Periplaneta americana



Nota: Elaboración propia

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

El estudio tuvo como población una cantidad representativa de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, recolectados en una vivienda ubicada en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco. Los residuos de origen animal estuvieron conformados principalmente por vísceras de pescado, restos de pollo, pellejos y otros subproductos proteicos, mientras que los residuos de origen vegetal incluyeron restos de frutas, verduras y otros materiales orgánicos de procedencia doméstica. Esta población fue considerada adecuada para el estudio, ya que permitió disponer de materia orgánica fresca y diversa, representativa de los desechos comunes generados en los hogares, asegurando condiciones reales para evaluar la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* en la descomposición de residuos de diferente origen.

Tabla 4

Coordenadas de la tesis

LOCALIZACIÓN UTMWSG 84	
Norte	Este
8900287	363611

Nota. Elaboración propia.

La ejecución del estudio estuvo prevista realizarse en 4 meses desde enero hasta abril del año 2022.

3.2.2. MUESTRA

La muestra del estudio estuvo constituida por 0.24 kg de residuos orgánicos de origen animal con una densidad de 0.6g/cm³ y 0.24 kg de residuos orgánicos de origen vegetal con una densidad de 0.45g/cm³, ambos recolectados en la misma vivienda ubicada en el distrito de Amarilis – Huánuco. Cada tipo de residuo fue dividido en cuatro grupos experimentales, colocando 60 gramos por recipiente, con el fin de garantizar la homogeneidad de las condiciones iniciales en todos los tratamientos.

Esta distribución permitió realizar observaciones comparativas entre los residuos de diferente origen, bajo la misma cantidad de materia orgánica y el mismo número de individuos de *Periplaneta americana* por criadero, asegurando así la validez experimental y la reproducibilidad de los resultados durante el proceso de descomposición.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 5

Técnicas e instrumentos

Variables	Indicadores	Técnica	Instrumentos o recursos
Capacidad degradativa de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> .	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de residuos orgánicos 	Observación directa	Balde para el criadero
Descomposición de residuos de origen animal y vegetal.	<ul style="list-style-type: none"> Peso Volumen Humedad Tamaño 	Observación	<ul style="list-style-type: none"> Balanza Balde Higrómetro Regla

Nota. Elaboración propia.

Protocolo

Según Blas (2016) primero se procede a tener una producción limpia de las cucarachas, recién de ahí se tomarán las que trabajarán en el estudio como se explica en las siguientes líneas:

a) Producción de las cucarachas

La obtención de las cucarachas para el experimento se realizó de manera casera, con el fin de contar con ejemplares limpios, controlados y libres de agentes patógenos. Para ello, se construyeron trampas artesanales elaboradas con platos descartables de menú, donde se colocó una mezcla de leche y polvo Anchor, alimento que sirvió como atrayente. Estas trampas se dejaban instaladas durante un día y al día siguiente se procedía a recolectarlas. La captura se efectuó en distintos

puntos, especialmente en zonas donde usualmente proliferan, como desagües del mercado de Amarilis y ambientes poco iluminados.

Una vez capturadas, las cucarachas fueron trasladadas a baldes de aceite reciclados, previamente lavados y desinfectados, donde se inició su proceso de crianza. Todo el material empleado —baldes, cartón, recipientes, tapas y estructuras internas— fue reciclado, conforme manifestó el tesista, con la finalidad de mantener un enfoque sostenible y disminuir costos.

Las cucarachas requieren un ambiente cálido y húmedo para su adecuado desarrollo, por lo que se mantuvieron en un rango de temperatura entre 28 °C y 32 °C, y una humedad relativa entre 70 % y 90 %, controlada mediante un termo-higrómetro, cuyos registros fueron supervisados periódicamente por el tesista, el asesor y los jurados durante las visitas de campo. Para evitar la aparición de moho o ácaros, se garantizó una ventilación mínima controlada.

Los ejemplares fueron alojados sobre una base de cinco centímetros de hueveras de cartón previamente humedecidas, las cuales sirvieron como refugio y permitieron mantener la oscuridad que esta especie prefiere. Para evitar fugas, se aplicó una fina capa de vaselina en las paredes internas de los baldes.

La alimentación fue sencilla, dado que estos insectos consumen prácticamente cualquier alimento. Se les suministró restos triturados de frutas, verduras, pan duro, galletas, cereales y alimento para peces, perros o gatos. Como fuente de hidratación, se utilizaron trozos finos de manzana o papa, que fueron renovados diariamente para evitar la proliferación de hongos.

b) Construcción de los criaderos de las cucarachas

Con la cantidad requerida de cucarachas ya criadas, se procedió a construir los criaderos definitivos para la experimentación. Siguiendo a Jesús (2019), se utilizó un balde de plástico para cada criadero, todos ellos reciclados y rotulados individualmente. En el interior de cada balde se colocaron hueveras de cartón para mantener la oscuridad, ya que la especie es sensible a la luz.

Cada balde destinado al hábitat de las cucarachas fue conectado mediante un tubo de plástico a un segundo balde, el cual funcionó como depósito de los residuos orgánicos. Cada depósito recibió exactamente 60 g de residuo orgánico, tanto de origen animal como vegetal, previamente pesado en una balanza gramera digital, cuyos datos fueron registrados con supervisión del tesista y los evaluadores.

En total se construyeron ocho criaderos, cuatro para el grupo animal y cuatro para el vegetal. Todos los criaderos fueron instalados en un ambiente con poca luz natural; además, se colocó un costal alrededor del área para reforzar la protección contra la iluminación externa. El proceso experimental se desarrolló durante ocho semanas, realizando una toma de datos cada siete días en base a los indicadores establecidos.

c) Procedimientos para obtener los datos del peso, volumen, altura y humead.

Procedimiento para medir el peso

El peso residual de los residuos orgánicos se midió con una balanza digital incluida dentro de los instrumentos del estudio. En cada observación, el contenido del balde de recolección se vaciaba cuidadosamente en un recipiente previamente tarado y luego se colocaba sobre la balanza. Una vez estabilizada la lectura, se registraba el valor. Este procedimiento se realizó de la misma manera en los cuatro criaderos del grupo animal y en los cuatro criaderos del grupo vegetal. La diferencia entre el peso inicial (60 g) y el peso registrado permitió calcular la cantidad degradada por intervalo.

Procedimiento para medir el volumen

El volumen residual fue determinado usando los mismos baldes empleados como contenedores. Para cada observación, se homogenizaba ligeramente el residuo sin compactarlo y se verificaba el nivel alcanzado dentro del balde, utilizando la escala volumétrica marcada en el interior del recipiente. Este método permitió mantener un criterio uniforme para estimar el volumen a lo largo de todo el periodo experimental.

Procedimiento para medir la altura

La altura del residuo se midió directamente dentro del balde utilizando una regla metálica. La regla se introducía de forma vertical hasta tocar la base del recipiente y se anotaba la altura máxima alcanzada por el material. Esta medición fue útil para identificar el grado de compactación y asentamiento generado por el proceso de descomposición.

Procedimiento para medir la humedad

La humedad relativa fue medida con un higrómetro digital, incluido dentro de los instrumentos del estudio. Para cada medición, el higrómetro se colocaba dentro del criadero y se dejaba allí durante 24 horas, permitiendo que el dispositivo registrara de manera estable la humedad interna del ambiente. Al retirar el instrumento, se anotaba el valor mostrado en la pantalla. El procedimiento se repitió en todos los criaderos siguiendo el mismo tiempo de exposición para mantener la uniformidad de las mediciones.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de los datos obtenidos en el experimento, se emplearon tablas comparativas y gráficos de barras elaborados a partir del análisis estadístico descriptivo e inferencial. Las tablas permitieron organizar y contrastar los valores de peso, volumen, humedad y altura de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal en función de los días de exposición a *Periplaneta americana*, mostrando de manera ordenada las variaciones observadas en cada parámetro.

Asimismo, los gráficos de barras se utilizaron para representar visualmente la tendencia de degradación en ambos tipos de residuos, facilitando la comprensión de las diferencias entre los grupos experimentales y resaltando el comportamiento progresivo de la descomposición.

Estos recursos gráficos y tabulares permitieron sintetizar los resultados de forma clara, didáctica y comparativa, apoyando la interpretación cuantitativa y visual de los datos. Finalmente, para la

redacción de la discusión de resultados y conclusiones se utilizó una narrativa analítica, integrando los hallazgos experimentales con los antecedentes teóricos y empíricos del estudio.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento y análisis de la información se utilizó el programa IBM SPSS Statistics, versión 24, con el propósito de organizar, procesar y examinar los datos obtenidos en la evaluación de la capacidad degradativa de *Periplaneta americana* sobre los residuos orgánicos de origen animal y vegetal.

En una primera etapa, se aplicó un análisis descriptivo, mediante la elaboración de tablas comparativas y gráficos de barras, que permitieron observar la variación del peso, volumen, humedad y altura de los residuos durante los 56 días de exposición. Asimismo, se emplearon gráficos de regresión lineal o de tendencia central, los cuales facilitaron la identificación del comportamiento progresivo de degradación y la relación temporal entre las variables estudiadas, mostrando la pendiente descendente de la descomposición en ambos tipos de residuos.

En una segunda etapa, se desarrolló el análisis inferencial utilizando la prueba t de Student para muestras independientes, a fin de comparar las medias de reducción de peso y volumen entre los grupos animal y vegetal y determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas. Previamente, se aplicó la prueba de Levene para comprobar la homogeneidad de varianzas, adoptándose un nivel de significancia de $p < 0.05$.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

a) Objetivo general

Capacidad degradativa en peso

Tabla 6

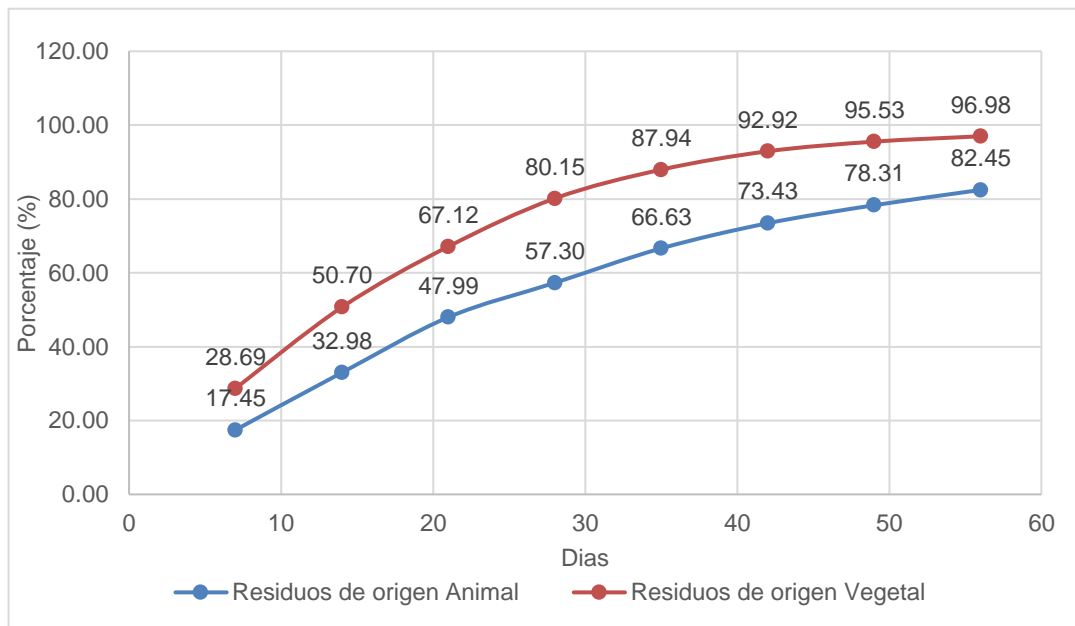
Peso residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana

