

# CUCARACHA Periplaneta americana EN LA DEGRADACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS A ESCALA PILOTO-2023

*por* ZUÑIGA FIESTAS LUIS ALFREDO

---

**Fecha de entrega:** 13-feb-2024 12:57p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2245385133

**Nombre del archivo:** DE\_LOS\_RESIDUOS\_SOLIDOS\_DOMICILIARIOS\_A\_ESCALA\_PILOTO-2023.docx (1.96M)

**Total de palabras:** 13166

**Total de caracteres:** 70678

# CUCARACHA Periplaneta americana EN LA DEGRADACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS A ESCALA PILOTO-2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.untels.edu.pe">repositorio.untels.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	Ana G Del Hierro, María José Anrango, Daniel Ortiz, Lucía Sánchez. "Captura y cría de la mosca soldado negra (Hermetia Illucens) para la biodegradación de desechos orgánicos en Puerto Quito, Ecuador", Ecuadorian Science Journal, 2021 Publicación	<1%
5	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS (X)      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ( )

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres:	ESTUMBELO RIOS LILY FIORELLA
D.N.I.:	74870512
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANA
Teléfono:	934 286 342
e-mail:	2016100233@unfels.edu.pe

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad:	Facultad de Ingeniería y Gestión
Programa Académico:	Tesis
Título Profesional otorgado:	Ingeniero Ambiental

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

**Datos de trabajo de investigación**

Título:	" Penplaneta americana L. EN DEGRADACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS A ESCALA PILOTO, 2023 "
Fecha de Sustentación:	04/12/23
Calificación:	Aprobado por unanimidad
Año de Publicación:	2024



### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo  No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	( )

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

---

---

Motivos de la elección del acceso restringido:

---

---

---

---

---

Estumbelo Ríos, Lily Fiorella

APELLIDOS Y NOMBRES

74870512

DNI

*Lily*

Firma y huella:



Lima, 28 de Agosto del 2024

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untehs.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS (X)      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ( )

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres:	Quispe Leva Waldir
D.N.I.:	74390396
Otro Documento:	
Nacionalidad:	Peruano
Teléfono:	955 411 597
e-mail:	2016100274@untehs.edu.pe

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico:	Tesis
Título Profesional otorgado:	Ingeniero Ambiental

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

**Datos de trabajo de investigación**

Título:	¶ Periplaneta americana L. EN DEGRADACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS A ESCALA PILOTO, 2023
Fecha de Sustentación:	04/12/23
Calificación:	Aprobado por unanimidad
Año de Publicación:	2024



### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo  No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	( )

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

---

---

Motivos de la elección del acceso restringido:

---

---

---

---

---

Quispe Leva Waldir

APELLIDOS Y NOMBRES

74390396

DNI

Waldir

Firma y huella:



Lima, 28 de Agosto del 20 24

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“Periplaneta americana L. EN DEGRADACIÓN DE LOS RESIDUOS  
SÓLIDOS DOMICILIARIOS A ESCALA PILOTO, 2023”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR LOS BACHILLERES**

ESTUMBELO RIOS, LILY FIORELLA

ORCID: 0009-0003-7501-2014

QUISPE LEVA, WALDIR

ORCID: 0009-0008-6956-2200

**ASESOR**

MARCELINO TARMEÑO, EDGAR AVELINO

ORCID: 0000-0003-0301-0629

**Villa El Salvador**

**2023**



**DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

En Villa El Salvador, siendo las 4:10 p.m. del día 04 de diciembre del 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: CARMEN MILAGROS RUIZ HUAMAN DNI N° 10021641 C.B.P. N° 5179  
SECRETARIO: ROBERT RICHARD RAFAEL RUTTE DNI N° 20054374 C.I.P. N° 68273  
VOCAL : LUIS ALFREDO ZUÑIGA FIESTAS DNI N° 07106594 C.I.P. N° 140131  
ASESOR : EDGAR AVELINO MARCELINO TARMEÑO DNI N° 10706424 C.I.P N° 189149

Designados mediante Resolución de Decanato N° 351-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto del 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al: Grado de Bachiller  Título Profesional

Doña: LILY FIORELLA ESTUMBELO RIOS identificado(a) con D.N.I. N° 74870512 y Don: WALDIR QUISPE LEVA identificado(a) con D.N.I. N° 74390396, procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación  Tesis  Trabajo de suficiencia  Artículo científico

Titulado: "Periplaneta americana L. EN DEGRADACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS A ESCALA PILOTO, 2023".

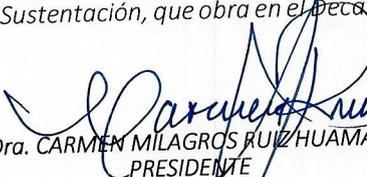
Aprobado mediante Resolución de Decanato N° 807-2023-UNTELS-R-D de fecha 23 de noviembre, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.

Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante APROBADO por UNANIMIDAD con la nota de: QUINCE (letras)..... 15 (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
15	QUINCE	APROBADO POR UNANIMIDAD	BUENO

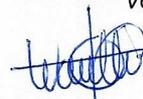
Siendo las 5:00 p.m. horas del día 04 de diciembre. del 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.

  
Ph.D. ROBERT RICHARD RAFAEL RUTTE  
SECRETARIO

  
Dra. CARMEN MILAGROS RUIZ HUAMAN  
PRESIDENTE

  
Dr. LUIS ALFREDO ZUÑIGA FIESTAS  
VOCAL

  
LILY FIORELLA ESTUMBELO RIOS  
BACHILLER

  
WALDIR QUISPE LEVA  
BACHILLER

## **DEDICATORIA**

La siguiente tesis está dedicada a nuestros padres, por creer en nuestras capacidades, por su sacrificio continuo y dedicación inquebrantable en darnos las herramientas esenciales para afrontar los desafíos constantes en la vida.

A mis profesores y amigos cercanos, por su conocimiento y apoyo desmedido, quienes sin esperar nada a cambio nos brindaron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTOS**

El hecho de desarrollar una tesis es definitivamente un trabajo arduo y gratificante que se nos hace inevitable agradecer a todas aquellas personas y alma mater por su inestimable respaldo, que aportaron de alguna forma a la realización exitosa del presente trabajo de investigación. Por ello, es para nosotros un placer utilizar este espacio para ser consecuente con ellas, agradeciéndoles de manera individual.

A nuestro asesor, el Mg. Edgar Avelino Marcelino Tarmeño por su participación activa y capacidad para encaminar nuestras ideas el cual consideramos un aporte invaluable.

A nuestros revisores, la Mg. Carmen Luisa Aquije Dapozzo y Lic. Mario Rogelio Peláez Osorio Tarmeño por sus valiosas recomendaciones y apoyo continuo.

A nuestra casa de estudios, la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur por brindarnos conocimientos y darnos la oportunidad de compartir gratas experiencias dentro y fuera de sus instalaciones.

A nuestros compañeros del código 2016-I, debemos destacar especialmente el apoyo mutuo y enriquecimiento de conocimientos durante el presente taller de tesis.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN .....	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Motivación .....	3
1.2. Estado del arte .....	3
1.3. Descripción del problema.....	4
1.4. Formulación del problema .....	5
1.4.1 Problema general .....	5
1.4.2 Problemas específicos.....	5
1.5. Objetivos de la investigación .....	5
1.5.1 Objetivo general .....	5
1.5.2 Objetivos específicos .....	5
1.6. Justificación del problema.....	6
II. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Antecedentes de la investigación .....	8
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	9
2.2 Bases teóricas .....	11
2.2.1. Residuos sólidos .....	11
2.2.2 Residuos sólidos orgánicos.....	11
2.2.3 Problemas con la mala disposición de desechos sólidos. ....	12

2.2.6 Compostaje .....	13
2.2.7. Sustrato .....	14
2.2.8. Vectores Biológicos.....	14
2.2.9. Vectores Mecánicos.....	15
2.2.10. Cucarachas.....	15
III. VARIABLES E HIPÓTESIS.....	21
3.1 Operacionalización de variables.....	21
3.2 Hipótesis de la investigación.....	22
3.2.1 Hipótesis general .....	22
3.2.2 Hipótesis específicas.....	22
IV. METODOLOGÍA.....	23
4.1. Descripción de la metodología.....	23
4.2. Implementación de la investigación .....	23
4.2.1. Pruebas realizadas.....	28
4.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	30
4.4.1 Técnica para la recolección de datos .....	30
4.5. Instrumentos de recolección de datos .....	30
4.5.1. Validez.....	30
4.5.2. Confiabilidad .....	31
4.6. Resultados .....	31
4.6.1. Evaluación de la temperatura y humedad para la degradación de los RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas Periplaneta americana .....	31
4.6.2. Tiempo de degradación de los RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucar<achas Periplaneta americana.....	44
4.6.3. Evaluación de la utilidad de los desechos generados por las cucarachas Periplaneta americana.....	46
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	48
VII. CONCLUSIONES.....	49

VIII. RECOMENDACIONES .....	50
IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA TESIS .....	51
X. PRESUPUESTO DE LA TESIS .....	53
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
ANEXOS .....	59
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	59
Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos .....	61
Anexo 3. Glosario de términos.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Contenido de nutrientes .....	14
<b>Tabla 2.</b> Ciclo de vida de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> .....	18
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de variables .....	21
<b>Tabla 4.</b> <i>Ubicación de los domicilios participantes en la investigación</i> .....	26
<b>Tabla 5.</b> <i>Data obtenida del tratamiento 1</i> .....	32
<b>Tabla 6.</b> Data obtenida del tratamiento 2 .....	34
<b>Tabla 7.</b> Data obtenida del tratamiento 3 .....	36
<b>Tabla 8.</b> Variables estudiadas para la regresión múltiple.....	39
<b>Tabla 9.</b> <i>Variables estudiadas para la regresión múltiple</i> .....	40
<b>Tabla 10.</b> <i>Representación simplificada de regresión múltiple</i> .....	40
<b>Tabla 11.</b> <i>Subniveles de temperatura y humedad</i> .....	40
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza (ANOVA) .....	41
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Tukey para los 3 tratamientos .....	42
<b>Tabla 14.</b> Coeficiente de variabilidad .....	43
<b>Tabla 15.</b> Tiempo de degradación de 700 gramos de RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i> .....	44
<b>Tabla 16.</b> Tiempo de degradación de 117 gramos de RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i> .....	45
<b>Tabla 17.</b> Comparación de resultados de laboratorio y la NTP 208.201-2021 .....	47
<b>Tabla 18.</b> Cronograma de actividades de la tesis .....	51
<b>Tabla 19.</b> Presupuesto de la tesis.....	53
<b>Tabla 20.</b> Matriz de consistencia.....	59
<b>Tabla 21.</b> <i>Formato para registro de variación de pesos y parámetros para el criadero N°1</i> 61	
<b>Tabla 22.</b> <i>Formato para registro de variación de pesos y parámetros para el criadero N°2</i> ....	62
<b>Tabla 23.</b> <i>Formato para registro de variación de pesos y parámetros para el criadero N°3</i> 63	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Tratamiento de los (03) criaderos</i> .....	25
<b>Figura 2.</b> Ubicación de los domicilios participantes en la investigación .....	27
<b>Figura 3.</b> Tratamiento N°1 .....	28
<b>Figura 4.</b> Tratamiento N°2 .....	29
<b>Figura 5.</b> Tratamiento N°3 .....	29
<b>Figura 6.</b> Temperatura vs Tiempo.....	32
<b>Figura 7.</b> %Humedad vs Tiempo .....	33
<b>Figura 8.</b> Degradación de residuos orgánicos vs tiempo .....	33
<b>Figura 9.</b> Temperatura vs Tiempo.....	35
<b>Figura 10.</b> % Humedad vs Tiempo .....	35
<b>Figura 11.</b> <i>Degradación de residuos orgánicos vs tiempo</i> .....	36
<b>Figura 12.</b> Temperatura vs Tiempo.....	37
<b>Figura 13.</b> % humedad vs Tiempo .....	38
<b>Figura 14.</b> Degradación de residuos orgánicos vs %Humedad .....	38
<b>Figura 15.</b> Gráfico de superficie para degradación de RRSS orgánicos domiciliarios (gramos), temperatura (°C) y humedad (%) para el tratamiento 3 .....	39
<b>Figura 16.</b> <i>Relación entre degradación de RRSS orgánicos domiciliarios vs temperatura vs humedad para el tratamiento 2</i> .....	43
<b>Figura 17.</b> Relación entre degradación de RRSS orgánicos domiciliarios vs temperatura vs humedad para el tratamiento 3 .....	44
<b>Figura 18.</b> <i>Certificado de calibración del termohigrómetro digital modelo HTC-2</i> .....	64
<b>Figura 19.</b> <i>Resultados del laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes - UNALM</i> .....	67

## RESUMEN

La generación de residuos sólidos orgánicos es un problema persistente en el distrito de Villa El Salvador, el cual tiene como consecuencia la presencia de más de 23 puntos críticos. Por esta razón, se llevó a cabo un estudio para determinar la eficiencia de la degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios mediante la utilización de cucarachas *Periplaneta americana* a escala piloto. El procedimiento consistió en la recolección de 225 cucarachas *Periplaneta americana* para luego acondicionarse con temperatura y humedad adecuada en 3 sistemas con 75 individuos adultos cada uno. Estos grupos se alimentaron con 117g de residuos orgánicos domiciliarios cada 24h, 48h y 72h realizando 16 evaluaciones por sistema, con un total de 48 evaluaciones y un suministro total de 5616 gramos de alimento. Resultando en lo siguiente: la temperatura y humedad son variables que influyen en la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios y el análisis de varianza (ANOVA) puede explicar el grado de afectación en un 89.9%. Asimismo, se determinó que 75 individuos de cucarachas *Periplaneta americana* pueden degradar el 100% de 117 gramos de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en un periodo de 11 días, mientras que 225 individuos de cucarachas *Periplaneta americana* pueden degradar el 99.3% de 700 gramos (cantidad diaria que genera una persona de Villa el Salvador) en un periodo de 20 días. Finalmente, se realizó una prueba de laboratorio a las excretas de las cucarachas para conocer su % de NPK, resultando que las excretas de las cucarachas tienen el potencial de ser usados como abonos orgánicos según la NTP 208.201-2021. En resumen, se concluyó que el uso de cucarachas *Periplaneta americana* se revela como una solución eficiente para el tratamiento adecuado de los residuos sólidos orgánicos, debido a que su porcentaje de degradación aumenta si usan más individuos adultos.

**Palabras clave:** residuos sólidos orgánicos domiciliarios, degradación, escala piloto

## **ABSTRACT**

The generation of organic solid waste is a persistent issue in the district of Villa El Salvador, leading to the presence of more than 23 critical points. For this reason, a study was conducted to determine the efficiency of degrading household organic solid waste using *Periplaneta americana* cockroaches on a pilot scale. The procedure involved collecting 225 *Periplaneta americana* cockroaches, conditioning them with suitable temperature and humidity in three systems, each containing 75 adult individuals. These groups were fed with 117g of household organic waste every 24, 48, and 72 hours, with 16 repetitions per system, totaling 48 evaluations and a total food supply of 5616 grams. The results revealed that temperature and humidity are variables influencing the degradation of household organic solid waste, and the analysis of variance (ANOVA) can explain the degree of impact to an extent of 89.9%. It was also determined that 75 individuals of *Periplaneta americana* cockroaches can degrade 100% of 117 grams of household organic solid waste within 11 days, while 225 individuals can degrade 99.3% of 700 grams (the daily amount generated by a person in Villa el Salvador) within a period of 20 days. Finally, a laboratory test was conducted on the cockroach excreta to determine its percentage of nitrogen, phosphorus, and potassium (NPK). The results indicated that cockroach excreta have the potential to be used as organic fertilizers according to NTP 208.201-2021. In summary, it was concluded that the use of *Periplaneta americana* cockroaches emerges as an efficient solution for the proper treatment of organic solid waste, as their degradation percentage increases with the use of more adult individuals.

**Keywords:** household organic solid waste, degradation, pilot scale

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales problemáticas en el mundo y en el país es la generación de residuos sólidos. En el Perú, la generación total de residuos sólidos es de más de 21 mil Tn diariamente, equivalente a una generación per cápita de 0.8 Kg. Solo Lima Metropolitana produce un total de 9,464 toneladas de residuos sólidos. Además, se proporciona una comparación visual al expresar que esta cantidad sería suficiente para llenar cuatro piscinas olímpicas. Esta analogía ayuda a visualizar la magnitud de la generación de residuos sólidos en términos más accesibles y gráficos. (El Comercio, 2020) de los cuales más de 50 % comprende residuos orgánicos (El Peruano, 2021). Este tipo de residuos al no tratarse previamente y descomponerse en lugares no adecuados generan gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, metano), ácidos orgánicos. Así mismo la proliferación de enfermedades (MINSA, 2018).

El distrito de Villa El Salvador no es ajeno al problema, generando diariamente 350 Tn de residuos sólidos (casi 0.632 Kg por habitante en un día), además presenta más de 23 puntos críticos debido a la inadecuada disposición y manejo de los residuos por parte de la población y municipio, se constata que, de la cantidad recolectada, 118.45 toneladas corresponden a residuos orgánicos. (PMRS, VES 2016-2017). Siendo una necesidad la aplicación de tecnologías más aceleradas que las aplicadas actualmente, cómo: El compostaje y lombricompostaje. Las cuales demoran más 4 meses, extensas áreas y maquinaria para el tratamiento de los residuos. (PVRSO, VES, 2019).

Se cuenta con respaldo científico sobre la eficacia de emplear insectos para acelerar la degradación de desechos orgánicos. La mosca soldado negra, conocida como *Hermetia Illucens*, es especialmente destacada en esta emergente industria, ya que utiliza los residuos como fuente de alimento, logrando degradar entre el 50,3% y el 81,8% en aproximadamente dos semanas, según Nyakeri (2017). Asimismo, la cucaracha *Periplaneta americana* se ha integrado en este proceso gracias a su significativo potencial detritívoro, consumiendo restos

de almidón, papel, cartón, carne, entre otros, según Jacobs (2002). Esta especie también destaca por su capacidad para adaptarse al entorno urbano y descomponer más del 50% de los residuos, aproximadamente 6.705 kg de 10.322 kg, en tan solo una semana, según Vilca (2019).

Con la presente investigación, se busca proporcionar pruebas acerca de la eficacia de emplear la cucaracha *Periplaneta americana* para acelerar la degradación de los residuos sólidos orgánicos. Este enfoque no solo podría contribuir a la disminución de áreas problemáticas (puntos críticos), emisiones contaminantes y la propagación de enfermedades, sino que también promovería el mantenimiento de la limpieza en el entorno, beneficiando así el bienestar del distrito.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Motivación**

El siguiente trabajo tiene como motivación solucionar la problemática de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Villa El Salvador, los cuales al no ser gestionados y tratados de forma eficiente generan consecuencias negativas en el ambiente, teniendo como resultado la presencia de puntos críticos en muchas partes del distrito, siendo focos infecciosos para salud humana. Es por ello que a través del uso de cucarachas *Periplaneta americana* se podrá degradar de forma acelerada abundantes volúmenes de residuos sólidos orgánicos al igual que muchas granjas de cucarachas en Asia. Con ello se busca promover el uso de insectos en la reutilización de residuos sólidos orgánicos.

### **1.2. Estado del arte**

La utilización de diferentes especies de cucarachas para aprovechar los residuos sólidos orgánicos ha sido objeto de extenso estudio en países de Europa y Asia. Se dispone de evidencia científica respaldada por investigaciones como las de Patón y García (2023) en España sobre el potencial detritívoro de las cucarachas, además de la aplicación farmacéutica estudiado por Ni'matuzahroh y otros (2020) en Indonesia. Asimismo, Vilca (2019) en el distrito de Pucusana, Lima, empleó la especie *Periplaneta americana* para reducir los residuos sólidos en esa área, y la investigación llevada a cabo por Jesus, (2020) en Huánuco, han demostrado resultados positivos en la degradación de residuos orgánicos.

Dada la problemática de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Villa El Salvador, se plantea la realización de un proyecto experimental a escala piloto. El objetivo es evaluar la eficiencia de las cucarachas de la especie *Periplaneta americana* como aceleradores en la degradación de los residuos sólidos orgánicos, con el propósito de contribuir a la disminución de puntos críticos en el distrito.

### **1.3. Descripción del problema**

La generación de residuos sólidos en el Perú es un problema ambiental y sanitario. Siendo la gestión eficiente un reto constante debido a la escasez de rellenos sanitarios, la falta de políticas adecuadas para su reducción y la poca sensibilización ambiental por parte de la población. Diariamente se generan en el país más de 21 mil Tn de residuos sólidos, equivalente a una generación per cápita de 0.8 kg, de los cuales más de 50 % comprende residuos orgánicos (El Peruano, 2021). Este tipo de residuos al descomponerse en lugares no adecuados generan gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, metano), ácidos orgánicos. Así mismo la proliferación de enfermedades por atraer vectores biológicos y mecánicos (MINSa, 2018).

Tomando en cuenta nuestro lugar de investigación, se sabe que el distrito de Villa El Salvador genera diariamente 350 Tn de residuos sólidos (casi 0.632 Kg por habitante en un día) de los cuales solo se recoge 320 Tn de residuos sólidos del distrito, debido a la inadecuada disposición y manejo por parte de la población y municipio. Reflejándose en la existencia de más de 23 puntos críticos, se constata que, de la cantidad recolectada, 118.45 toneladas corresponden a residuos orgánicos. (PMRS, VES 2016-2017).

Es por ello la necesidad de la valorización de los residuos sólidos orgánicos con técnicas más eficientes y aceleradas que el compostaje y lombricompostaje, que aproximadamente requiere más de 4 meses y extensas áreas para su producción. No siendo sostenible para poblaciones que generan grandes volúmenes de RR.SS. orgánicos. (PVRSO, VES, 2019).

Existe evidencia científica que respalda que los residuos sólidos orgánicos pueden ser transformados en biomasa por actividad de insectos: (*Hermetia Illucens l*), entre un 50,3% a 81,8% en aproximadamente 2 semanas, Nyakeri, E. (2017), además la cucaracha *Periplaneta americana* que puede degradar 6.705Kg de 10.322 Kg (más del 50%) de residuos en una

semana (Vilca, 2019). Es por ello que la utilización de insectos en la degradación de residuos sólidos orgánicos, reduciría el número de puntos críticos en el distrito.

#### **1.4. Formulación del problema**

##### ***1.4.1 Problema general***

- ¿Será eficiente la utilización de cucaracha *Periplaneta americana* para la degradación de los residuos sólidos domiciliarios a escala piloto?

##### ***1.4.2 Problemas específicos***

- ¿Cuáles serán las condiciones medioambientales para la crianza intensiva de las cucarachas *Periplaneta americana* para la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios a escala piloto?
- ¿Cuánto es el tiempo de la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios utilizando cucarachas *Periplaneta americana* a escala piloto?
- ¿De qué manera se evaluará la utilidad de los desechos que generan las cucarachas *Periplaneta americana* como parte de la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios a escala piloto?

#### **1.5. Objetivos de la investigación**

##### ***1.5.1 Objetivo general***

- Determinar la eficiencia de la cucaracha *Periplaneta americana* para la degradación de los residuos sólidos domiciliarios a escala piloto.

##### ***1.5.2 Objetivos específicos***

- Evaluar las condiciones medioambientales para la crianza intensiva de las cucarachas *Periplaneta americana* para la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios a escala piloto.

- Evaluar el tiempo de la degradación de residuos orgánicos domiciliarios utilizando cucarachas *Periplaneta americana* a escala piloto.
- Evaluar la utilidad de los desechos que generan las cucarachas como parte de la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios a escala piloto.

### **1.6. Justificación del problema**

En Villa El Salvador se recolectan diariamente 118.45 tn de residuos orgánicos, siendo el 60% de origen domiciliario. La inadecuada disposición y recolección de residuos sólidos por parte de la gestión municipal ha generado focos infecciosos que pueden transmitir enfermedades tales como *E. Coli*, fiebre tifoidea y gastroenteritis (Funes, 2020). Como también puntos críticos con más de 1 m<sup>3</sup> de volumen en zonas aledañas a los mercados, colegios y avenidas. (Plan de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales, Villa El Salvador, 2019).

Por lo tanto, es recomendable implementar tecnologías más eficaces que el compostaje, dado que este método requiere más de 4 meses y áreas extensas para su procesamiento, lo cual no resulta viable para comunidades que generan grandes volúmenes de residuos sólidos. Existe evidencia científica que respalda que los residuos sólidos orgánicos pueden ser transformados en biomasa: *Hermetia Illucens* entre un 50,3% a 81,8% en aproximadamente 2 semanas (Nyakeri, E., 2017). Asimismo, la *Periplaneta americana* puede degradar más del 50% de residuos en una semana. (Vilca, 2019). Consecuentemente, los insectos tienen el potencial de reducir la presión de los residuos orgánicos generados por la contaminación y contrarrestar las malas prácticas ambientales de gestión (Bulak et al., 2018). Además, en China se le da un uso medicinal al ser trituradas y procesadas en su fase adulta. (Liu, 2018)

Por lo cual, en esta investigación, se plantea implementar una planta piloto de cucarachas *Periplaneta americana* bajo condiciones definidas por antecedentes, para cumplir con los valores adecuados en temperatura y humedad, la cual acelerará la degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios, y de esta manera prevenir la formación de puntos críticos perjudiciales para la salud humana.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Vilca (2019) evaluó la eficacia en la disminución de los residuos sólidos orgánicos mediante la utilización de *Periplaneta americana* en el distrito de Pucusana, para ello utilizó la siguiente metodología dividida en 5 etapas: la primera consiste en la recolección de 15 Kg de los residuos sólidos en el área comercial del distrito de Pucusana, la segunda y tercera fase incluyeron segregar y pesar 10 Kg netamente de residuos sólidos orgánicos, en la cuarta fase se procedió al acopio de los residuos previamente pesados y se introdujeron 150 ejemplares de *Periplaneta americana*, finalmente la última fase consistió en hacer un monitoreo del proceso de los 10 Kilogramos por 7 días para el pesado final y constatar cuántos kilogramos de residuos fueron reducidos. Como resultado, se observó una reducción de entre 5.4 y 7.33 kg de los 10 kg iniciales. Además, las tomas de muestra se realizaron bajo condiciones constantes: la humedad varió entre 61% y 76%, con un promedio de 69.6%, y la temperatura osciló entre 22.8°C y 28.2°C, con un promedio de 25.7°C. En conclusión, el empleo de *Periplaneta americana* demostró ser eficiente al reducir 6.705 kg de residuos sólidos orgánicos, que originalmente eran 10.322 kg, en el distrito de Pucusana. Este estudio aporta evidencia sobre la efectividad de utilizar *Periplaneta americana* para minimizar los residuos sólidos orgánicos, lo cual no solo contribuiría a la reducción de focos de contaminación, sino que también favorece a preservar la limpieza del entorno para el bienestar del distrito.