Día	Residuos de origen Animal		Residuos de origen Vegetal	
	Peso residual (gr.)	% degradativa en peso	Peso residual (gr.)	% degradativa en peso
0	60,00		60,00	
7	49,53	17,45	42,79	28,69
14	40,21	32,98	29,58	50,70
21	31,21	47,99	19,73	67,12
28	25,62	57,30	11,91	80,15
35	20,02	66,63	7,24	87,94
42	15,94	73,43	4,25	92,92
49	13,02	78,31	2,68	95,53
56	10,53	82,45	1,81	96,98

Nota. El porcentaje degradativo representa la reducción acumulada del peso residual respecto al peso inicial registrado en el día 0 para cada tipo de residuo. Los datos evidencian una disminución progresiva del peso en ambos grupos durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*, observándose una mayor eficiencia degradativa en los residuos de origen vegetal, que alcanzaron 96.98% de reducción, frente a 82.45% en los residuos de origen animal al final del experimento. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Figura 8

Peso residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a *Periplaneta americana*



Nota. La figura muestra la variación del porcentaje degradativo acumulado del peso residual de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Se observa una disminución progresiva del peso en ambos tipos de residuos, con una tendencia más pronunciada en los residuos de origen vegetal. Al finalizar el periodo experimental, los residuos vegetales alcanzaron un 96.98% de degradación, mientras que los residuos animales registraron 82.45%, evidenciando una mayor eficiencia degradativa de *Periplaneta americana* sobre el material vegetal. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Capacidad degradativa en volumen

Tabla 7

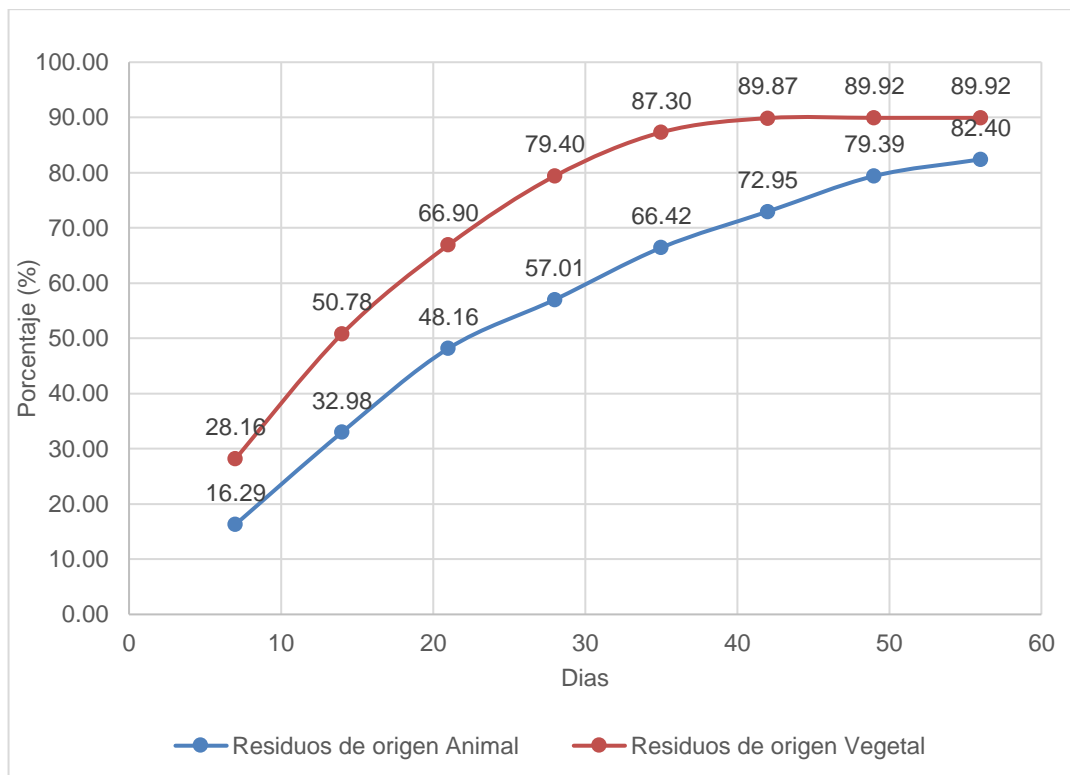
Volumen residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a Periplaneta americana

Días	Residuos de origen Animal		Residuos de origen Vegetal	
	Volumen residual (cm ³)	% degradativa en volumen	Volumen residual(cm ³)	% degradativa en volumen
0	100,00		133,33	
7	82,55	16,29	95,08	28,16
14	67,02	32,98	65,73	50,78
21	52,02	48,16	43,84	66,90
28	42,71	57,01	26,47	79,40
35	33,37	66,42	16,08	87,30
42	26,57	72,95	9,45	89,87
49	21,70	79,39	5,96	89,92
56	17,55	82,40	4,03	89,92

Nota. El porcentaje degradativo corresponde a la reducción acumulada del volumen residual respecto al volumen inicial registrado en el día 0 para cada tipo de residuo. A lo largo de los 56 días de exposición se observa una disminución progresiva del volumen en ambos grupos; sin embargo, los residuos de origen vegetal presentaron una mayor eficiencia degradativa, reduciendo su volumen de 133,33 cm³ a 4,03 cm³, mientras que los residuos de origen animal disminuyeron de 100,00 cm³ a 17,55 cm³. Al día 56, el porcentaje de reducción volumétrica alcanzó 89,92% en los residuos vegetales frente a 82,40% en los residuos animales, evidenciando una mayor compactación y fragmentación del material vegetal durante el proceso de degradación. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Figura 9

Volumen residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a *Periplaneta americana*



Nota. La figura muestra la variación del volumen residual y el porcentaje de degradación acumulada de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Ambos tipos de residuos evidenciaron una reducción progresiva del volumen desde los primeros días del experimento. A los 7 días, los residuos animales presentaron una disminución del 16.29%, mientras que los residuos vegetales alcanzaron una reducción del 28.16%, indicando una mayor susceptibilidad inicial del material vegetal. Conforme avanzó el tiempo, la diferencia entre ambos grupos se incrementó; al día 28, la reducción fue de 57.01% en los residuos animales y de 79.40% en los vegetales. Al finalizar el periodo experimental, el porcentaje de degradación alcanzó 82.40% en los residuos de origen animal y 89.92% en los residuos de origen vegetal, lo que evidencia una mayor eficiencia degradativa del volumen en el material vegetal. Estos resultados reflejan el efecto de fragmentación y compactación biológica generado por la acción de *Periplaneta americana*, particularmente más efectiva en residuos vegetales debido a su menor densidad y mayor porosidad. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Capacidad degradativa en humedad

Tabla 8

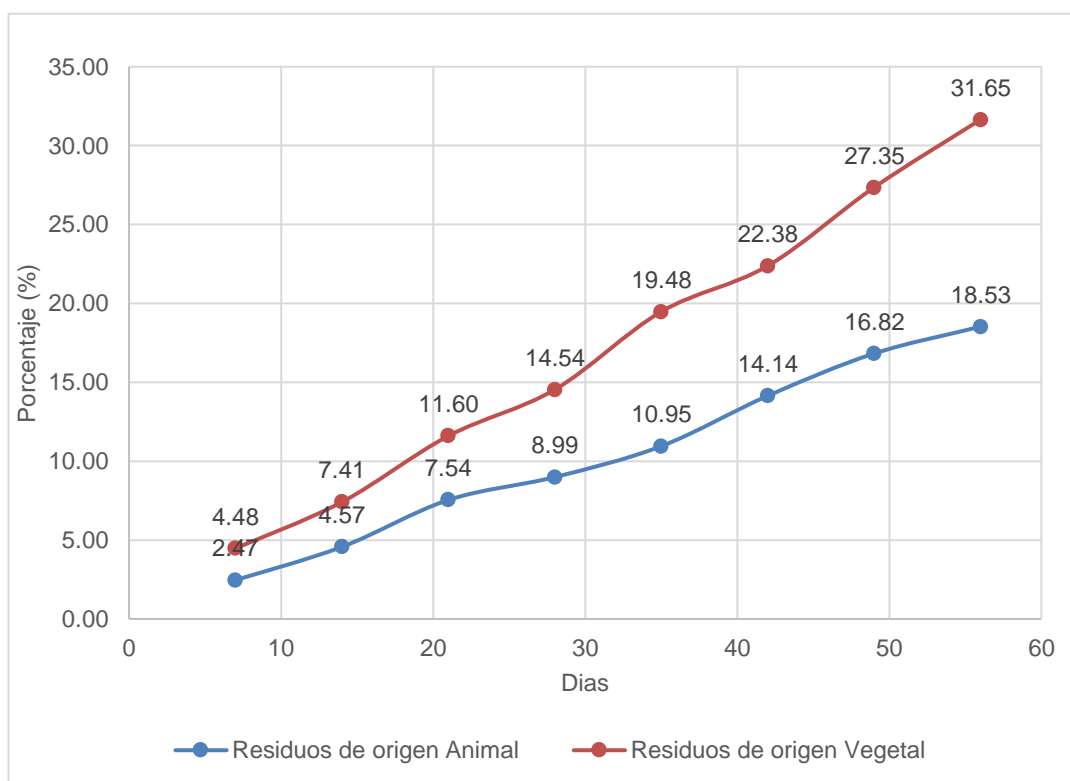
*Humedad residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a *Periplaneta americana**

Días	Residuos de origen Animal		Residuos de origen Vegetal	
	Humedad residual (%)	% degradativa de humedad	Humedad residual (%)	% degradativa de humedad
0	68,95		69,83	
7	67,25	2,47	66,70	4,48
14	65,80	4,57	64,65	7,41
21	63,75	7,54	61,73	11,60
28	62,75	8,99	59,68	14,54
35	61,40	10,95	56,23	19,48
42	59,20	14,14	54,20	22,38
49	57,35	16,82	50,73	27,35
56	56,18	18,53	47,73	31,65