Jesus (2020), evaluó la disminución de los residuos orgánicos mediante la crianza de las *Periplaneta americana*. Para ello utilizó el diseño experimental, dónde aplicó 450 especímenes de cucarachas *Periplaneta americana* con dos comederos individuales, el primer recipiente fue destinado como criadero para 50 cucarachas y el segundo, como depósito de los

residuos sólidos orgánicos de cocina. La investigación se constituyó de 16 pruebas o evaluaciones, en un intervalo interdiario para agregar 50 gr de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en los sistemas de criado, por el periodo de un mes. Durante la totalidad de las evaluaciones se empleó 7200 gramos de residuos sólidos orgánicos de cocina, llegándose a degradar 5006 gramos de residuos sólidos orgánicos (más del 50%).

Del Castillo (2019) realizó la 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 bebes. Para ello empleó un diseño experimental de datos pareados, seleccionando cucarachas al azar y criándolas durante 30 días midiendo variables como longitud y peso. Los resultados revelaron un notable nivel de bioconversión, evidenciado por el aumento en tamaño y longitud, comparando con su estado inicial de 0.6770 gramos a 0.9129 gramos al final del periodo. Posteriormente, las cucarachas fueron transformadas en harina, y este suplemento alimenticio se utilizó en la cría de diez pollos, comparándolos con otros diez pollos alimentados con harina de maíz. La conclusión extraída fue que la cría de cucarachas logró una eficiente conversión de residuos sólidos orgánicos en biomasa corporal, incrementando el peso y tamaño de los pollos.

### ***2.1.2. Antecedentes internacionales***

Patón y García (2023) evaluaron diferentes especies de cucarachas por su capacidad como detritívoros, para ello se utilizó las especies: cucaracha silbadora gorda de Madagascar (*Aeluropoda insignis Butler*), la cucaracha manchada de Guyana (*Blaptica dubia Serville*) y la cucaracha de marfil (*Eublaberus sp.*) durante 5 semanas se controlaron los parámetros de humedad y temperatura tomando registros cada 2 días separadamente de cada especie. Además, se mantuvieron 3 lotes de 50 animales por especie en cajas de plástico apilables de 80×60×32 cm, resaltando que en todos los casos se trataba de adultos o ninfas grandes y su alimentación

se basó exclusivamente en residuos orgánicos comunes. Obteniendo como resultado que la cantidad total de alimentos procesados por hectárea por las 3 especies en conjunto fue de 308 TM/mes y tuvo como conclusión que con la utilización de cucarachas se obtendrían composta (*blatticompost*) de calidad superior incluso a la vermicomposta. Además, se propone a la cucaracha de marfil (*Eublaberus sp.*) como la especie ideal para su implementación a escala industrial.

Ni'matuzahroh et al. (2020) buscaron obtener posibles aislados bacterianos que produzcan enzimas que puedan descomponer la materia orgánica derivada del intestino medio de la cucaracha. El proceso metodológico incluyó la recolección de cucarachas *Pycnoscelus surinamensis* aclimatadas durante 2 semanas en una planta de tratamiento de residuos domésticos. Luego, se extrajo el tracto digestivo, se esterilizó y trituró. Posteriormente, se realizó un cultivo en agar nutritivo para cuantificar las bacterias, obteniendo como resultado una densidad de bacterias endosimbiontes en el tracto digestivo de la cucaracha de  $1,1 \times 10^4$  unidades formadoras de colonias por mililitro (CFU/mL). Se concluyó que el 80% de las bacterias aisladas del intestino de la cucaracha mostraron potencial para producir enzimas que podrían contribuir de manera significativa a la degradación de la materia orgánica.

Patón, García, Loring & Torres (2023) propusieron un método de biorremediación mediante compostaje de invertebrados para solucionar los problemas generados por la gran biomasa del alga *Rugulopteryx okamurae* en las costas mediterráneas del sur de España. Para lograrlo, se siguió la siguiente metodología: Se tomaron tres réplicas de cada especie para el grupo de control (sin algas), tres réplicas para el alga *Rugulopteryx okamurae* desalada y tres réplicas para el alga fresca. *Eublaberus spp.* Las cucarachas “Marfil” se mantuvieron en terrarios exoterra (90×45×90 cm) teniendo un peso que fluctuó entre 2.64 y 4.19 gramos. Posteriormente, las ninfas de al menos 2 cm fueron separadas por tamizaje y distribuidas en

grupos de 50 individuos para los tres lotes de cada tipo de dieta. Semanalmente se añadieron 100 g de pienso para perros para corregir posibles déficits nutricionales. De esta manera, evitamos que los individuos se comieran las alas unos a otros, ya que esta especie tiene un mayor requerimiento de proteínas que otras especies de cucarachas. Una vez cada 15 días se eliminó el guano con tamiz de 1 mm y se repuso parte del sustrato. Cabe resaltar que los individuos se mantuvieron bajo estricto control de temperatura y humedad, con alimentación ad libitum y en completa oscuridad después de las operaciones de alimentación y volteo o cambio de sustrato. Como resultado se obtuvo que las cucarachas *Eublabeus spp.* no mostraron una mortalidad apreciable durante el período de prueba. No se observaron diferencias entre los tres tratamientos de alimentación, en cuanto a su temperatura esta se mantuvo entre  $25,46 \pm 0,39$  y humedad entre  $62,31 \pm 7,36\%$ . Se concluyó que dos especies (*Hermetia illucens* y *Eublabeus spp.* “Ivory”) pueden consumir el alga tóxica *Rugulopteryx okamurae* tolerando la alta concentración de sesquiterpenos en esta especie.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1. Residuos sólidos**

Son todo tipo de material, elementos o sustancias sólidas o semisólidas de los cuales el generador tiene la obligación de disponer según la normativa nacional, para evitar daños a la salud y el ambiente. (MINAM, 2016)

### **2.2.2 Residuos sólidos orgánicos**

Se trata de desechos de naturaleza biológica, provenientes de fuentes vegetales o animales, que experimentan un proceso natural de descomposición, generando gases de efecto invernadero y ácidos orgánicos en el sitio de eliminación final. A través de un tratamiento apropiado, es posible convertir estos residuos en productos útiles como: compost, humus,

fertilizantes, etc. (Artículo 83° del Reglamento de la Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos).

Los residuos orgánicos se clasifican en:

- a) Restos de comida: Son residuos orgánicos domiciliarios generados por sobras de alimentos o por encontrarse en mal estado. Son residuos que sin previo tratamiento tienen gran potencial contaminante. (FAO,2017)
- b) Excretas de animales: Son residuos provenientes del metabolismo de los animales, lo que no es digerido es expulsado en forma de heces y orina. (Iglesias, L.1994)
- c) Restos de podas y jardín: Son residuos compuestos por ramas, partes leñosas y follajes, normalmente provenientes del mantenimiento de parques y jardines. (Pascual, 2020).

### ***2.2.3 Problemas con la mala disposición de desechos sólidos.***

La disposición de los residuos sólidos es un problema constante, encontrándose desde las comunidades humanas más antiguas, debido a la acumulación y dispersión de los alimentos. (Tchobanoglous, 1982)

### ***2.2.4. Rellenos Sanitarios***

Lima cuenta con 6 rellenos sanitarios, las cuales son: El Zapallal, Huaycoloro, Portillo Grande, Manual de la municipalidad provincial de Yauyos, Chancay y planta de tratamiento de residuos orgánicos y planta de separación de residuos inorgánicos reciclables para las ciudades de Hualmay, Huaura, Santa María, Vegueta, Caleta de Carquin y Huacho (MINAM, 2021)

### ***2.2.5 Degradación de residuos***

Es la reintegración en forma natural de los residuos orgánicos e inorgánicos, influenciada por diversos factores como: climáticos (temperatura, humedad, luz, etc.) y actividad microbiana. (Fuentes, 2018)

#### ***Degradación de residuos por actividad microbiana***

La descomposición de la materia orgánica es una característica común a todos los organismos heterótrofos. , un proceso mediante el cual se recicla el suministro limitado de CO<sub>2</sub> disponible para la fotosíntesis. Toda materia orgánica está sujeta a ser descompuestas por la acción de las bacterias; si esto no ocurriese habría grandes cantidades de residuos en el planeta. (Vargas et al., 2007)

#### ***Degradación de los residuos orgánicos por mosca soldado negra***

La mosca soldado negra es uno de los insectos más estudiados por su potencial de transformar los residuos orgánicos en alimento para animales, además sus excretas pueden ser usados como fertilizantes. En su estado larval puede transformar hasta el 50% de la biomasa orgánica en 11 días, la larva se alimentará todo lo posible para formar su pupa. Por esta razón, la bioconversión de residuos orgánicos a través de invertebrados se presenta como una tecnología que aprovecha los desechos para producir productos valiosos como alimento animal (larvas) y fertilizante (sustrato de alimento). En consecuencia, los insectos se posicionan como descomponedores naturales con el potencial de aliviar la carga de residuos, contrarrestando así la contaminación y prácticas ambientales deficientes en la gestión de desechos. (Bulak et al., 2018).

### ***2.2.6 Compostaje***

Se trata de un proceso natural donde los microorganismos aerobios necesitan una humedad apropiada y sustratos orgánicos. A través de una fase termófila, estos microorganismos

descomponen el sustrato orgánico que puede ser utilizado como mejoradores de suelos (Jesus, 2020).

### ***Contenido de nutrientes***

El compost debe cumplir con los siguientes requisitos. (INACAL,2021)

**Tabla 1.**

*Contenido de nutrientes*

Parámetro	Valor Mínimo	Valor Máximo
Nitrógeno	0.3	1.5
Fósforo	0.1	1.0
Potasio	0.3	1.0
Magnesio	0.2	0.7
Calcio	2	6

**Nota:** Se muestran los límites mínimos y máximos de nutrientes adecuados para el compost

### ***Olores***

El compost debe presentar mal olor.

### ***Humedad***

La humedad del compost debe ser mayor al 35 % y menor 50 % del peso del producto en base húmeda.

#### ***2.2.7. Sustrato***

Medio sólido en el cual se podrá desarrollar una planta o animal. Estos pueden ser naturales, de síntesis o residual, mineral u orgánico. (Compost, aserrín, arena de río, etc.). (FAO, 2013).

#### ***2.2.8. Vectores Biológicos***

Organismos capaces de transmitir patógenos al hombre o animales ya sea por picaduras, mordeduras o la orina y heces como roedores, moscas, zancudos, etc. (MINSA, 2018)

### **2.2.9. Vectores Mecánicos**

La única función de los vectores mecánicos es transportar al patógeno, el cual se puede dar por contacto con partes de su cuerpo. El vector mecánico no es huésped del patógeno. (OMS, 2020)

### **2.2.10. Cucarachas**

Las cucarachas pertenecen al orden *Blattodea* y se presume que las ninfas viven en lagunas pantanosas. Por tal motivo, habrían desarrollado un excelente sistema inmunitario de defensa contra los microorganismos. A nivel mundial, se estima que existen alrededor de 4,000 especies de cucarachas. (Rivas, 2020). Entre ellas, cuatro especies: germánica, americana, de banda marrón y oriental son consideradas las plagas más comunes en cocinas y espacios comerciales.

#### *Cucaracha germánica*

Mide alrededor de 1,2 centímetros de largo, cuenta con la mayor tasa de reproducción. Posee dos bandas paralelas de tonalidad oscura que se originan desde la cabeza hasta el frente de las alas. Durante su vida, la hembra tiene la capacidad de depositar hasta siete cápsulas de huevos, cada una conteniendo hasta 48 huevos. (Cueto, 2011).

#### *Cucaracha oriental*

Las cucarachas orientales hembra miden 3,2 cm de largo y solo 2,5 cm los machos. Además, las hembras tienen alas muy cortas. Prefieren lugares más frescos, aunque gran parte prefiere lugares cálidos. La ninfa tarda muchos años en convertirse en adulta, pero en su fase adulta dura 6 meses. Las hembras pueden depositar hasta ocho ooquistes, unos 16 cada una. (Cueto, 2011).

#### *Cucaracha de banda marrón*

Mide unos 1,3 centímetros de largo. Siendo el macho en tener alas más grandes que las hembras. Lleva el nombre debido a sus bandas marrones amarillentas en las alas delanteras. Prefiere alimentos ricos en almidón sobre otras cucarachas y requiere menos agua. Aparecen en cualquier establecimiento y les gusta esconderse en lo alto. (Cueto, 2011).

#### *Cucaracha americana*

Es la cucaracha común más grande, llegando a medir 2.5 centímetros de largo. Su rasgo distintivo es la presencia de una línea amarilla que atraviesa la parte posterior de la cabeza. Tiene la capacidad de planear, dando la apariencia de vuelo, aunque en ciertas áreas costeras pueden desarrollar plenamente la capacidad de volar. Desde su etapa de ninfa hasta la adulta, puede tener una longevidad de casi tres años. (Rivas, 2020).

#### **Características.**

La cucaracha americana o cucaracha roja (nombre científico: *Periplaneta americana*) es un insecto del género *Blattella*. En cuanto al tamaño, pueden alcanzar una longitud de hasta 4 cm y se encuentran entre las cucarachas más grandes y voraces, consumiendo de 26 a 52 mg por día. Tanto el macho como la hembra cuentan con alas en su etapa adulta, pero en el caso de los machos sus alas sobrepasan su abdomen a diferencia de las hembras que tienen alas a la medida de su abdomen (Rivas, 2020).

#### **Hábitat.**

Aunque también le gustan los ambientes cálidos y húmedos con temperaturas que oscilan desde 28°C hasta 32 °C y una humedad que fluctúa entre 70 a 90%, también necesita buena ventilación para evitar ácaros y moho. La *Periplaneta americana* se ha desarrollado perfectamente en medio urbano, así que pueden ser ubicados al aire libre (redes de alcantarillado, desagües, etc.) como en espacios interiores (viviendas, almacenes, etc.) (Rivas, 2020).

TEMPERATURA ÓPTIMA	HUMEDAD ÓPTIMA
25 C°- 30 C°	50% - 70%

**Nota:** Se observa el rango óptimo de las condiciones medioambientales de temperatura y humedad

### **Alimentación.**

*Periplaneta americana* es una especie omnívora, por lo que puede alimentarse de alimento para peces, restos de almidón, papel, cartón, carne, entre otros. (Jacobs, 2002)

El agua es fundamental para sobrevivencia ya sea suministrarlas a través de papas o manzana cortada finamente renovándolas diariamente para prevenir la proliferación de moho, llegando a consumir entre 0.005 a 0.6 gramos por día. (Jesus, 2020).

No se recomienda aproximar alimentos como pepino, laurel, albahaca, vinagre y ajo debido a que los olores que emanan estos alimentos las ahuyentan. (Vasquez, 2023)

### **Ciclo de vida.**

En su periodo de vida la hembra puede depositar de 9 a 10 ootecas que contienen 14 a 16 huevos en su interior. Entre 6 a 7 semanas, cada huevo da lugar a una ninfa que mudará su exoesqueleto de 6 a 13 veces antes de alcanzar su fase adulta, lo cual ocurre en un lapso de 9 a 13 meses. La cucaracha americana deposita la ooteca un día después de que se haya formado completamente. Las adhiere mediante secreciones bucales a una superficie, preferentemente horizontal, en lugares protegidos y con alimento para que las ninfas puedan alimentarse al nacer.

El ciclo biológico de *Periplaneta americana* tarda de 200 a 400 días en desarrollarse por completo desde su fase ninfa a adulta. (British Pest Control Association, 2020).

**Tabla 2.**

*Ciclo de vida de la cucaracha Periplaneta americana*

Fases de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i>	
Ooteca	42 a 55 días
Ninfa	200 a 400 días
Adulta	14 a 15 meses

**Nota:** Periodo de días por cada etapa del desarrollo biológico de las cucarachas

### **Crianza a nivel nacional e internacional.**

En Perú, no se ha masificado la crianza de la cucaracha americana. Sin embargo, se han realizado estudios y prototipos para fomentar la expansión de granjas de cucarachas ya que conlleva múltiples beneficios.

En China, la crianza de cucarachas es una oportunidad de negocio especialmente en el suroeste del país. La industria asiática no solo utiliza estos insectos como comida, sino que han considerado la crianza de cucarachas en granjas para obtener medicina, así cucarachas adultas de media o una pulgada son trituradas y se obtiene una poción, la cual es beneficiosa para la salud ya que se combate enfermedades gastrointestinales, afecciones respiratorias, cáncer, entre otras. En general, los criaderos representan las principales fuentes de ingresos para los granjeros que se dedican al cultivo de estos insectos, definitivamente su comercialización es lucrativa. Cabe mencionar que, para que las cucarachas sean aptas para el consumo humano tienen que cocerse al vapor para extraerles el etanol y su alimentación se basa en residuos sólidos, las cucarachas las transforman en proteína de alta calidad por eso son muy nutritivas. (Jiangguo, 2019)

### **Condiciones para controlar posibles plagas.**

Las cucarachas se adaptan a vivir en comunidad, pero si llegasen a no contar con alimento, cazarían a los individuos más pequeños. (De Blas, 2019)

Generar insectos estériles es un proceso en el que los machos se esterilizan con bajas dosis de radiación. Luego de ello, son liberadas en áreas con la problemática donde se aparean con hembras silvestres. Si el número de machos fértiles supera al número de machos salvajes, la población salvaje pronto desaparecerá.

A inicios de la década de 1990, se aplicó esta técnica durante 20 años en América del Norte y México para erradicar el gusano barrenador. Debido al éxito de esta estrategia, ahora se está implementando en toda Centroamérica. Chile y México recibieron asistencia de la FAO y el OEFA para utilizar esta técnica y erradicar la mosca mediterránea de la fruta. La ONU está brindando apoyo a las autoridades de Argentina, Guatemala y otros países del Oriente Medio para erradicar esta plaga o establecer zonas libres de ella (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1998)

En el caso de *Periplaneta americana*, este enfoque podría aplicarse para controlar posibles plagas, por su gran capacidad de propagación (Capone, 2015).

### **Enfermedades que transmite.**

Es capaz de transmitir enfermedades producidas por *E. Coli*, *Salmonella*, el *Staphylococcus* y *Streptococcus*, cólera, gastroenteritis, fiebre tifoidea, disentería, lepra y diversos parásitos. Sin embargo, en un entorno cautivo no estarán expuestos a ningún tipo de gérmenes. (Funes, 2020)

### **Mecanismos de adaptación.**

La cucaracha americana con el transcurrir de los años se ha adaptado al consumo de alimento humano. Esta adaptación se lleva a cabo principalmente a través de la comunicación

química y la capacidad para tolerar factores químicos y biológicos, como toxinas o agentes patógenos. Dado que habitan en áreas húmedas e insalubres, tienen una predilección por los alimentos fermentados, lo que implica que tienen muchas oportunidades de estar expuestas a microbios y patógenos. (Sheng, 2018).

### **Tasa de mortalidad.**

La crianza en cautiverio de las cucarachas presenta una tasa de mortalidad del 20%. Este fenómeno se atribuye a las variaciones en los niveles de humedad, temperatura y alimentación a los que están sometidas. (Vilca, 2019)

### III. VARIABLES E HIPÓTESIS

#### 3.1 Operacionalización de variables

- Variable independiente: Utilización de cucarachas *Periplaneta americana*
- Variable dependiente: Degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios

**Tabla 3.**

*Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Utilización de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i></p>	<p>Las cucarachas <i>Periplaneta americana</i> son una de las cucarachas más grandes, midiendo hasta 2.5 centímetros de largo, además de ser una de las más voraces.</p>	<p>Las cucarachas <i>Periplaneta americana</i>, son uno de los insectos más voraces. Los cuales tienen un periodo de vida superior a un año, en el cual ingieren grandes cantidades de compuestos orgánicos.</p>	<p>Condiciones medioambientales para la crianza intensiva de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i></p>	<p>Temperatura (°C) Humedad (%)</p>
<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios</p>	<p>La degradación es un proceso natural en el cual los materiales se desintegran y regresan a formar parte de la naturaleza.</p>	<p>La degradación es un proceso natural en el cual los materiales se van desintegrando y se reincorporan a la naturaleza por la acción de algunos factores como la temperatura, la humedad y ciertos microorganismos</p>	<p>Degradación de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios</p> <p>Tiempo de degradación de los residuos orgánicos domiciliarios por parte de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i></p> <p>Utilidad de los desechos que generan las cucarachas</p>	<p>Cantidad inicial (g) Cantidad final (g)</p> <p>Frecuencia de alimentación (Horas)</p> <p>Calidad del sustrato (%NPK)</p>

## **3.2 Hipótesis de la investigación**

### ***3.2.1 Hipótesis general***

- La utilización de la cucaracha *Periplaneta americana* será eficiente para la degradación de los residuos sólidos domiciliarios a escala piloto.

### ***3.2.2 Hipótesis específicas***

- Las condiciones medioambientales óptimas influyen significativamente en la crianza intensiva de las cucarachas *Periplaneta americana* para la degradación de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios.
- El tiempo de degradación de los residuos orgánicos domiciliarios por parte de las cucarachas *Periplaneta americana* será acelerado.
- Los desechos que generan las cucarachas como parte de la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios permite su utilización como abono orgánico.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. Descripción de la metodología**

La presente investigación es de tipo cuasiexperimental, además reúne las características de un estudio descriptivo-aplicativo y a la vez tiene un enfoque cuantitativo.

El proceso consistió en la captura de 225 cucarachas *Periplaneta americana*, seguido por su acondicionamiento de temperatura y humedad en tres conjuntos de tratamiento, cada uno compuesto por 75 individuos. Durante el experimento, se les proporcionó una dieta de 117 gramos de residuos orgánicos domiciliarios, recopilados de cinco hogares en Villa El Salvador, con una frecuencia de alimentación de 24 horas (tratamiento 1), 48 horas (tratamiento 2) y 72 horas (tratamiento 3). Así mismo, se realizó el monitoreo del pesado final luego de cada alimentación en los tratamientos. De esta manera se evaluó cómo la variación de temperatura y humedad tienen influencia en el proceso de degradación de residuos orgánicos domiciliarios, además de la evaluación del tiempo para degradar 117 gramos de residuos orgánicos (equivalentes a la cantidad máxima de alimentación diaria de 225 cucarachas) y 700 gramos (cantidad de desechos orgánicos generados por cada persona en el distrito de Villa El Salvador). Finalmente, se realizó un análisis de laboratorio para determinar la concentración de nutrientes (NPK) en las excretas producidas durante el proceso de degradación de la *Periplaneta americana* con el propósito de conocer la eficiencia de degradación y la utilidad de su excreta como abono orgánico. Posteriormente.

### **4.2. Implementación de la investigación**

- *Recabar información y revisión de literatura:* Se recabó información principalmente acerca de la crianza de cucarachas *Periplaneta americana* para poder replicar un prototipo y así conocer su capacidad degradativa de residuos sólidos orgánicos domiciliarios.

- *Acondicionamiento del ambiente:* Para poder criar la especie *Periplaneta americana* fue imprescindible preparar el ambiente, por ello se acondicionó una habitación en el domicilio N° 1. Tomando en cuenta su hábitat, se cubrieron las ventanas con cortinas negras, debido a que la especie es fotofóbica, además de retirar muebles y objetos para evitar puntos de escondite.

Para el acondicionamiento de la temperatura y humedad en la habitación, se usaron los siguientes equipos:

- ✓ Termohigrómetro digital modelo HTC-2
- ✓ Estufa termoventiladora Imaco modelo Nf15c 2000W
- ✓ Temporizador digital

Además, se utilizará los siguientes materiales para el armado de criaderos:

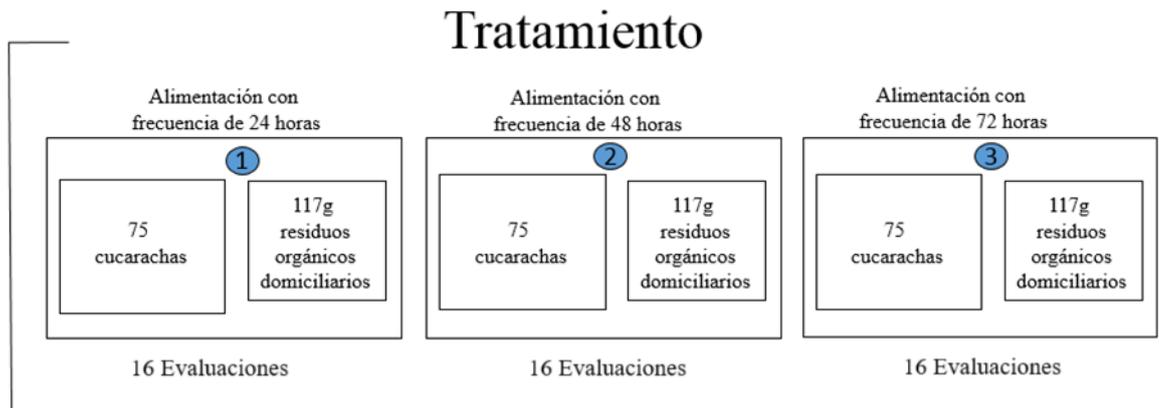
- ✓ Caja organizadora de plástico con capacidad de 30L (35x26x28 cm)
- ✓ Cartón de huevos
- ✓ Fuente de calor (estufa de cocina)
- ✓ Desarmador
- ✓ Tijeras

Dado que se estableció un entorno cerrado con el fin de prevenir la eventual escapatoria de algún individuo de cada criadero, se instalaron trampas (constituidas por cartones de huevo apilados) alrededor de los tratamientos. Asimismo, debido a las bajas temperaturas presentes en el distrito, las cucarachas *Periplaneta americana* no tendrían la capacidad de eludir el confinamiento debido a su sensibilidad al frío.

En total, se utilizaron cuatro cajas organizadoras de plástico, cada una equipada con cartones de huevos y tapas perforadas. La primera caja se designó como depósito para las cucarachas, mientras que las restantes se destinaron a llevar a cabo la evaluación de los tres tratamientos.