Nota. Los datos evidencian una disminución progresiva de la humedad residual en los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. A los 7 días, la reducción fue de 2.47% en residuos animales y 4.48% en residuos vegetales, mostrando una pérdida hídrica inicial más acelerada en el material vegetal. Conforme avanzó el tiempo, la diferencia se incrementó; a los 28 días, la reducción alcanzó 8.99% en los residuos animales y 14.54% en los vegetales. Al finalizar el periodo experimental (día 56), la reducción acumulada de humedad fue de 18.53% en residuos animales y 31.85% en residuos vegetales, lo que indica una mayor eficiencia degradativa de *Periplaneta americana* sobre residuos vegetales, asociada a su estructura más fibrosa y permeable. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Figura 10

Humedad residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a *Periplaneta americana*



Nota. Los datos evidencian una disminución progresiva de la humedad residual en los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. A los 7 días, la reducción fue de 2.47% en residuos animales y 4.48% en residuos vegetales, mostrando una pérdida hídrica inicial más acelerada en el material vegetal. Conforme avanzó el tiempo, la diferencia se incrementó; a los 28 días, la reducción alcanzó 8.99% en los residuos animales y 14.54% en los vegetales. Al finalizar el periodo experimental (día 56), la reducción acumulada de humedad fue de 18.53% en residuos animales y 31.85% en residuos vegetales, lo que indica una mayor eficiencia degradativa de *Periplaneta americana* sobre residuos vegetales, asociada a su estructura más fibrosa y permeable. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Capacidad degradativa en altura

Tabla 9

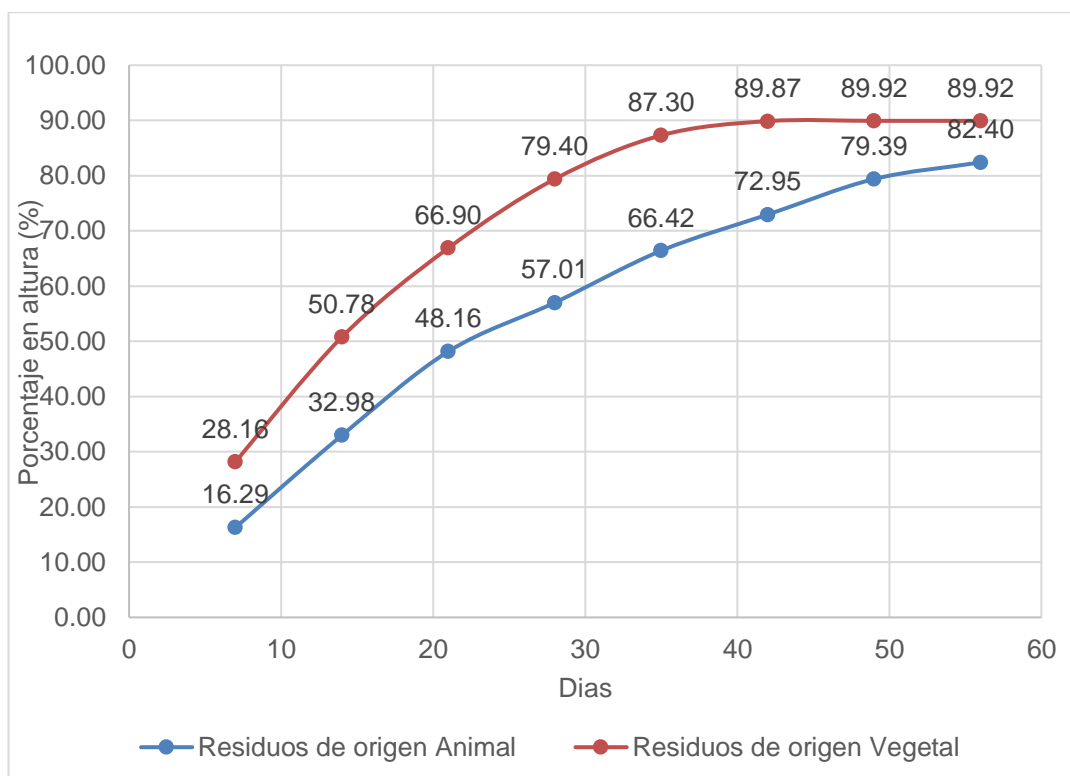
Altura residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a *Periplaneta americana*.

Días	Residuos de origen Animal		Residuos de origen Vegetal	
	Altura residual (cm)	% degradativa en altura	Altura residual (cm)	% degradativa en altura
0	4,97		4,96	
7	4,16	16,29	3,57	28,16
14	3,33	32,98	2,44	50,78
21	2,58	48,16	1,64	66,90
28	2,14	57,01	1,02	79,40
35	1,67	66,42	0,63	87,30
42	1,35	72,95	0,50	89,87
49	1,03	79,39	0,50	89,92
56	0,88	82,40	0,50	89,92

Nota. La tabla presenta la variación de la altura residual y el porcentaje de reducción acumulada de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Ambos tipos de residuos mostraron una disminución progresiva de la altura, reflejando el proceso de compactación y colapso estructural generado por la degradación biológica. A los 7 días, la altura de los residuos animales se redujo en 16.29%, mientras que en los vegetales la reducción fue de 28.16%. Al término del experimento, la reducción acumulada alcanzó 82.40% en los residuos animales y 89.92% en los vegetales, evidenciando una compactación más rápida y completa del material vegetal, atribuida a su menor densidad y mayor facilidad de fragmentación. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Figura 11

Altura residual y porcentaje degradativa del peso respecto al valor inicial (día 0) por días de exposición a *Periplaneta americana*



Nota. La figura ilustra la evolución del porcentaje de reducción de la altura de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Desde los primeros días se observa una reducción más acelerada en los residuos vegetales. A los 21 días, la reducción en altura fue de 48.16% en residuos animales y 66.90% en vegetales; al día 56, los valores alcanzaron 82.40% y 89.92%, respectivamente. Estos resultados confirman que los residuos vegetales experimentan una mayor compactación vertical durante el proceso degradativo, lo que evidencia una mayor eficiencia biológica de *Periplaneta americana* en la descomposición de este tipo de material orgánico. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

b) Objetivo específico 1

Tabla 10

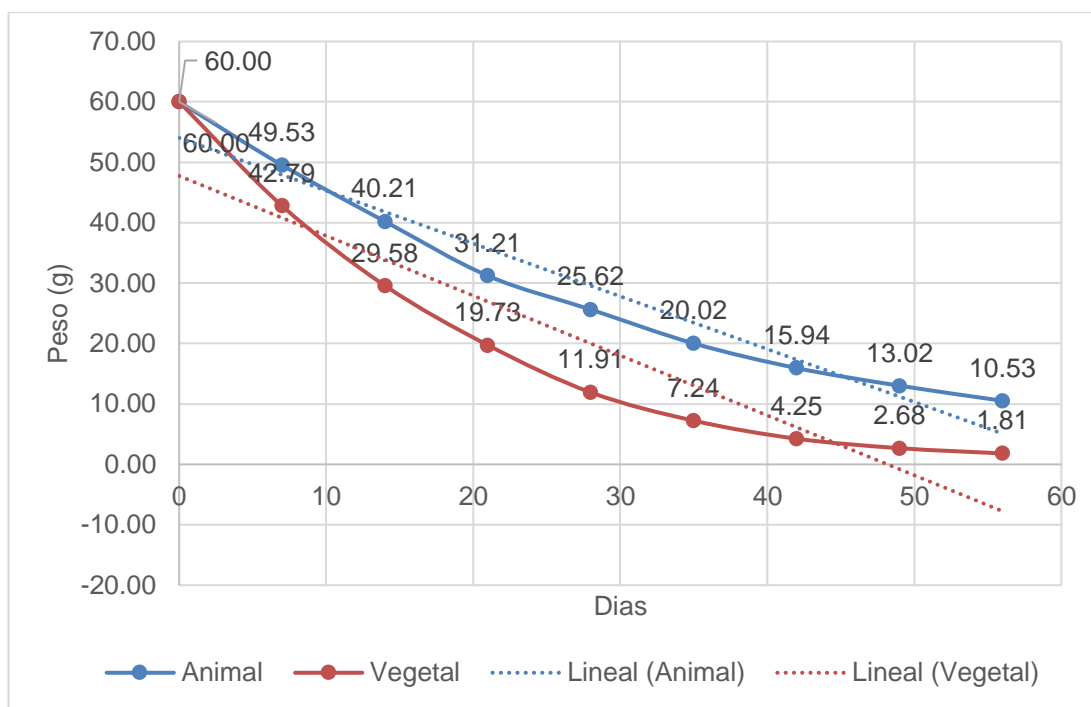
*Variación del peso residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a *Periplaneta americana**

Día	Residuo Animal(gr.)	Residuo Vegetal (gr.)
0	60,00	60,00
7	49,53	42,79
14	40,21	29,58
21	31,21	19,73
28	25,62	11,91
35	20,02	7,24
42	15,94	4,25
49	13,02	2,68
56	10,53	1,81

Nota. La tabla muestra la variación del peso residual de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Ambos tipos de residuos iniciaron con un peso de 60 g, observándose una disminución continua conforme avanzó el proceso degradativo. A los 7 días, el peso residual fue de 49.53 g en los residuos animales y 42.79 g en los vegetales, evidenciando una mayor velocidad de degradación en estos últimos. Esta diferencia se acentuó con el tiempo; al día 28, el peso residual animal fue de 25.62 g frente a 11.91 g en los vegetales, y al finalizar el periodo experimental (día 56), los valores alcanzaron 10.53 g y 1.81 g, respectivamente. Estos resultados confirman que la degradación de los residuos vegetales fue más rápida y eficiente, mientras que los residuos animales conservaron mayor masa durante el proceso. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Figura 12

Variación del peso residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a *Periplaneta americana*