**Figura 1.**

*Tratamiento de los (03) criaderos*



- *Recolección de cucarachas Periplaneta americana:* Se localizaron los puntos estratégicos que sirven como hábitats para estas especies.
  - ✓ Alrededor del mercado el Progreso ubicado en Av. el Sol entre Av. Micaela Bastidas y Av. Mariano Pastor Sevilla
  - ✓ Dentro de la planta de transferencia de Villa el Salvador
  - ✓ En los buzones que se encuentran fuera de cada domicilio
  - ✓ Dentro de las instalaciones del Complejo deportivo de Villa María del Triunfo

Posteriormente se procedió a su captura de forma manual y con trampas caseras. Durante este procedimiento, se tuvo en cuenta el uso de los siguientes EPPS:

- ✓ Guantes de jebe o nitrilo
- ✓ Guante multiflex

Además, posterior a la manipulación traslado y recolección se realizará la desinfección personal, de equipos y herramientas utilizando alcohol en gel 500 mL y lejía Liguria al 5%

- *Depósito de los individuos recolectados:* Una vez recolectadas, se introdujeron en el sistema inicial para su adaptación antes de ser trasladadas a los criadores individuales que han sido previamente preparados.
- *Recolección de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios:* Se recolectaron los residuos sólidos orgánicos de (05) domicilios de Villa El Salvador con la finalidad de obtener una muestra representativa, teniendo en cuenta que la cantidad recolectada variará de acuerdo a la cantidad de personas que habiten en cada domicilio, así como también la cantidad que genere cada hogar. La ubicación de cada domicilio será listada mediante la siguiente tabla:

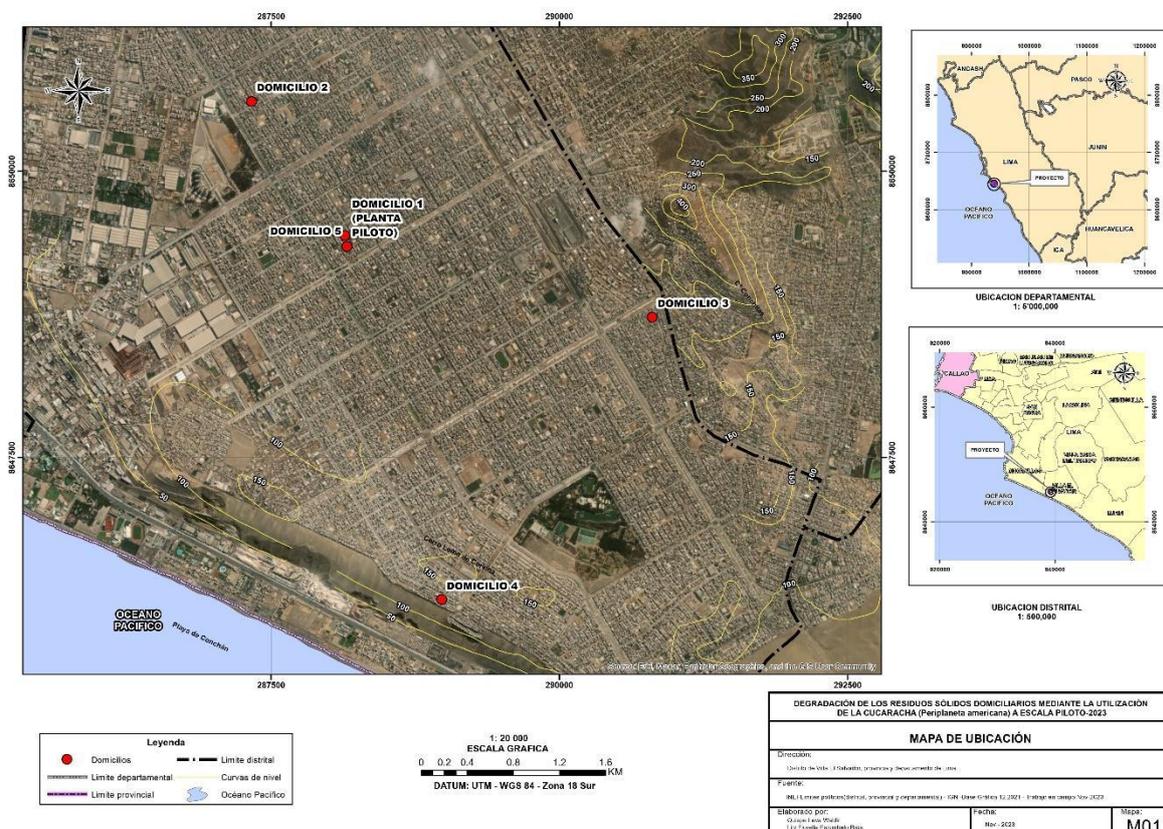
**Tabla 4.**

*Ubicación de los domicilios participantes en la investigación*

	DIRECCIÓN	Posición geográfica WGS84 ZONA 18 S	
		UTMX (Este)	UTMY (Norte)
Domicilio 1	Sector 2 Grupo 23 Mz K Lote 3	288158.60	8649341.60
Domicilio 2	Sector 1 Grupo 23 Mz I Lote 3	287330.80	8650607.70
Domicilio 3	Urbanización Pachacamac IV Etapa Mz N2 Lote 10	290806.00	8648724.20
Domicilio 4	Mirador de Villa Mz B Lote 24	288979.10	8646258.20
Domicilio 5	Sector 2 Grupo 23 Mz L Lote 8	288139.50	8649438.10

**Figura 2.**

*Ubicación de los domicilios participantes en la investigación*



- *Alimentación a los individuos con los residuos sólidos orgánicos domiciliarios:* A partir de la recopilación de residuos orgánicos domiciliarios, se procedió a realizar una mezcla homogénea, dosificando 117 gramos (equivalentes a la cantidad máxima de alimentación diaria de 225 cucarachas) para cada tratamiento. Por lo tanto, cada criadero recibirá 117 gramos de residuos sólidos orgánicos domiciliarios. Es relevante destacar que la frecuencia de alimentación en los tres criaderos será cada 24, 48 y 72 horas durante un período de seis semanas. En el transcurso de este lapso, se llevarán a cabo 16 evaluaciones por cada criadero, sumando un total de 48 evaluaciones.
- *Registro de pesos inicial y final, temperatura y humedad:* Se llevó a cabo la supervisión de la temperatura y humedad al inicio y al final de cada tratamiento, junto con el registro del peso al principio y al final. Esto permitirá evaluar la cantidad de residuos sólidos orgánicos domiciliarios degradados en cada caso.

- *Evaluación del tiempo para la degradación de 700 y 117 gramos de residuos sólidos domiciliarios.* Se empleó una ficha de registro de campo para evaluar el tiempo de la degradación de 700 y 117 gramos de residuos orgánicos domiciliarios, realizando un seguimiento diario del peso inicial y final.
- *Excreta:* Las excretas fueron recolectadas periódicamente previo a cada alimentación con la finalidad de una prueba de laboratorio, para conocer la calidad de su excreta y aprovecharla como enmienda orgánica.

#### 4.2.1. Pruebas realizadas

Los 3 tratamientos consistieron en la aplicación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios, los cuales fueron picados en trozos de 0.3 a 0.5 cm. Asimismo, estos fueron combinados para obtener una muestra homogénea y a través del método de cuarteo se obtuvo una muestra representativa. Esta muestra será constante en todos los tratamientos con 117 gramos.

- ✓ Tratamiento N°1: El periodo de evaluación fue desde el 14 de agosto de 2023 hasta el 30 de agosto de 2023 con una frecuencia diaria (cada 24 horas) a las 8:00 pm.

#### Figura 3.

*Tratamiento N°1*



- ✓ Tratamiento N°2: El periodo de evaluación fue desde el 14 de agosto de 2023 hasta el 13 de septiembre de 2023 con una frecuencia interdiaria (cada 48 horas) a las 8:00 pm.

**Figura 4.**

*Tratamiento N°2*



- ✓ Tratamiento N°3: El periodo de evaluación fue desde el 14 de agosto de 2023 hasta el 28 de setiembre de 2023 con una frecuencia cada 72 horas a las 8:00 pm.

**Figura 5.**

*Tratamiento N°3*



#### **4.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos**

##### ***4.4.1 Técnica para la recolección de datos***

- Observación experimental: Durante las 16 evaluaciones por tratamiento, se evidenció la variación de cantidad de los residuos sólidos orgánicos degradados y originados por la crianza de las cucarachas *Periplaneta americana*.
- Recopilación documental: Consecuentemente se cuantificó la diferencia de pesos mediante el llenado del instrumento de recolección de datos para interpretar los resultados obtenidos y realizar el análisis estadístico correspondiente.
- Análisis nivel laboratorio: Se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina, dónde se evaluará el % NPK de los desperdicios generados por las cucarachas *Periplaneta americana*, con la finalidad de conocer la calidad de sustrato.

#### **4.5. Instrumentos de recolección de datos**

Para el siguiente trabajo de investigación se requirió un Registro de datos de campo donde se establecerán la variación de pesos, paralelamente temperatura (°C) y humedad relativa (%). Por ello se usarán 3 tablas (alimentación cada 24 horas, alimentación cada 48 horas y alimentación cada 72 horas), realizando 16 evaluaciones por cada una. Además de un experimento de laboratorio para conocer la calidad de residuos generados por las cucarachas.

##### ***4.5.1. Validez***

El siguiente trabajo fue hecho bajo condiciones adecuadas de temperatura, humedad e iluminación, los cuales fueron realizados en investigaciones con el objetivo de degradar residuos orgánicos usando la *Periplaneta americana*: (Jacobs, 2002. y Jesus, 2020).

TEMPERATURA ÓPTIMA	HUMEDAD ÓPTIMA
25 C°- 30 C°	50% - 70%

Los residuos orgánicos fueron recolectados de 5 domicilios del distrito de villa el salvador, siendo combinados de forma homogénea y usando una muestra representativa de 117g para su alimentación.

Se tomaron como ejemplo los sistemas de crianza, manejo y monitoreo del trabajo de Jesus, (2020). En el cual se observó el desarrollo adecuado de las cucarachas además de reducir a 0% la tasa de mortalidad por una crianza en cautiverio.

#### **4.5.2. Confiabilidad**

Con respecto a la confiabilidad, los instrumentos para la recolección de datos fueron calibrados previamente. En el caso del higrómetro utilizado de marca y modelo HTC-2, se calibró según los procedimientos: PC-026 y PC-017 INACAL "Procedimiento para la calibración de higrómetros y termómetros ambientales y digitales". El certificado de calibración LTH-274-2023 se encuentra adjunto en el anexo 02.

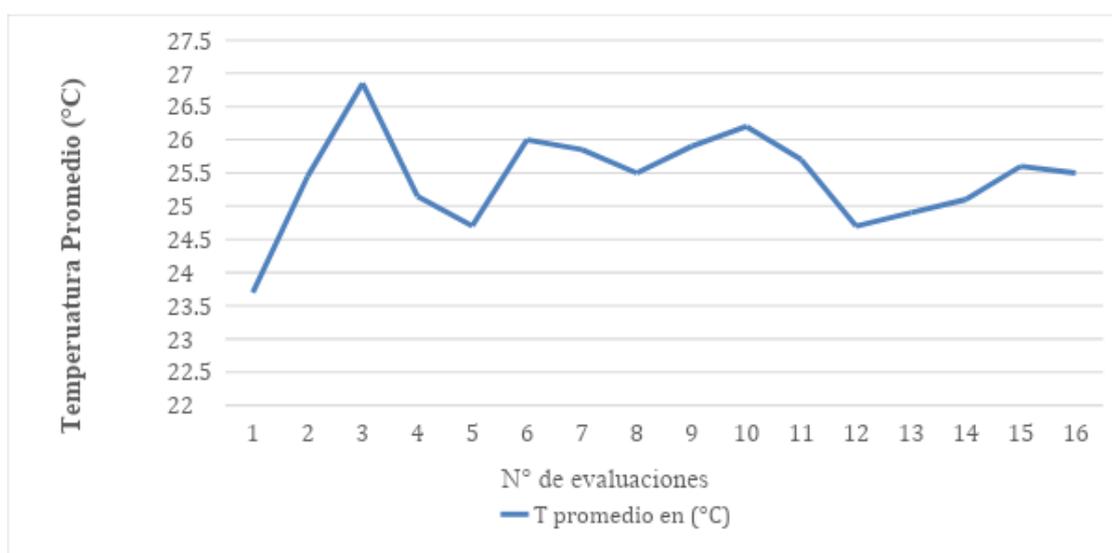
### **4.6. Resultados**

#### **4.6.1. Evaluación de la temperatura y humedad para la degradación de los RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas *Periplaneta americana***

En la siguiente tabla se observa la relación entre la temperatura y humedad con la variación de pesos de RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas *Periplaneta americana* con una frecuencia de 24 horas que corresponden al tratamiento 1.

**Tabla 5.***Data obtenida del tratamiento 1*

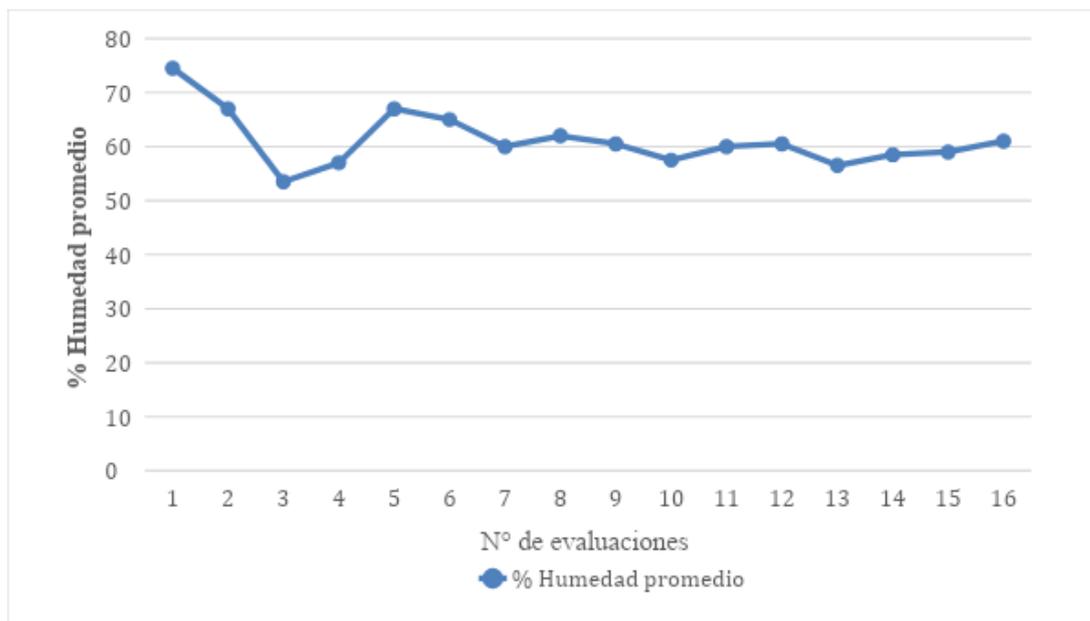
Alimentación con frecuencia de 1 día									
N°	Peso de RR. SS Orgánicos (g)			Temperatura (°C)			Humedad (%)		
	Inicial	Final	Diferencia	Inicial	Final	T PROM	Inicial	Final	%H PROM
1	117	107	10	23.9	23.5	23.7	69	80	74.5
2	117	108	9	23.5	27.4	25.45	80	54	67
3	117	105	12	27.4	26.3	26.85	54	53	53.5
4	117	107	10	26.3	24	25.15	53	61	57
5	117	106	11	24	25.4	24.7	61	73	67
6	117	106	11	25.4	26.6	26	73	57	65
7	117	108	9	26.6	25.1	25.85	57	63	60
8	117	106	11	25.1	25.9	25.5	63	61	62
9	117	107	10	25.9	25.9	25.9	61	60	60.5
10	117	107	10	25.9	26.5	26.2	60	55	57.5
11	117	108	9	26.5	24.9	25.7	55	65	60
12	117	109	8	24.9	24.5	24.7	65	56	60.5
13	117	108	9	24.5	25.3	24.9	56	57	56.5
14	117	106	11	25.3	24.9	25.1	57	60	58.5
15	117	108	9	24.9	26.3	25.6	60	58	59
16	117	107	10	26.3	24.7	25.5	58	64	61

**Figura 6.***Temperatura vs Tiempo*

**Nota:** En la figura anterior se muestra una temperatura promedio de 25.4 °C en un periodo de 16 evaluaciones (Frecuencia 24h)

**Figura 7.**

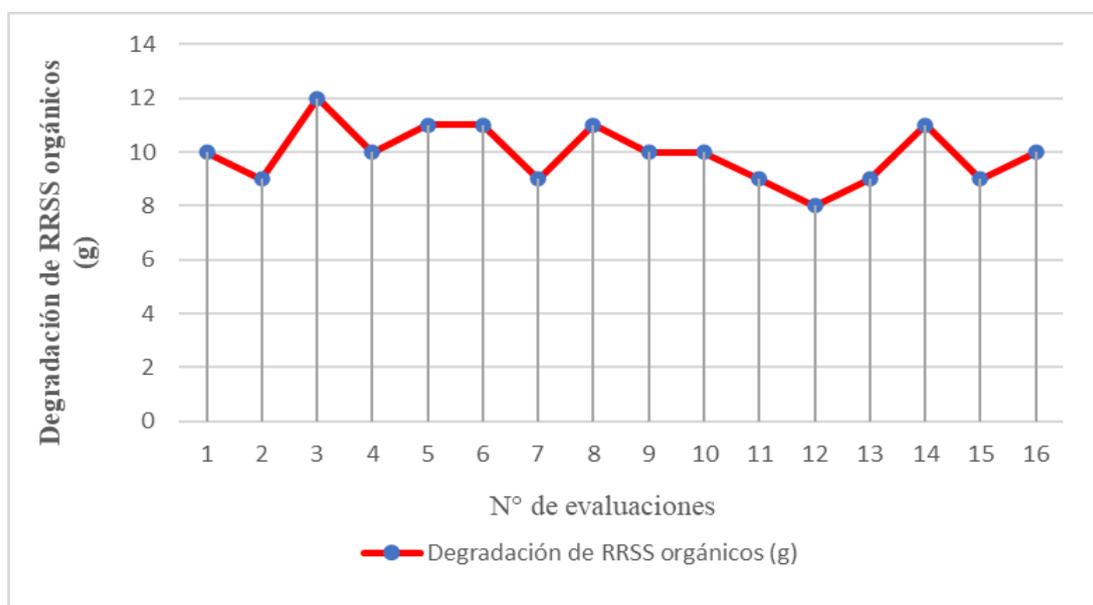
*%Humedad vs Tiempo*



**Nota:** En la figura anterior se muestra un % de humedad promedio de 61.2 °C en un periodo de 16 evaluaciones (Frecuencia 24h)

**Figura 8.**

*Degradación de residuos orgánicos vs tiempo*



**Nota:** En la figura anterior se muestra la degradación de residuos orgánicos con un promedio de 9.9 g en un periodo de 16 evaluaciones (Frecuencia 24h)

En la siguiente tabla se observa la relación entre la temperatura y humedad con la variación de pesos de RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas *Periplaneta americana* con una frecuencia de 48 horas que corresponden al tratamiento 2.

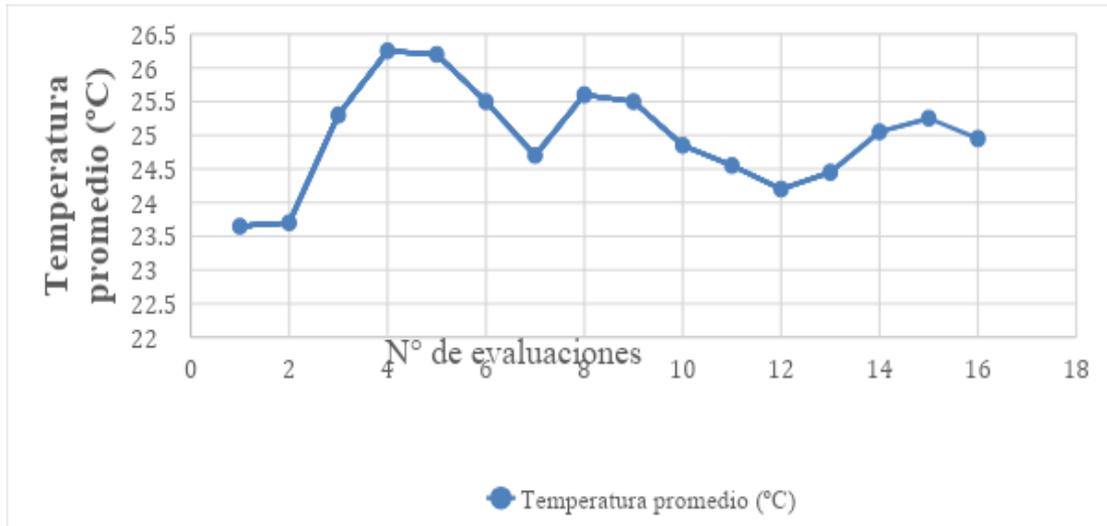
**Tabla 6.**

*Data obtenida del tratamiento 2*

Alimentación con frecuencia de 2 días										
N°	Fecha	Peso de RR. SS Orgánicos (g)		Diferencia	Temperatura (°C)			Humedad (%)		
		Inicial	Final		Inicial	Final	T PROM	Inicial	Final	%H PROM
1	14/08/2023	117	94	23	23.9	23.4	23.65	69	64	66.5
2	16/08/2023	117	95	22	23.4	24	23.7	64	61	62.5
3	18/08/2023	117	91	26	24	26.6	25.3	61	57	59
4	20/08/2023	117	88	29	26.6	25.9	26.25	57	61	59
5	22/08/2023	117	93	24	25.9	26.5	26.2	61	56	58.5
6	24/08/2023	117	91	26	26.5	24.5	25.5	56	56	56
7	26/08/2023	117	94	23	24.5	24.9	24.7	56	60	58
8	28/08/2023	117	89	28	24.9	26.3	25.6	60	58	59
9	30/08/2023	117	92	25	26.3	24.7	25.5	58	64	61
10	1/09/2023	117	93	24	24.7	25	24.85	64	65	64.5
11	3/09/2023	117	96	21	25	24.1	24.55	65	61	63
12	5/09/2023	117	97	20	24.1	24.3	24.2	61	62	61.5
13	7/09/2023	117	95	22	24.3	24.6	24.45	62	67	64.5
14	9/09/2023	117	92	25	24.6	25.5	25.05	67	56	61.5
15	11/09/2023	117	92	25	25.5	25	25.25	56	65	60.5
16	13/09/2023	117	93	24	25	24.9	24.95	65	56	60.5

**Figura 9.**

*Temperatura vs Tiempo*



**Nota:** En la figura anterior se muestra una temperatura promedio de 24.9 °C en un periodo de 16 evaluaciones (Frecuencia 48h)

**Figura 10.**

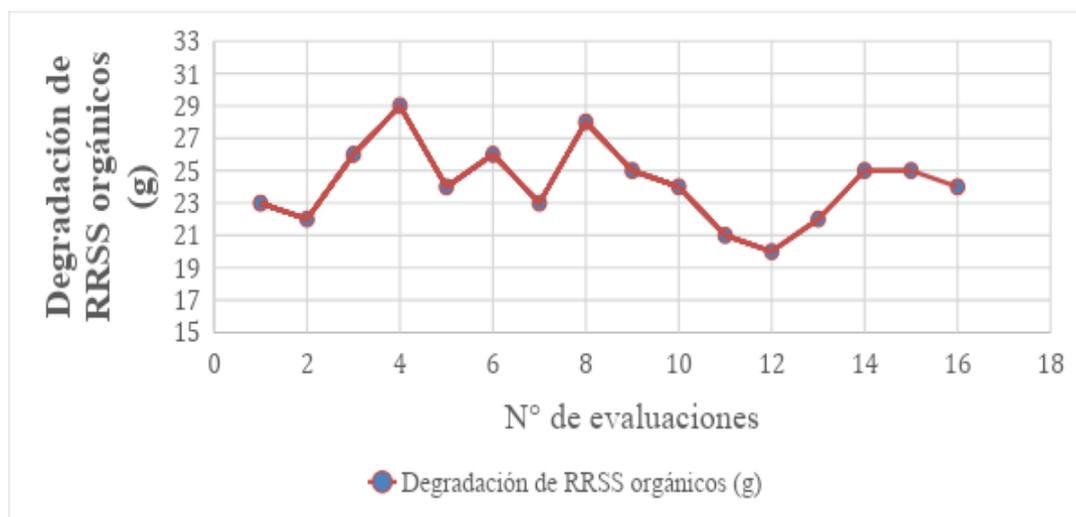
*% Humedad vs Tiempo*



**Nota:** En la figura anterior se muestra una humedad promedio de 60.9% en un periodo de 16 evaluaciones (frecuencia 48 horas)

**Figura 11.**

*Degradación de residuos orgánicos vs tiempo*



**Nota:** En la figura anterior se muestra la degradación de residuos orgánicos con un promedio de 24.2 g en un periodo de 16 evaluaciones (frecuencia 48 horas)

En la siguiente tabla se observa la relación entre la temperatura y humedad con la variación de pesos de RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas *Periplaneta americana* con una frecuencia de 72 horas que corresponden al tratamiento 3.