Nota. La figura representa la tendencia temporal de la reducción del peso residual de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Se observa una disminución progresiva en ambos grupos, con una pendiente más pronunciada en los residuos vegetales. Desde los primeros 7 días, los residuos vegetales muestran una reducción más acelerada que los animales, tendencia que se mantiene a lo largo del tiempo. Al finalizar el experimento, los residuos vegetales alcanzaron un peso residual de 1.81 g, mientras que los residuos animales registraron 10.53 g, evidenciando una mayor capacidad bioconvertidora de *Periplaneta americana* sobre el material vegetal, atribuida a su menor densidad y mayor facilidad de fragmentación biológica. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

c) Objetivo específico 2

Tabla 11

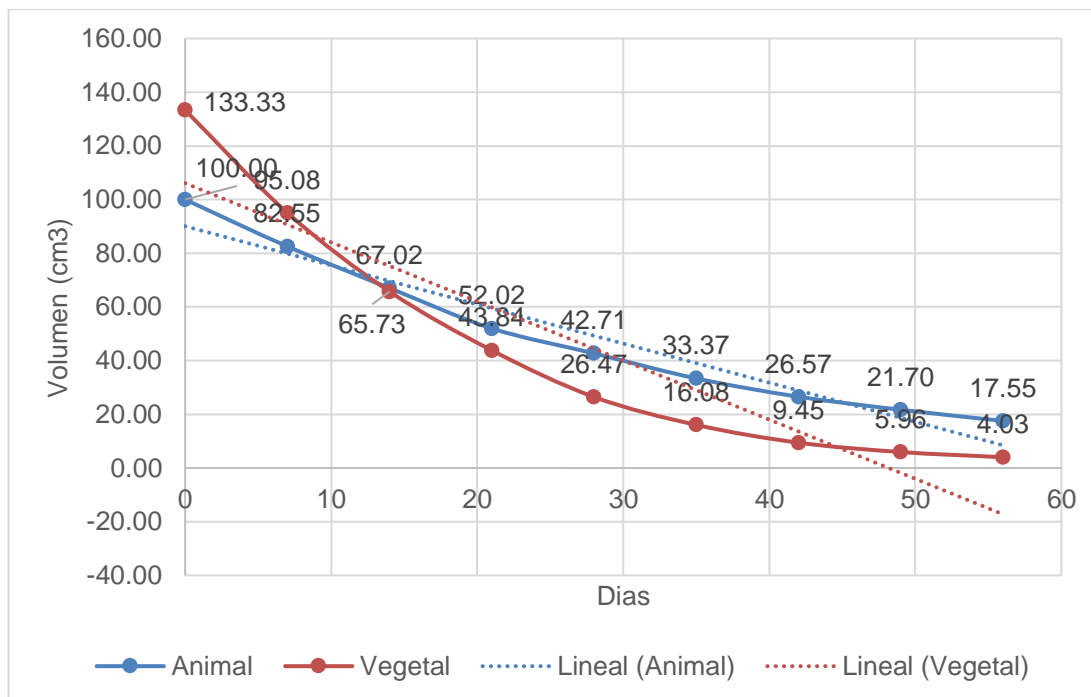
*Variación del volumen residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a *Periplaneta americana**

Día	Residuo Animal(cm3)	Residuo Vegetal (cm3)
0	100,00	133,33
7	82,55	95,08
14	67,02	65,73
21	52,02	43,84
28	42,71	26,47
35	33,37	16,08
42	26,57	9,45
49	21,70	5,96
56	17,55	4,03

Nota. La tabla muestra la variación del volumen residual de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Ambos tipos de residuos evidenciaron una disminución progresiva del volumen, reflejando los procesos de fragmentación, compactación y consumo del material orgánico por acción biológica de las cucarachas. Al inicio, los residuos vegetales presentaron un mayor volumen (133.33 cm³) en comparación con los animales (100 cm³). A los 7 días, los volúmenes se redujeron a 95.08 cm³ en los vegetales y 82.55 cm³ en los animales, mostrando una mayor pérdida volumétrica inicial en el material vegetal. Esta diferencia se acentuó con el tiempo; al día 28, el volumen residual fue de 42.71 cm³ en los residuos animales frente a 26.47 cm³ en los vegetales. Al finalizar el experimento (día 56), los residuos vegetales alcanzaron un volumen residual de 4.03 cm³, mientras que los animales conservaron 17.55 cm³, confirmando una degradación volumétrica más rápida y eficiente en los residuos vegetales. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Figura 13

Variación del volumen residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a *Periplaneta americana*



Nota. La figura representa la tendencia de reducción del volumen residual de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Se observa una disminución constante del volumen en ambos grupos, con una pendiente más pronunciada en los residuos vegetales a lo largo de todo el periodo experimental. Desde las primeras evaluaciones, los residuos vegetales muestran una mayor pérdida volumétrica en comparación con los animales, tendencia que se mantiene hasta el final del experimento. Al día 56, los residuos vegetales alcanzaron un volumen residual mínimo de 4.03 cm³, frente a 17.55 cm³ en los residuos animales, evidenciando una mayor susceptibilidad del material vegetal a la fragmentación y compactación biológica. Estos resultados confirman la eficiencia de *Periplaneta americana* como agente bioconvertidor del volumen de residuos orgánicos vegetales. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

d) Objetivo específico 3

Tabla 12

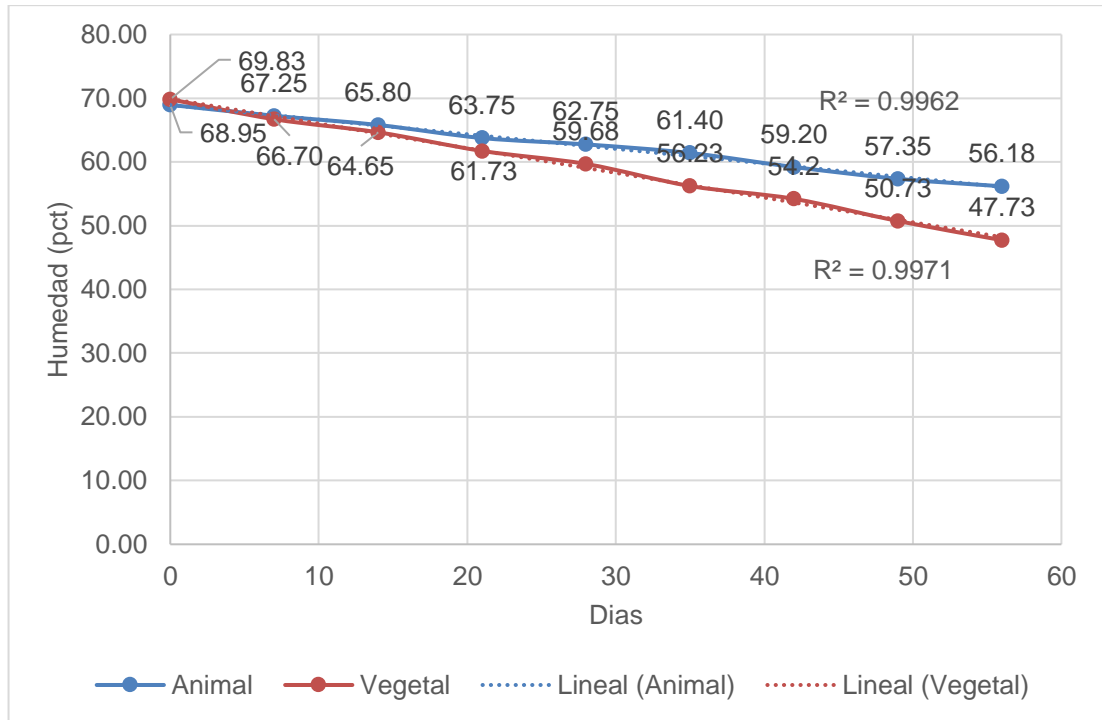
*Variación de la humedad residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a *Periplaneta americana**

Día	Residuo Animal (%)	Residuo Vegetal (%)
0	68,95	69,83
7	67,25	66,70
14	65,80	64,65
21	63,75	61,73
28	62,75	59,68
35	61,40	56,23
42	59,20	54,2
49	57,35	50,73
56	56,18	47,73

Nota. La tabla presenta la variación de la humedad residual de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Ambos tipos de residuos mostraron una disminución progresiva del contenido de humedad, asociada a los procesos de descomposición biológica, evaporación y consumo del material orgánico por acción de las cucarachas. Al inicio del experimento, la humedad fue similar en ambos grupos (68.95% en residuos animales y 69.83% en vegetales). A los 7 días, los valores descendieron ligeramente a 67.25% y 66.70%, respectivamente. Conforme avanzó el periodo experimental, la pérdida de humedad fue más pronunciada en los residuos vegetales; al día 28 alcanzaron 59.68%, mientras que los residuos animales conservaron 62.75%. Al finalizar el experimento (día 56), los residuos vegetales registraron una humedad residual de 47.73%, frente a 56.18% en los residuos animales, evidenciando una mayor pérdida hídrica y un proceso degradativo más eficiente en el material vegetal. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Figura 14

Variación de la humedad residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a *Periplaneta americana*



Nota. La figura ilustra la tendencia de disminución de la humedad residual de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Se observa una reducción sostenida de la humedad en ambos tipos de residuos, con una pendiente más pronunciada en los residuos vegetales a lo largo del periodo experimental. Desde las primeras mediciones, los residuos vegetales presentan una mayor pérdida de humedad en comparación con los animales, tendencia que se acentúa conforme avanza el tiempo. Al término del experimento, la humedad residual fue notablemente menor en los residuos vegetales (47.73%) frente a los animales (56.18%), lo que indica una mayor permeabilidad y liberación de agua del material vegetal. Estos resultados confirman que la pérdida hídrica favorece un proceso de descomposición más acelerado y eficiente en los residuos vegetales. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

e) Objetivo específico 4

Tabla 13

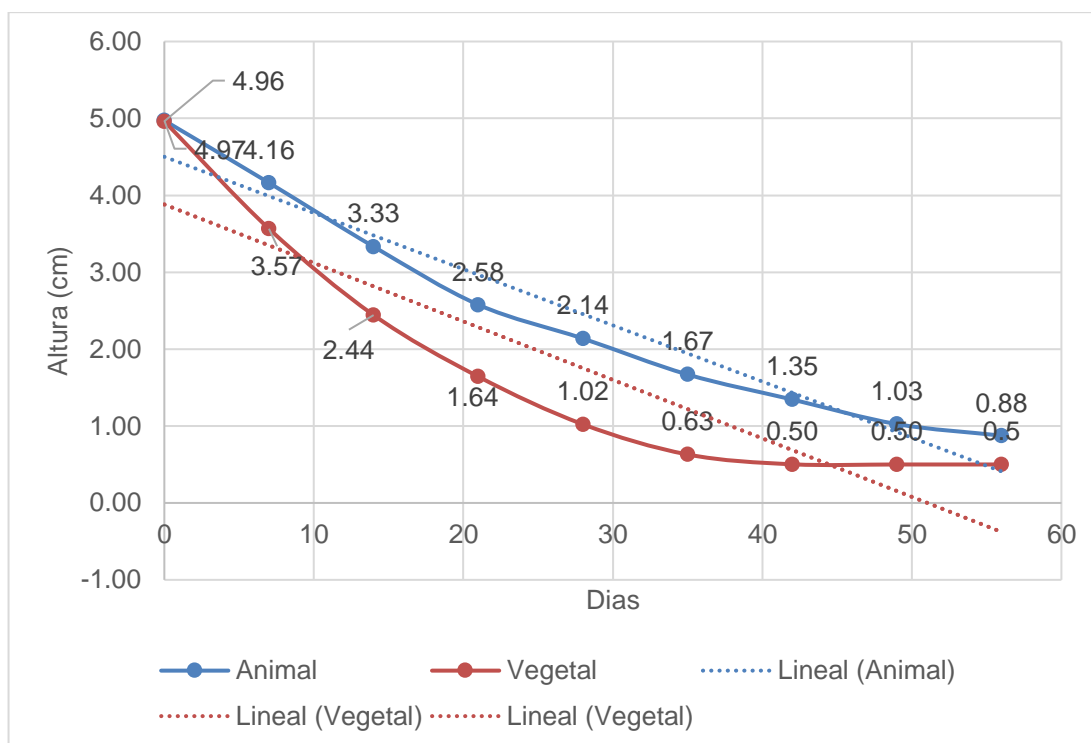
*Variación de la altura residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a *Periplaneta americana**