**Tabla 7.**

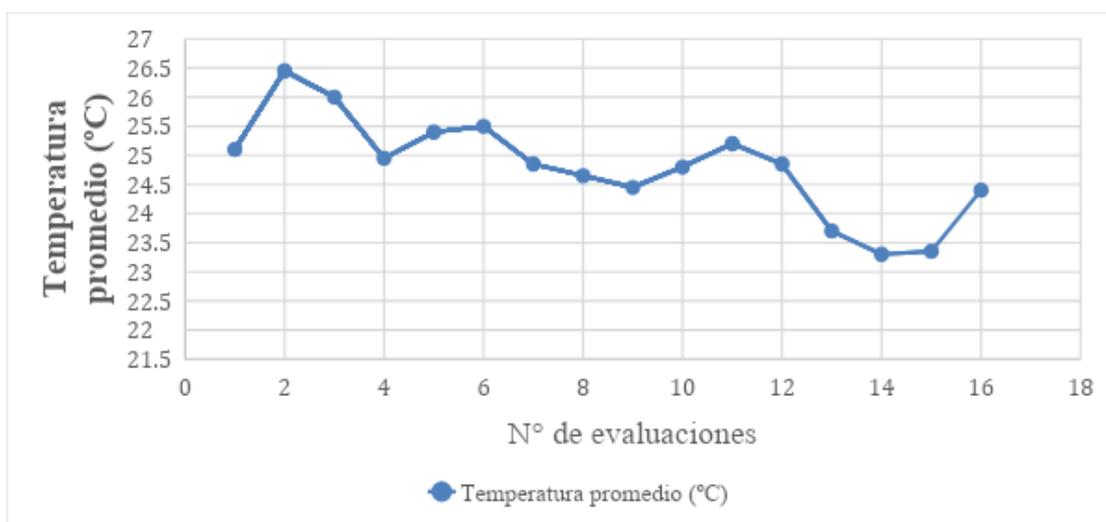
*Data obtenida del tratamiento 3*

Alimentación con frecuencia de 3 días										
Nº	Fecha	Peso de RR. SS Orgánicos (g)		Diferencia	Temperatura (°C)			Humedad (%)		
		Inicial	Final		Inicial	Final	T PROM	Inicial	Final	%H PROM
1	14/08/2023	117	75	42	23.9	26.3	25.1	69	53	61
2	17/08/2023	117	68	49	26.3	26.6	26.45	53	57	55
3	20/08/2023	117	66	51	26.6	25.4	26	57	60	58.5
4	23/08/2023	117	76	41	25.4	24.5	24.95	60	56	58
5	26/08/2023	117	73	44	24.5	26.3	25.4	56	58	57
6	29/08/2023	117	67	50	26.3	24.7	25.5	58	64	61

7	1/09/2023	117	72	45	24.7	25	24.85	64	65	64.5
8	4/09/2023	117	73	44	25	24.3	24.65	65	62	63.5
9	7/09/2023	117	74	43	24.3	24.6	24.45	62	67	64.5
10	10/09/2023	117	72	45	24.6	25	24.8	67	65	66
11	13/09/2023	117	73	44	25	25.4	25.2	65	62	63.5
12	16/09/2023	117	73	44	25.4	24.3	24.85	62	62	62
13	19/09/2023	117	81	36	24.3	23.1	23.7	62	63	62.5
14	22/09/2023	117	84	33	23.1	23.5	23.3	63	63	63
15	25/09/2023	117	81	36	23.5	23.2	23.35	63	63	63
16	28/09/2023	117	71	46	23.2	25.6	24.4	63	71	67

**Figura 12.**

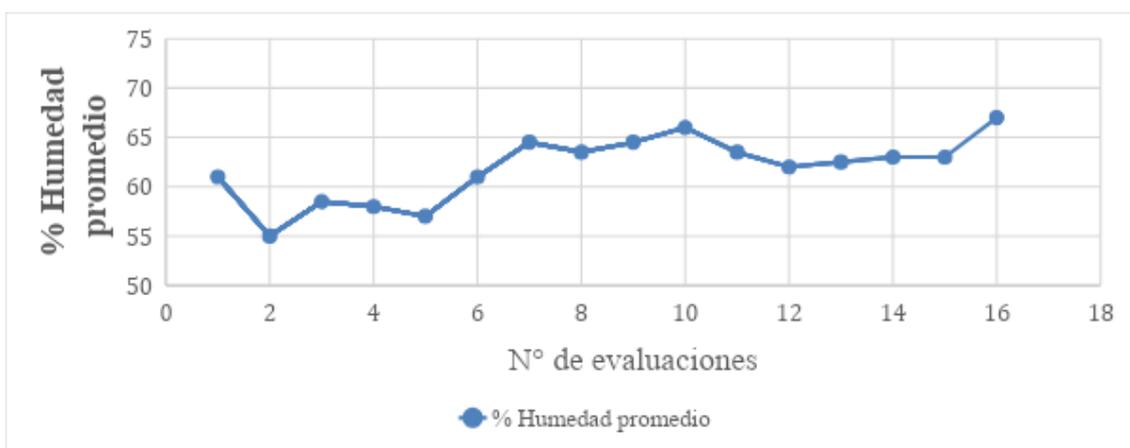
*Temperatura vs Tiempo*



**Nota:** En la figura anterior se muestra una temperatura promedio de 24.8 °C en un periodo de 16 evaluaciones (frecuencia 72 horas)

**Figura 13.**

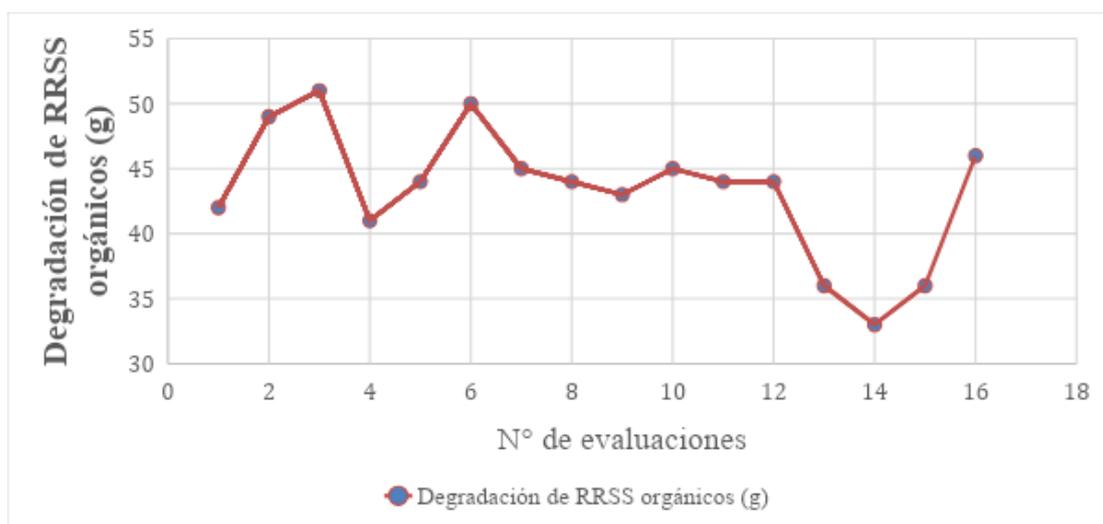
*% humedad vs Tiempo*



**Nota:** En la figura anterior se muestra una humedad promedio de 61.8% en un periodo de 16 evaluaciones (frecuencia 72 horas)

**Figura 14.**

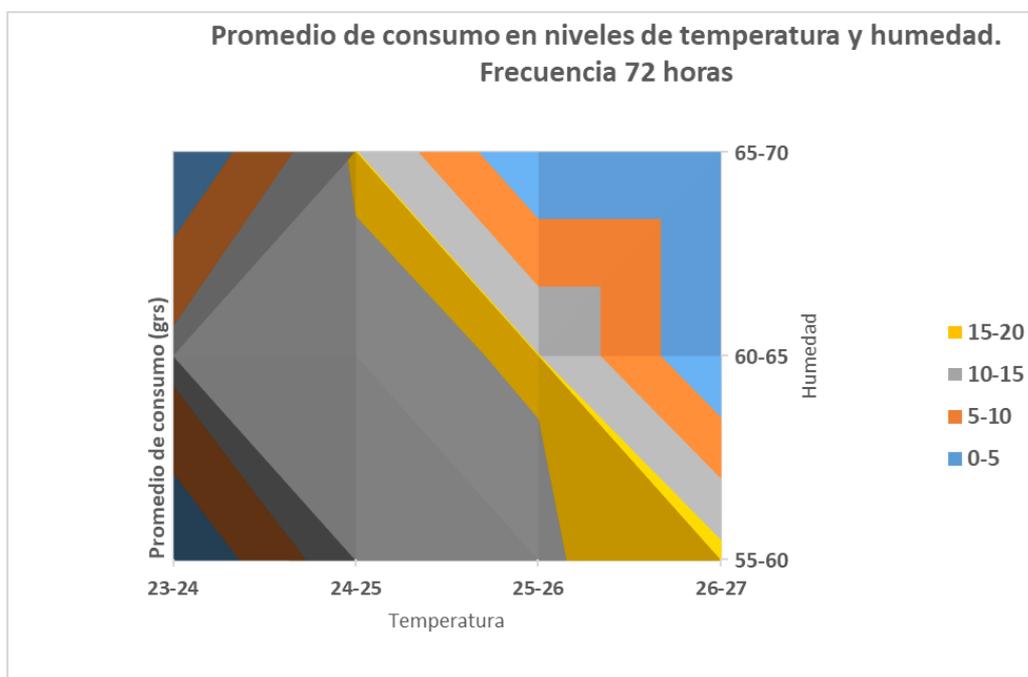
*Degradación de residuos orgánicos vs %Humedad*



**Nota:** En la figura anterior se muestra la degradación de residuos orgánicos con un promedio de 43.3g % en un periodo de 16 evaluaciones (frecuencia 72 horas)

**Figura 15.**

*Gráfico de superficie para degradación de RRSS orgánicos domiciliarios (gramos), temperatura (°C) y humedad (%) para el tratamiento 3*



**Nota:** La figura anterior muestra una superficie tridimensional correspondiente al tratamiento 3, donde la variación en el promedio de degradación (eje Z) revela cómo cambia en respuesta a cambios en la temperatura y humedad (ejes X y Y).

Se puede observar que la degradación máxima se ve resaltada de color amarillo, área que abarca temperaturas entre 25 a 27°C y humedad entre 55 y 70%.

*Aplicación del modelo ANOVA para evaluar el efecto de la temperatura y humedad sobre la degradación de los RR.SS. orgánicos domiciliarios*

**Regresión múltiple**

**Modelo: Consumo diario = f (humedad, temperatura)**

**Tabla 8.**

*Variables estudiadas para la regresión múltiple*

Frecuencia de alimentación (días)	Variables entradas
1	humedad, Temperatura <sup>b</sup>
2	humedad, Temperatura <sup>b</sup>
3	humedad, Temperatura <sup>b</sup>

**Tabla 9.***Variables estudiadas para la regresión múltiple*

Frecuencia de alimentación (días)	Modelo	R	R cuadrado
1	1	,365 <sup>a</sup>	,133
2	1	,762 <sup>a</sup>	,581
3	1	,948 <sup>a</sup>	,899

**Nota:** El 89.9% de la degradación de RRSS orgánicos depende del modelo (temperatura y humedad) para el tercer tratamiento

Debido a que las variables temperatura y humedad son cuantitativas se hace una regresión múltiple.

**Tabla 10.***Representación simplificada de regresión múltiple*

Frecuencia de alimentación (días)	Modelo	Coeficientes		t	Sig.
		B	Desv. Error		
<b>1- 24 horas</b>	(Constante)	-10,817	15,409	-,702	,495
	Temperatura	,684	,486	1,408	,182
	humedad	,055	,070	,788	,445
<b>2 -48 horas</b>	(Constante)	-18,266	15,223	-1,200	,252
	Temperatura	1,206	,393	3,067	,009
	humedad	,004	,109	,036	,972
<b>3- 72 horas</b>	(Constante)	-54,768	7,921	-6,914	,000
	Temperatura	2,222	,214	10,368	,000
	humedad	,228	,056	4,074	,001

**Nota:** En la tabla anterior, se evaluó que en 1er tratamiento no hay significancia. Por otro lado, en el 2do tratamiento solo hay significancia de temperatura, mientras que en 3er tratamiento hay significancia de temperatura y humedad.

**Análisis de varianza****Tabla 11.***Subniveles de temperatura y humedad*

Frecuencia de alimentación (días)	Etiqueta de valor	N	
1	Temperatura (C)	1 <= 24,00	1
		2 24,01 - 25,00	3
		3 25,01 - 26,00	10
		4 26,01+	2
	Humedad (%)	1 <= 55,0	1
		2 55,1 - 60,0	7
		3 60,1 - 65,0	5

		4	65,1 - 70,0	2
		5	70,1+	1
2	Temperatura (C)	1	<= 24,00	2
		2	24,01 - 25,00	6
		3	25,01 - 26,00	6
		4	26,01+	2
	Humedad (%)	2	55,1 - 60,0	6
		3	60,1 - 65,0	9
		4	65,1 - 70,0	1
3	Temperatura (C)	1	<= 24,00	3
		2	24,01 - 25,00	7
		3	25,01 - 26,00	5
		4	26,01+	1
	Humedad (%)	1	<= 55,0	1
		2	55,1 - 60,0	3
		3	60,1 - 65,0	10
		4	65,1 - 70,0	2

**Nota:** La tabla anterior presenta subniveles de temperatura y humedad (se dividieron en intervalos de igual amplitud)

**Tabla 12.**

*Análisis de varianza (ANOVA)*

Variable dependiente: consumo día

Frecuencia de alimentación (días)	Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Significancia
1- 24 horas	Niveles_Temperatura	1,269	2	,634	,547	,597
	Niveles_humedad	3,121	3	1,040	,896	,480
	Error	10,445	9	1,161		
	Total corregido	16,938	15			
2 – 48 horas	Niveles_Temperatura	6,630	3	2,210	3,116	,075
	Niveles_humedad	1,199	2	,600	,846	,458
	Error	7,092	10	,709		
	Total corregido	21,609	15			
3 – 72 horas	Niveles_Temperatura	23,636	2	11,818	13,272	,002
	Niveles_humedad	,644	2	,322	,362	,705
	Error	8,904	10	,890		
	Total corregido	41,259	15			

- a. R al cuadrado = ,383
- b. R al cuadrado = ,672
- c. R al cuadrado = ,784

**Nota:** La tabla anterior muestra que en los tratamientos 1 y 2, no hay efectos de temperatura ni humedad porque la significancia es mayor de 0.05, sin embargo, en el tratamiento 3 hay efecto de la temperatura sobre la degradación.