Día	Residuo Animal(cm)	Residuo Vegetal (cm)
0	4,97	4,96
7	4,16	3,57
14	3,33	2,44
21	2,58	1,64
28	2,14	1,02
35	1,67	0,63
42	1,35	0,50
49	1,03	0,50
56	0,88	0,5

Nota. La tabla presenta la variación de la altura residual de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Ambos tipos de residuos mostraron una reducción progresiva de la altura, asociada a los procesos de compactación, colapso estructural y degradación biológica del material orgánico. Al inicio del experimento, las alturas fueron similares en ambos grupos (4.97 cm en residuos animales y 4.96 cm en vegetales). A los 7 días, la altura disminuyó a 4.16 cm en los residuos animales y a 3.57 cm en los vegetales, evidenciando una mayor compactación inicial del material vegetal. Conforme avanzó el periodo experimental, la diferencia se acentuó; al día 28, los residuos animales registraron una altura de 2.14 cm, mientras que los vegetales descendieron a 1.02 cm. Al finalizar el experimento (día 56), las alturas residuales fueron de 0.88 cm en los residuos animales y 0.50 cm en los vegetales, lo que evidencia una mayor reducción vertical y degradación física en los residuos de origen vegetal. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Figura 15

Variación de la altura residual de residuos orgánicos de origen animal y vegetal por días de exposición a *Periplaneta americana*



Nota. La figura muestra la tendencia de disminución de la altura residual de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Se observa una reducción continua de la altura en ambos tipos de residuos, con una pendiente más pronunciada en los residuos vegetales a lo largo del periodo experimental. Desde las primeras evaluaciones, el material vegetal presenta una mayor compactación y colapso estructural en comparación con los residuos animales. Esta tendencia se mantiene hasta el final del experimento, donde la altura residual alcanza 0.50 cm en los residuos vegetales frente a 0.88 cm en los animales. Los resultados evidencian una mayor degradación física y compactación del material vegetal, atribuible a su estructura más liviana y fibrosa, lo que facilita la acción degradativa de *Periplaneta americana*. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

Hipótesis general

Hi: La capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* es diferente para la descomposición de residuos orgánicos de origen animal y vegetal.

Ho: La capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* no es diferente para la descomposición de residuos orgánicos de origen animal y vegetal.

Prueba de T de Student para grupos independientes

Con el propósito de contrastar la hipótesis general, según la cual la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* difiere entre los residuos orgánicos de origen animal y vegetal, se aplicó una prueba t de Student para muestras independientes sobre los porcentajes de reducción de peso y volumen obtenidos a los 56 días de experimentación.

- Residuos de origen animal: Grupo 1 (Animal)
- Residuos de origen vegetal: Grupo 2 (Vegetal)

Cada grupo tiene sus propios criaderos, con sus propios datos (peso, volumen, etc.). No son las mismas cucarachas actuando sobre ambos tipos de residuos en el mismo criadero, sino grupos diferentes de observaciones (4 criaderos para animal y 4 para vegetal). Por eso, estadísticamente se consideran **dos muestras independientes**.

Tabla 14

Prueba de T de Student sobre porcentajes de reducción de peso obtenidos a los 56 días

	Grupo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Reduccion_Peso	Animal	4	82,4475	0,56718	0,28359
	Vegetal	4	96,9800	0,04000	0,02000

Nota. La tabla presenta los estadísticos descriptivos del porcentaje de reducción de peso a los 56 días de exposición a *Periplaneta americana*. Los residuos de origen animal alcanzaron una reducción promedio de 82.45%,

mientras que los residuos de origen vegetal registraron una reducción promedio de 96.98%. En ambos grupos se observa una baja dispersión de los datos, reflejada en valores reducidos de desviación estándar y error promedio, lo que indica consistencia en el comportamiento de los criaderos evaluados. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Tabla 15

Prueba t para la igualdad de medias en Reduccion_Peso

Reducción_Peso	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	5,23	0,06	-51,12	6,00	0,00	-14,53	-15,23	-13,84
No se asumen varianzas iguales			-51,12	3,03	0,00	-14,53	-15,43	-13,63

Nota. La prueba de Levene indicó homogeneidad de varianzas entre los grupos ($F = 5.23$; $p = 0.06$), por lo que se asumieron varianzas iguales. La prueba t de Student evidenció una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de reducción de peso entre los residuos de origen animal y vegetal ($t(6) = -51.12$; $p < 0.001$). La diferencia de medias fue de -14.53 puntos porcentuales, con un intervalo de confianza del 95% comprendido entre -15.23 y -13.84 , lo que confirma que el porcentaje de reducción fue mayor en los residuos de origen vegetal. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Tabla 16

Prueba de T de Student sobre porcentajes de reducción de volumen obtenidos a los 56 días

Grupo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Reduccion_Volumen_pct	Animal	4	82,4475	0,56718
	Vegetal	4	96,9800	0,04000

Nota. Los resultados muestran que, al día 56 de exposición, los residuos de origen animal presentaron una reducción promedio del volumen de 82.45%, mientras que los residuos de origen vegetal alcanzaron una reducción promedio de 96.98% respecto al volumen inicial. Las desviaciones estándar

fueron bajas en ambos grupos, lo que indica una variabilidad mínima y una respuesta homogénea del proceso de reducción volumétrica en los criaderos evaluados. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Tabla 17

Prueba t para la igualdad de medias en Reducción_Volumen

Reducción_Volumen	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	5,23	0,06	-51,12	6,00	0,00	-14,53	-15,23	-13,84
No se asumen varianzas iguales			-51,12	3,03	0,00	-14,53	-15,43	-13,63

Nota. La prueba de Levene indicó que se cumple el supuesto de igualdad de varianzas ($F = 5.23$; $p = 0.06$), por lo que se consideraron los resultados bajo la condición de varianzas iguales. La prueba t mostró una diferencia estadísticamente significativa en la reducción del volumen entre los residuos de origen animal y vegetal ($t(6) = -51.12$; $p < 0.001$). La diferencia promedio de medias fue de -14.53 puntos porcentuales, con un intervalo de confianza del 95% entre -15.23% y -13.84% , lo que evidencia una mayor reducción del volumen en los residuos vegetales al finalizar los 56 días de exposición. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

Contrastación de la hipótesis general

Tabla 18

Diferencias estadísticamente significativas entre los residuos de origen animal y vegetal.

Variable	Grupo Animal (Media %)	Grupo Vegetal (Media %)	t	gl	Sig. (p)	Decisión
Reducción de peso	82.45	96.98	-51.12	6	0.000	$p < 0.05$ Rechaza H_0
Reducción de volumen	82.45	96.98	-51.12	6	0.000	$p < 0.05$ Rechaza H_0

Nota. La comparación de medias mediante la prueba t de Student para muestras independientes evidenció diferencias estadísticamente significativas

entre los residuos de origen animal y vegetal tanto en la reducción de peso como en la reducción de volumen. En ambos casos, los residuos vegetales alcanzaron una reducción promedio de 96.98%, mientras que los residuos animales registraron 82.45%.

Los valores de significancia obtenidos ($p < 0.05$) permitieron rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, concluyéndose que la capacidad degradativa de *Periplaneta americana* es diferente para la descomposición de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Elaboración propia con datos experimentales (2025).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Discusión de la hipótesis general

El objetivo general buscó comparar la capacidad degradativa de *Periplaneta americana* sobre residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Los resultados fueron claros: las diferencias entre ambos grupos fueron estadísticamente significativas. La prueba t de Student para muestras independientes mostró un valor de $t(6) = -51.12$ con $p < 0.001$, lo que indica que la probabilidad de obtener esta diferencia por azar es prácticamente nula. Al finalizar los 56 días, los residuos vegetales registraron una reducción promedio de 96.98%, mientras que los de origen animal alcanzaron 82.45%, generando una diferencia de 14.53 puntos porcentuales a favor del material vegetal. Esto confirma la hipótesis alterna y descarta la hipótesis nula. Estos resultados coinciden con lo reportado por Calderón y Vega (2021), quienes observaron que los residuos vegetales principalmente frutas y verduras se degradan más rápido que los residuos ricos en proteínas. Asimismo, Hurtado (2021), Macazana y Villagra (2020) y Vilca (2019) encontraron que *P. americana* reduce de manera significativa tanto el peso como el volumen de los residuos orgánicos domésticos. A nivel local, Jesús (2020) y Del Castillo (2020) también reportaron reducciones superiores al 50% del volumen en pocos días usando la misma especie. En conjunto, la comparación confirma que *Periplaneta americana* presenta una mayor capacidad bioconvertidora sobre residuos vegetales, probablemente por su estructura menos densa y más fibrosa, que facilita la fragmentación y consumo.

Discusión de la hipótesis específico 1

El peso residual disminuyó en ambos grupos a lo largo de los 56 días, pero con una diferencia marcada. Los residuos animales pasaron de 60 g a 10.53 g, mientras que los vegetales descendieron de 60 g a 1.81 g, logrando una degradación acumulada de 82.45% y 96.98%, respectivamente. La degradación más rápida de los residuos vegetales concuerda con Calderón y Vega (2021), quienes encontraron un consumo más eficiente en materiales

ricos en carbohidratos. Esto también respalda lo observado por Jesús (2020), quien reportó reducciones mayores al 50% del peso total en solo una semana usando *P. americana*. La diferencia puede explicarse por la composición más blanda y porosa de los residuos vegetales, frente a la textura compacta y grasosa de los residuos animales, que dificultan su fragmentación y disminuyen la velocidad de consumo.

Discusión de la hipótesis específico 2

El volumen disminuyó progresivamente en ambos tipos de residuos. Los vegetales se redujeron de 133.33 cm³ a 4.03 cm³, mientras que los animales descendieron de 100 cm³ a 17.55 cm³ al día 56. La reducción fue notablemente mayor en los residuos vegetales. Estos resultados coinciden con Macazana y Villagra (2020), quienes demostraron que *P. americana* puede compactar y fragmentar rápidamente residuos de origen vegetal. También son similares a lo encontrado por Vilca (2019), que reportó reducciones significativas de volumen en residuos urbanos tratados con cucarachas. La explicación es consistente: el material vegetal se colapsa más fácilmente por su baja rigidez estructural, facilitando su compactación durante el proceso de degradación.

Discusión de la hipótesis específico 3

La humedad residual en los residuos vegetales descendió de 69.83% a 47.73%, mientras que en los residuos animales bajó de 68.95% a 56.18%. La pérdida de humedad fue más notable en los vegetales, lo cual se entiende considerando su mayor contenido hídrico inicial y su estructura más permeable. Estos resultados están en línea con lo reportado por Espinoza y Zambrano (2020), quienes indicaron que la liberación de humedad es un indicador directo del proceso de descomposición. Asimismo, Calderón y Vega (2021) explicaron que la fibra y el contenido de agua en vegetales generan mayor evaporación y pérdida de humedad durante la biodegradación. Por tanto, la disminución de humedad registrada confirma la degradación activa y evidencia un proceso más acelerado en el material vegetal.

Discusión de la hipótesis específico 4

La altura residual también mostró una disminución constante. Los residuos animales pasaron de 4.97 cm a 0.88 cm, mientras que los vegetales se redujeron de 4.96 cm a 0.50 cm. Esta diferencia refleja una compactación

más rápida del material vegetal. Estos hallazgos coinciden con lo descrito por Vilca (2019) y Hurtado (2021), quienes señalaron que el colapso estructural del material es uno de los primeros signos visibles de degradación por insectos descomponedores. Asimismo, Rivas (2020) mencionó que la acción enzimática y microbiana en el tracto digestivo de las cucarachas acelera la desintegración de la materia orgánica, lo cual se traduce en una reducción evidente del tamaño. La mayor disminución en la altura del residuo vegetal confirma su mayor susceptibilidad a la compactación y fragmentación.

CONCLUSIONES

Se comparó la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025, determinándose que la especie presentó una mayor eficiencia sobre los residuos vegetales. Los resultados inferenciales mostraron diferencias estadísticamente significativas ($t(6)=-51.12$; $p<0.001$) entre ambos grupos, con una reducción promedio de 96.98% en los residuos vegetales frente a 82.45% en los animales. Esta diferencia confirma que *Periplaneta americana* degradó con mayor rapidez y efectividad la materia vegetal, atribuida a su menor densidad, alto contenido de fibra y facilidad de fragmentación, mientras que los residuos animales, por su composición lipídica y proteica, ofrecieron mayor resistencia. La cucaracha *Periplaneta americana* posee una capacidad biológica significativamente superior para la descomposición de residuos vegetales, consolidándose como un agente bioconvertidor eficiente y sostenible en el tratamiento de residuos orgánicos.

Se monitoreó la variación del peso de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al ser descompuestos por la cucaracha *Periplaneta americana*, comprobándose una reducción progresiva y sostenida del peso en ambos tipos de residuos durante los 56 días de exposición. Desde el día 7, los residuos vegetales mostraron una disminución más acelerada, pasando de 60 g a 42.79 g, mientras que los residuos animales alcanzaron 49.53 g. Esta tendencia se mantuvo hasta el día 56, donde el peso vegetal se redujo a 1.81 g y el animal a 10.53 g. Los resultados demuestran que la degradación de los residuos vegetales fue más rápida y eficiente, atribuida a su menor densidad y mayor contenido fibroso, que facilita la fragmentación y digestión. La *Periplaneta americana* posee una mayor capacidad degradativa sobre la materia vegetal, evidenciando su eficacia como agente bioconvertidor de residuos orgánicos.

Se determinó la variación del volumen de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al ser descompuestos por *Periplaneta americana*, comprobándose una disminución constante en ambos tipos de residuos, pero con mayor eficiencia en los vegetales. Al finalizar el periodo de exposición, el volumen residual vegetal se redujo de 133.33 cm³ a 4.03 cm³, mientras que el

animal descendió de 100 cm³ a 17.55 cm³. Estos resultados evidencian una compactación y fragmentación más rápida del material vegetal, producto de su estructura blanda y mayor porosidad. Se concluye que la reducción del volumen confirma la capacidad de *Periplaneta americana* para descomponer de forma más efectiva los residuos vegetales, contribuyendo a disminuir su volumen inicial y demostrando su potencial utilidad en procesos biotecnológicos de gestión de residuos orgánicos.

Se monitoreó la variación de la humedad en los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al ser degradados por la cucaracha *Periplaneta americana*, observándose una pérdida progresiva del contenido de agua en ambos tipos, aunque más acentuada en los residuos vegetales. Al día 56, la humedad de los residuos vegetales se redujo de 69.83% a 47.73%, mientras que en los animales pasó de 68.95% a 56.18%. Esta diferencia se relaciona con la estructura más fibrosa y permeable del material vegetal, que facilita la evaporación y la descomposición biológica. Se concluye que la reducción de la humedad demuestra la eficiencia del proceso degradativo en los residuos vegetales, reforzando la capacidad bioconvertidora de *Periplaneta americana* y su contribución en la estabilización y transformación de materia orgánica húmeda.

Se determinó la variación de la altura de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal durante la descomposición por *Periplaneta americana*, verificándose una disminución continua y sostenida en ambos casos. Al término del experimento, la altura de los residuos animales se redujo de 4.97 cm a 0.88 cm, mientras que la de los vegetales descendió de 4.96 cm a 0.50 cm. La mayor reducción en los residuos vegetales refleja una compactación más acelerada y una desintegración estructural más completa, consecuencia de su textura ligera y facilidad de fragmentación. Se concluye que la reducción de la altura evidencia una mayor degradación física en los residuos vegetales y reafirma la eficiencia biológica de *Periplaneta americana* como organismo descomponedor en la conversión de residuos sólidos orgánicos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda fomentar programas piloto de bioconversión de residuos orgánicos utilizando la especie *Periplaneta americana* como agente degradador, priorizando la fracción vegetal por su mayor eficiencia de descomposición. Instituciones públicas, universidades y gobiernos locales podrían implementar proyectos de investigación aplicada que integren este método en sistemas de gestión integral de residuos sólidos, especialmente en mercados, comedores y establecimientos educativos. Asimismo, se sugiere promover estudios complementarios sobre la composición bioquímica de los residuos y la productividad del insecto, con el fin de desarrollar modelos sostenibles de aprovechamiento de la biomasa generada, ya sea como insumo para la producción de abonos, proteínas animales o biogás, contribuyendo así a la economía circular y a la mitigación del impacto ambiental causado por los residuos orgánicos.
- Se recomienda realizar investigaciones a escala semiindustrial que evalúen el potencial de *Periplaneta americana* en la reducción del peso de residuos orgánicos en diferentes contextos (doméstico, institucional y municipal). Los resultados obtenidos justifican su implementación como alternativa biotecnológica para la gestión de residuos vegetales, especialmente aquellos generados en mercados o plantas agroindustriales. Además, se sugiere incorporar esta especie en proyectos educativos ambientales que promuevan la separación de residuos en la fuente, destacando la importancia de las cucarachas como organismos descomponedores. Finalmente, se recomienda fortalecer la articulación entre gobiernos locales y universidades para establecer protocolos de control biológico y manejo sanitario, garantizando un uso seguro y eficiente de *Periplaneta americana* en procesos de conversión de residuos en biomasa útil.
- Se recomienda que los programas de manejo de residuos orgánicos incluyan el monitoreo del volumen degradado mediante el uso de las cucarachas *Periplaneta americana*, para optimizar la capacidad de almacenamiento y reducir el espacio destinado a disposición final. Los

resultados demuestran que la especie puede ser integrada en plantas de tratamiento descentralizadas como mecanismo de compactación biológica y fragmentación natural del material vegetal. Asimismo, se sugiere desarrollar proyectos de ingeniería ambiental que evalúen el diseño de biodigestores o bioceldas que utilicen esta especie en combinación con otras técnicas biológicas (como lombricultura o compostaje). De esta forma, se potenciaría la eficiencia volumétrica del proceso, disminuyendo significativamente la carga de residuos que llega a los vertederos municipales y contribuyendo al cumplimiento de las metas de reducción establecidas en los planes de gestión ambiental.

- Se recomienda incorporar el control de la humedad como parámetro esencial en futuras investigaciones sobre la degradación de residuos mediante *Periplaneta americana*, dado que este factor influye directamente en la velocidad y eficiencia del proceso biológico. Las plantas piloto o programas de aprovechamiento deberían mantener niveles de humedad y temperatura óptimos para asegurar el desarrollo y la actividad metabólica de las cucarachas. Asimismo, se sugiere combinar este tipo de estudios con el análisis de parámetros fisicoquímicos (pH, carbono, nitrógeno) para establecer modelos predictivos de degradación. Implementar estos controles permitirá diseñar sistemas biotecnológicos más estables y eficientes, capaces de transformar residuos orgánicos húmedos en biomasa o abono orgánico de alta calidad, fortaleciendo la sostenibilidad del tratamiento biológico de desechos.
- Se recomienda realizar seguimientos estructurales y morfológicos de los residuos durante el proceso de degradación con la cucaracha *Periplaneta americana*, a fin de analizar la relación entre la reducción de altura y la densidad del material degradado. Este parámetro puede servir como indicador físico rápido de la eficiencia del proceso. Además, se sugiere evaluar el uso de esta especie en mezclas de residuos animales y vegetales, para determinar el efecto de la composición sobre la compactación y la estabilidad final del material. Del mismo modo, los proyectos municipales de manejo de residuos deberían incorporar

metodologías basadas en biofragmentación controlada, utilizando la altura residual como indicador de avance del proceso. Con ello se fortalecería la aplicación práctica de *Periplaneta americana* en la gestión ambiental, optimizando la reducción física y el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos biodegradables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, R., Valiente, Y., Oliver, D., Franco, C., Díaz, F., Méndez, F. y Luna, C. (2018). *Inadecuado uso de los residuos sólidos y su impacto en la contaminación ambiental*. SCIENDO, 21(4), 401–407. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/2202/2089>
- André, F. y Cerdá, E. (2006). *Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas*. Cuadernos Económicos de ICE, (71), 71–91. <http://www.revistasice.com/index.php/CICE/article/view/5880/5880>
- Arango, G. y Agudelo, L. (2004). *Valor biológico de las cucarachas en el compost*. Revista LASALLISTA, 1(1), 96–98. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69511015.pdf>
- Arce, B. A. y Enciso, Q. S. (2009). *Efecto del fruto de la planta viguere (Solanum mammosum) sobre la cucaracha peridoméstica (Periplaneta americana)*. Universidad de La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/20fca189-9841-4d3d-b5f2-8c67f4981e5b/full>
- Azofeifa, D. y Zumbado, M. (2018). *Insectos de importancia agrícola. Guía básica de entomología*. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3ra ed.). Editorial Patria. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Barbara, K. (2025). *Cucaracha americana, Periplaneta americana (Linnaeus) (Insecta: Blattodea: Blattidae)*. IFAS Extension. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN298>
- Blas, R. (2016). *Cría y mantenimiento de cucarachas*. Infotarantulas. http://www.infotarantulas.com/articulos/cria_y_mantenimiento_de_cucarachas.pdf
- Calderón, Y. y Vega, J. (2021). *Determinación de la capacidad de la cucaracha*

Red runner (Shelfordella lateralis Walker, 1868) para degradar los residuos sólidos orgánicos alimentarios producidos en el comedor de Tropa N°2 del batallón de infantería N°15 "General Francisco de Paula Santander" de Ocaña - Norte de Santander [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio Institucional UFPSO.
<http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/3148>

Consortio Provincial Residuos Sólidos Urbanos. (2021). *Residuos orgánicos*. RSU, Málaga, Argentina.
<https://www.consorciorsumalaga.com/5936/residuos-organicos>

Contreras, R. (2018). *Uso de harina de cucaracha de Madagascar (Grompadhorina portentosa) como fuente de proteína para la alimentación de pollos* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Aguascalientes]. Repositorio Bibliográfico UAA.
<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/1554>

Del Castillo, K. (2020). *Conversión de residuos sólidos orgánicos de cocina en biomasa corporal de cucarachas (Periplaneta americana) para la producción de harina y su utilización como suplemento alimenticio de pollos bebés, Huánuco 2019* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.
<http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2430>

Espinoza, A. y Zambrano, L. (2020). *Evaluación en mesocosmos de la descomposición de residuos sólidos domésticos mediante cucarachas americanas Periplaneta americana (Linnaeus, 1758) en la Amazonía ecuatoriana* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Amazónica]. Repositorio Institucional UEA.
<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/822/1/T.AMB.B.UEA.%20%203261.pdf>

Gabinete de Salud Laboral y Medio Ambiente. (2007). *Guía fácil para la gestión de residuos en la empresa*. Comisiones Obreras de Navarra.
[http://istas.net/descargas/Gesti%C3%B3n%20de%20Residuos%20en%20la%20empresa%20%C2%B407%20\(DA\).pdf](http://istas.net/descargas/Gesti%C3%B3n%20de%20Residuos%20en%20la%20empresa%20%C2%B407%20(DA).pdf)

Gestión integral de residuos sólidos. (2015). *Humedad de los residuos urbanos*.

https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/caracteristicas_fisicas.asp

- Gómez, G. y Sáiz, C. (2013). *Biodeterioro de monumentos y biorremediación: estado actual y perspectivas futuras*. Biblioteca Virtual en Salud, 79(4), 562–579. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-118839>
- Guerrero, L. y Cadena, L. (2016). *Evaluación del control biológico de *Periplaneta americana* (Blattidae, Linnaeus) por ingestión del hongo *Metarhizium anisopliae* (Clavicipitaceae, Metchnikoff) y ácido bórico* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Digital Universidad Distrital. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/76b2cb85-9dc2-45a3-bf1f-c5872709f464/content>
- Hernández, M., Valdés, T., López, J., García, F., Hernández, V. y Cueto, S. (2016). *Cucarachas (Insecta: Blattodea) del Municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, México*. Entomología Urbana y Legal, 3, 748–753. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2016/EUL/Em%20748-753.pdf>
- Hurtado, C. (2021). *Empleo de insecto *Periplaneta americana* para la reducción de residuos sólidos orgánicos*. Aula Virtual, 2(05), 56–68. <https://aulavirtual.web.ve/revista/ojs/index.php/aulavirtual/article/view/97>
- Izquierdo, R. y Venegas, S. (2018). *La materia orgánica del suelo: Papel de los microorganismos*. <https://www.ugr.es/~cjl/MO%20en%20suelos.pdf>
- Jaramillo, J. (1999). *Gestión integral de residuos sólidos municipales – GIRSM* [Seminario internacional]. Universidad de Antioquia. <https://limpezapublica.com.br/textos/girms.pdf>
- Jesús, J. (2020). *Crianza de cucarachas (*Periplaneta americana*) mediante residuos de cocina para disminuir la acumulación de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2433>
- Li, Y. (2018). *Centro de tratamiento de residuos de cocina del distrito de Zhangqiu – Asociación de bioprocesamiento de residuos de cocina en la aldea de Zhangqiu*. Editorial SOHU.

http://www.sohu.com/a/229930734_118392

- Macazana, S. y Villagra, W. (2020). *Periplaneta americana como un medio de reducción en la producción de residuos orgánicos para disminuir la contaminación ambiental* [Tesis de pregrado, Universidad Católica San Pablo]. Repositorio Digital UCSP. <https://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/20.500.12590/16421>
- Martínez, E. y Hernández, E. (2023). *Cucarachas americanas*. PennState Extension. <https://extension.psu.edu/cucarachas-americanas>
- McKay, B. (2025). *Cucaracha americana Periplaneta americana*. AZ Animals. <https://a-z-animals.com/animals/american-cockroach/>
- Melo, A. (2019). *Problemática ambiental por mal manejo de residuos sólidos domésticos en el municipio de Galapa*. 44, 69–104. <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/07/463-Colombia-oral.pdf>
- MINAM. (2012). *Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú: gestión 2012*. Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20140423145035.pdf>
- MINAM. (2016). *Módulo 2: residuos y áreas verdes*. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/aprende-prevenir-efectos-mercurio-modulo-2-residuos-areas-verdes>
- MINAM y SINIA. (2017). *Indicador: Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios por departamento*. Dirección de Información e Investigación Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1601>
- Montes, C. (2020). *Generación y manejo de residuos durante la pandemia del COVID-19*. Universidad Externado de Colombia. <https://medioambiente.uexternado.edu.co/generacion-y-manejo-de-residuos-durante-la-pandemia-del-covid-19/>
- Pedraza, M. (2011). *Fósiles vivientes: cucarachas*. Editorial Conabio Biodiversidad. <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx-/janium/Documentos/7259.pdf>
- Presidencia de la República. (2012, 14 de noviembre). *Decreto Supremo N° 016-2012-AG. Aprueban reglamento de manejo de los residuos sólidos del sector agrario*. SENACE. <https://www.senace.gob.pe/wp->

content/uploads/2016/10/NAS-4-1-06-DS-016-2012-AG.pdf

- Ramírez, J. (1989). *La cucaracha como vector de agentes patógenos*. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, 107(1).
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/17712/v107n1p41.pdf>
- Rivas, J. (2020). *Capacidad biodegradativa de la cucaracha Periplaneta americana (Linnaeus, 1758) sobre el film y bolsa plástica para la elaboración de abono* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS.
<https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1880>
- Rodríguez, F. (2016). *Manejo de residuos en el laboratorio*. Blog de Laboratorio Clínico y Biomédico. <https://www.franrzm.com/manejo-de-residuos-en-el-laboratorio/>
- Ropero, S. (2021). *Qué es la basura orgánica y ejemplos*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-basura-organica-y-ejemplos-3497.html>
- Sanabria, P. (2022). *Morfología y digestión en cucarachas*. Scribd. <https://es.scribd.com/presentation/688995287/Cucarachas-morfologia-y-sistema-digestivo>
- Sánchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Universidad Ricardo Palma. <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). *Informe de la situación del medio ambiente en México*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap7_Residuos.pdf
- Stetson, B. (2025). *Periplaneta americana*. ADW Red de Diversidad Animal. https://animaldiversity.org/accounts/Periplaneta_americana/
- Supo, J. y Zacarías, H. (2020). *Metodología de la investigación científica: Para las ciencias de la salud y las ciencias sociales* (3ra ed.). Editorial Bioestadístico EEDU EIRL.
- Universidad Nacional de Colombia. (2017). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*. Bogotá Mejor para Todos.

https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf

Vilca, C. (2019). *Periplaneta americana y la minimización de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Pucusana, 2019* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35790>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Rosario Gusman, C. (2026). “Comparación de la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025” [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Comparación de la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables/ indicadores	Metodología
¿Cuál es la capacidad degradativa de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025?	Comparar la capacidad degradativa de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal; Huánuco - 2025.	La capacidad degradativa de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> es diferente para la descomposición de residuos orgánicos de origen animal y vegetal.	Variable de calibración Capacidad degradativa de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> .	de Tipo de investigación: Prospectivos, con intervención, analítico y longitudinal. Enfoque: Cuantitativo Alcance o nivel: Aplicado Aplicada Diseño: Experimento verdadero
¿De qué manera varía en el tiempo el peso de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> ?	Monitorear cómo varía en el tiempo el peso de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la capacidad degradativa de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> .	de residuos orgánicos de origen animal y vegetal.	Variable evaluativa Descomposición de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. <ul style="list-style-type: none"> • Peso • Volumen • Humedad 	GE1: O1 X O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9 GE2: O1 X O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9 GE1: Grupo experimental de residuos orgánicos de origen vegetal GE2: Grupo experimental de residuos orgánicos de origen animal
¿Cómo varía en el tiempo el volumen de los residuos orgánicos	Determinar cómo varía en el			

de origen animal y vegetal al tiempo el volumen de los residuos descomponerse por medio de la orgánicos de origen animal y cucaracha *Periplaneta americana* vegetal al descomponerse por medio de la capacidad degradativa de la cucaracha la humedad de los residuos *Periplaneta americana* orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por Conocer la humedad de los medio de la cucaracha *Periplaneta americana* residuos orgánicos de origen animal y vegetal antes de la aplicación de Cucaracha ¿Cómo varía en el tiempo la altura *Periplaneta americana* que alcanzarán los residuos orgánicos de origen animal y Determinar cómo varía en el vegetal al descomponerse por tiempo la altura que alcanzarán medio de la cucaracha *Periplaneta americana* los residuos orgánicos de origen animal y vegetal al descomponerse por medio de la cucaracha *Periplaneta americana*.

- Tamaño X: Intervención con 50 cucarachas O1: Observación pre intervención
O2: Observación post intervención el día 7
O3: Observación post intervención el día 14
O4: Observación post intervención el día 21
O5: Observación post intervención el día 28
O6: Observación post intervención el día 35
O7: Observación post intervención el día 42
O8: Observación post intervención el día 49
O9: Observación post intervención el día 56.

Población: Residuos orgánicos de origen animal y vegetal que será recolectados de una vivienda determinada vivienda que se encuentra ubicado en Amarilis – Huánuco.

Muestra: Está constituida por 0.24 kg de residuos orgánicos de origen vegetal y 0.24 Kg de origen animal.

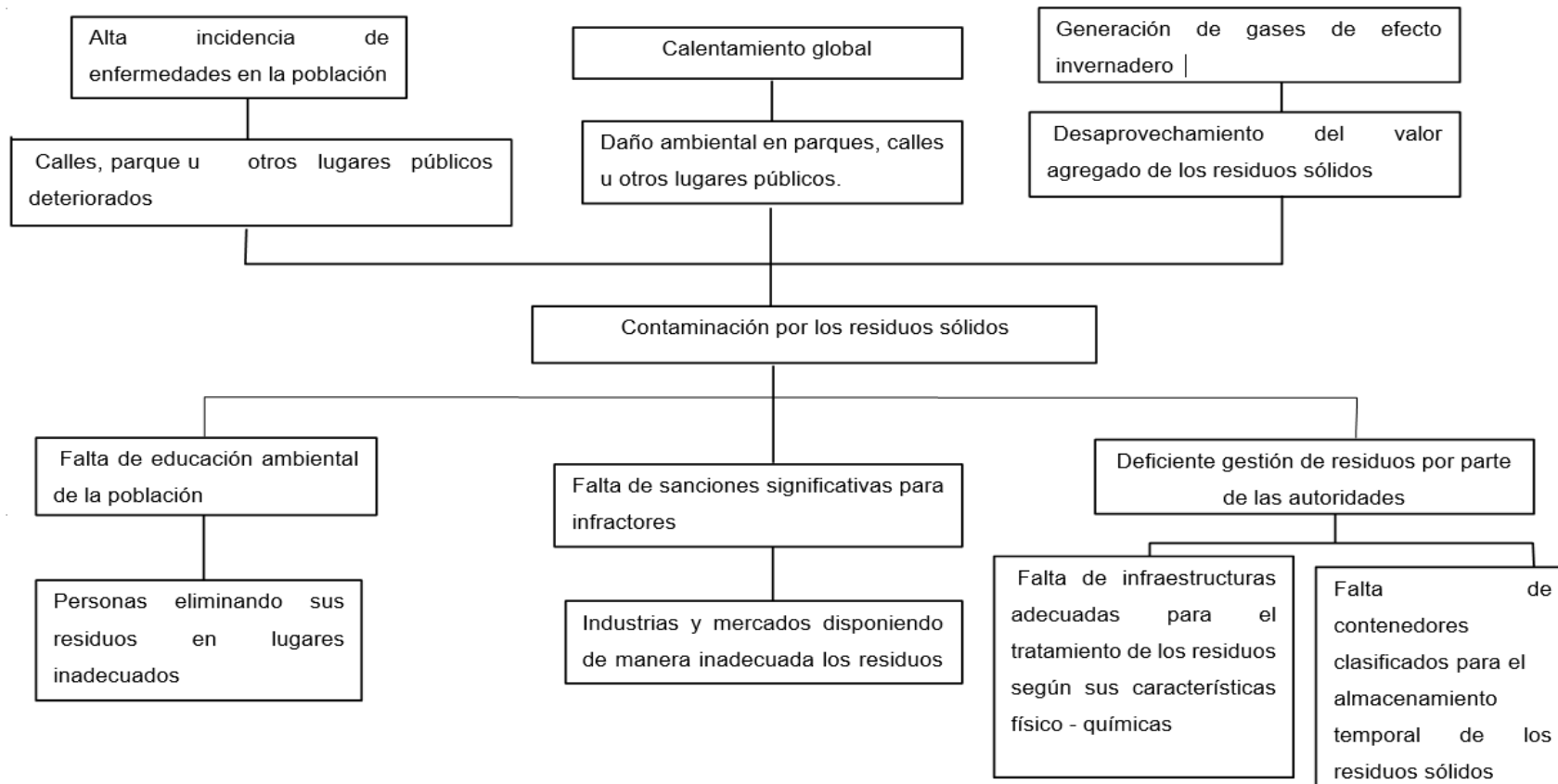
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 02 PLANO DE UBICACIÓN



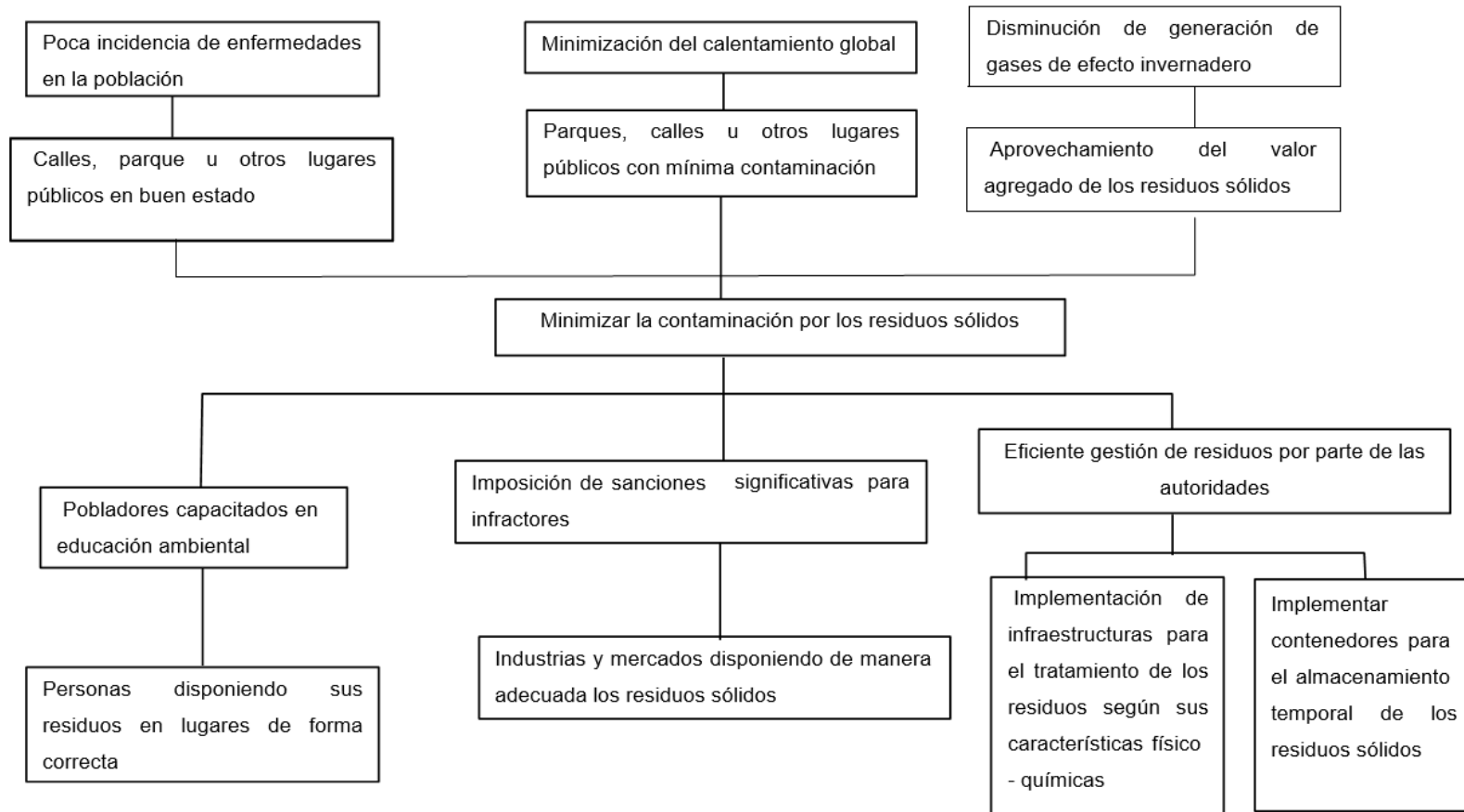
ANEXO 03

DIAGRAMA DE CAUSA/EFEECTO



ANEXO 04

DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 05

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Investigación:

Comparación de la capacidad degradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* para descomponer residuos orgánicos de origen animal y vegetal

Tipo de residuo: Animal Vegetal

Día de evaluación: 0 7 14 21 28 35 42 49 56

Fecha: _____

Hora: _____

Lugar: _____

Responsable: _____

Firma: _____

Registro de mediciones por criadero

Parámetro / Criadero	Criadero 1	Criadero 2	Criadero 3	Criadero 4
Peso residual (g)				
Volumen residual (cm ³)				
Humedad (%)				
Altura residual (cm)				

Observaciones de campo:

ANEXO 06

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

OBTENCIÓN DE LAS CUCARACHAS



Se construyeron trampas artesanales elaboradas con platos descartables de menú, donde se colocó una mezcla de leche y polvo Anchor, alimento que sirvió como atrayente. Estas trampas se dejaban instaladas durante un día y al día siguiente se procedía a recolectarlas. La captura se efectuó en distintos puntos, especialmente en zonas donde usualmente proliferan, como desagües del mercado de Amarilis y ambientes poco iluminados.



Una vez capturadas, las cucarachas fueron trasladadas a baldes de aceite reciclados, previamente lavados y desinfectados, donde se inició su proceso de crianza.



Todo el material empleado —baldes, cartón, recipientes, tapas y estructuras internas— fue reciclado, conforme manifestó el tesista, con la finalidad de mantener un enfoque sostenible y disminuir costos.

Los ejemplares fueron alojados sobre una base de cinco centímetros de hueveras de cartón previamente humedecidas, las cuales sirvieron como refugio y permitieron mantener la oscuridad que esta especie prefiere.



Las cucarachas requieren un ambiente cálido y húmedo para su adecuado desarrollo, por lo que se mantuvieron en un rango de temperatura entre **28 °C y 32 °C**

La alimentación fue sencilla, dado que estos insectos consumen prácticamente cualquier alimento. Se les suministró restos triturados de frutas, verduras, pan duro, galletas, cereales y alimento para peces, perros o gatos. Como fuente de hidratación, se utilizaron trozos finos de manzana o papa, que fueron renovados diariamente para evitar la proliferación de hongos.



El peso residual de los residuos se midió con una balanza digital, incluida dentro de los instrumentos del estudio.





Tipo de residuo: Animal Vegetal

Día de evaluación: 0 7 14 21 28 35 42 49 56

Fecha: 20-08-2025

Hora: 10:26 am

Lugar: MERCADO DE PAUCARBAMBA

Responsable: ROSARIO GUSMAN CHRISTIAN

Firma: 

Registro de mediciones por criadero

Parámetro / Criadero	Criadero 1	Criadero 2	Criadero 3	Criadero 4
Peso residual (g)	60 gr	60 gr	60 gr	60 gr
Volumen residual (cm ³)	100 cm ³	101 cm ³	105 cm ³	106 cm ³
Humedad (%)	68.9%	66.8%	66.2%	67.01%
Altura residual (cm)	4.99 cm	4.13%	4.55 cm	4.56 cm

Observaciones de campo:

EL VOLUMEN VARIA EN ALGUNOS CRIADEROS Y LA ALTURA.

Tipo de residuo: Animal Vegetal


Día de evaluación: 0 7 14 21 28 35 42 49 56

Fecha: 20-08-2025

Hora: 10:25 am

Lugar: MERCADO DE PAUCARBAMBA

Responsable: ROSARIO GUSMAN CHRISTIAN

Firma: 

Registro de mediciones por criadero

Parámetro / Criadero	Criadero 1	Criadero 2	Criadero 3	Criadero 4
Peso residual (g)	60 gr	60 gr	60 gr	60 gr
Volumen residual (cm ³)	133.38 cm ³	133.20 cm ³	133.25 cm ³	133.28 cm ³
Humedad (%)	69.5%	69.4%	69.5%	69.3%
Altura residual (cm)	4.88 cm	4.87 cm	4.85 cm	4.84 cm

Observaciones de campo:

EL VOLUMEN VARIA EN ALGUNOS CRIADEROS DE ACUERDO AL TIPO DE VEGETAL.