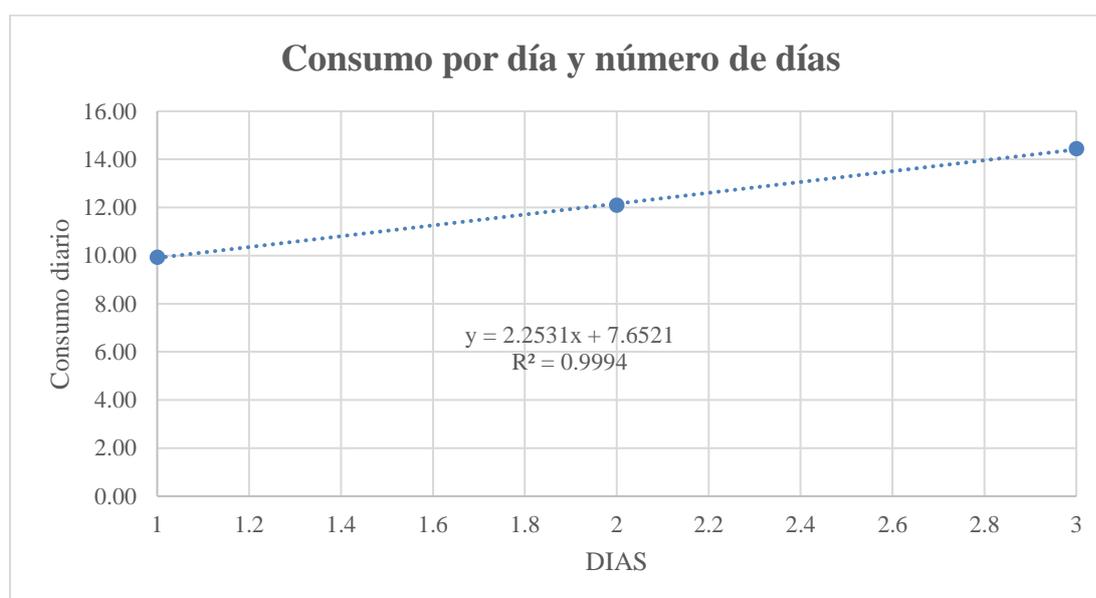
**Tabla 13.**

*Prueba de Tukey para los 3 tratamientos*

Frecuencia de alimentación (días)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
24 horas	16	9,938		
48 horas	16		12,094	
72 horas	16			14,444
Sig.		1,000	1,000	1,000

El promedio de consumo diario por tratamiento`

Tratamiento 1	9.94 g
Tratamiento 2	12.09 g
Tratamiento 3	14.44 g



Hay una tendencia ascendente, es decir que conforme pase el tiempo habrá mayor consumo.

**Tabla 14.**

Coeficiente de variabilidad

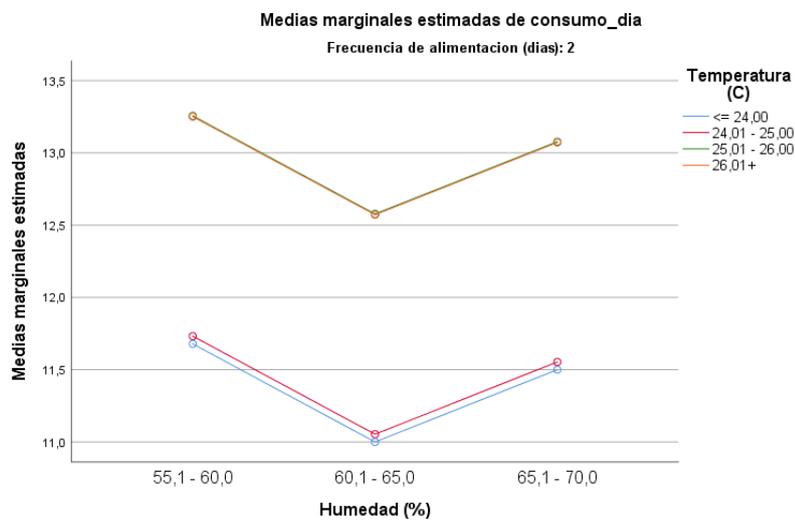
Descripción	Tratamientos		
	1	2	3
Desv. estándar	1.063	2.401	4.976
Media	9.94	24.19	43.31
Coef. Variabilidad (C.V.)	10.69%	9.93%	11.49%

**Gráficos de perfil**

**Humedad (%) \* Temperatura (C)**

**Figura 16.**

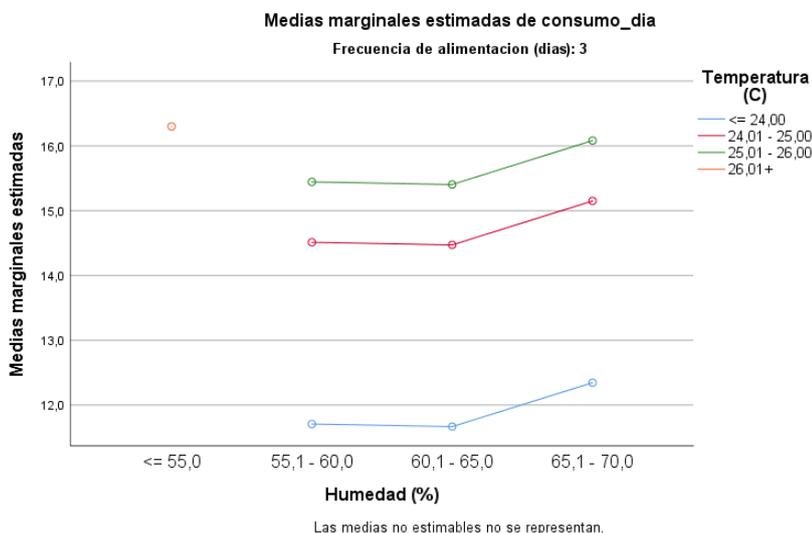
*Relación entre degradación de RRSS orgánicos domiciliarios vs temperatura vs humedad para el tratamiento 2*



**Nota:** La figura anterior muestra que cuando la temperatura está a partir de 25°C en adelante, el promedio de consumo diario o degradación de RRSS orgánicos domiciliarios será mayor.

**Figura 17.**

*Relación entre degradación de RRSS orgánicos domiciliarios vs temperatura vs humedad para el tratamiento 3*



**Nota:** La tabla anterior muestra que, si la temperatura es menor de 24°C, la degradación de RRSS orgánicos no resulta favorable.

#### ***4.6.2. Tiempo de degradación de los RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas *Periplaneta americana****

En las siguientes tablas se muestran el tiempo de degradación de 700 y 117 gramos de RR.SS. orgánicos utilizando las cucarachas *Periplaneta americana*.

**Tabla 15.**

*Tiempo de degradación de 700 gramos de RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas *Periplaneta americana**

<b><i>N°</i></b>	<b><i>Día</i></b>	<b><i>Peso de RR. SS Orgánicos (g)</i></b>
1	6/10/2023	700
2	7/10/2023	657
3	8/10/2023	614
4	9/10/2023	571
5	10/10/2023	548
6	11/10/2023	525
7	12/10/2023	503
8	13/10/2023	446
9	14/10/2023	389
10	15/10/2023	331

11	16/10/2023	306
12	17/10/2023	281
13	18/10/2023	256
14	19/10/2023	216
15	20/10/2023	166
16	21/10/2023	136
17	22/10/2023	99
18	23/10/2023	61
19	24/10/2023	24
20	25/10/2023	0

**Nota:** En la tabla anterior se muestra que la degradación de 700 gramos (generación per cápita de RR.SS. orgánicos) se logró en un periodo de 20 días utilizando 225 cucarachas *Periplaneta americana*.

**Tabla 16.**

*Tiempo de degradación de 117 gramos de RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas Periplaneta americana*

<b>N°</b>	<b>Día</b>	<b>Peso de RR. SS Orgánicos (g)</b>
1	18/09/2023	117
2	19/09/2023	107
3	20/09/2023	98
4	21/09/2023	87
5	22/09/2023	76
6	23/09/2023	66
7	24/09/2023	55
8	25/09/2023	45
9	26/09/2023	36
10	27/09/2023	27
11	28/09/2023	18
12	29/09/2023	9
13	30/09/2023	3
14	1/10/2023	3

**Nota:** En la tabla anterior se muestra que la degradación de 117 gramos (consumo máximo de alimento que puede ser ingerido por la cucaracha en un periodo de 3 días) se logró en un periodo de 14 días utilizando 75 cucarachas *Periplaneta americana*.

Cálculo de degradación diaria de RRSS orgánicos por unidad de cucaracha *Periplaneta americana*

$$\text{Degradación diaria de RRSS orgánicos por unidad de cucaracha } \textit{Periplaneta americana} \\ = \frac{\text{Consumo total (g)}}{\text{N}^{\circ} \text{ de cucarachas } \textit{Periplaneta americana} \times \text{N}^{\circ} \text{ de días}}$$

- Cálculo con los datos de la tabla 13

$$\text{Degradación diaria de RRSS orgánicos por unidad de cucaracha } \textit{Periplaneta americana} \\ = \frac{700 \text{ g}}{225 \times 20} = 0.15 \text{ gramos}$$

- Cálculo con los datos de la tabla 14

$$\text{Degradación diaria de RRSS orgánicos por unidad de cucaracha } \textit{Periplaneta americana} \\ = \frac{117 \text{ g}}{75 \times 11} = 0.14 \text{ gramos}$$

- Cálculo de la cantidad de cucarachas *Periplaneta americana* necesarias para degradar 1TN de RRSS orgánicos

$$\text{Número de cucarachas } \textit{Periplaneta americana} \text{ necesarias para degradar 1TN de RRSS orgánicos} \\ = \frac{1000000 \text{ g}}{0.15 \times 1} = 6\,666\,666.67 \text{ cucarachas } \textit{Periplaneta americana}$$

#### **4.6.3. Evaluación de la utilidad de los desechos generados por las cucarachas**

##### ***Periplaneta americana***

La siguiente tabla compara los datos del porcentaje de NPK en las excretas producidas por las cucarachas *Periplaneta americana* (información obtenida a través de pruebas de laboratorio realizadas en la Universidad Agraria La Molina-UNALM) (Ver Figura 13). Estos datos fueron contrastados con la normativa NTP 208.201-2021. Teniendo como resultado, que las excretas de las cucarachas *Periplaneta americana* tienen el potencial para ser aprovechados como abono orgánico.

**Tabla 17.** Comparación de resultados de laboratorio y la NTP 208.201-2021



Parámetro	INACAL 2021		EXCRETA CUCARACHA
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor
Nitrógeno	0.3	1.5	3.22
Fósforo	0.1	1.0	0.37
Potasio	0.3	1.0	2.19

**Nota:** Tabla comparativa entre los valores mínimos y máximos de NPK de INACAL y resultados de laboratorio de las excretas de cucarachas *Periplaneta americana*

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- En las pruebas realizadas mediante el software SPSS Statistics, explica que el 89.9% de la degradación de RR.SS. orgánicos domiciliarios por la actividad de las cucarachas *Periplaneta americana* dependen del modelo de temperatura y humedad relativa, logrando obtener en la presente investigación, una temperatura media de 25.03°C y la humedad media de 61.3%.

Al contrastar con la literatura, las condiciones medioambientales se acercaron al promedio adecuado para la crianza intensiva de las de las cucarachas *Periplaneta americana*, siendo 25°C a más la temperatura óptima y una humedad que debe fluctuar entre 50 a 70%.

- En el presente trabajo se logró degradar el 100% de 117 gramos de residuos orgánicos domiciliarios, en un periodo de 11 días utilizando 75 cucarachas *Periplaneta americana*. Asimismo, se logró degradar el 99.3% de 700 gramos en un periodo de 20 días utilizando 225 cucarachas *Periplaneta americana*. Esto equivale a la degradación de 0.15 gramos al día por cada cucaracha.

Según el trabajo realizado por Jesus, (2020) en la ciudad de Huánuco, obtuvo una degradación del 69.5%, en un periodo de 32 días utilizando 450 cucarachas *Periplaneta americana*, degradando un total de 5006 gramos de los 7200 gramos disponibles. Esto es equivalente a la degradación de 0.3 gramos al día por cada cucaracha.

Al contrastar ambos estudios se obtuvo como resultado que una cucaracha en Villa El Salvador puede degradar la mitad de residuos sólidos orgánicos a diferencia de lo que podría degradar en la ciudad de Huánuco, esto es debido que en la ciudad Lima las temperaturas no superaron los 18.7°C durante los meses de julio a octubre, a diferencia de la ciudad de Huánuco dónde se presentan temperaturas mayores a los 25°C entre los meses de abril y julio.

- La utilidad de las excretas de cucarachas recolectadas durante el trabajo de investigación fue de 150 gramos y según el análisis de laboratorio resulta tener potencial para utilizarse como abono orgánico según la NTP 208.201-2021. No obstante, es necesario realizar un análisis adicional para determinar su viabilidad económica.

## VII. CONCLUSIONES

En base a los objetivos, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En relación a la eficiencia, la degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios por parte de las cucarachas *Periplaneta americana* en el distrito de Villa El Salvador fue de la totalidad de 117 gramos en un lapso de 11 días utilizando 75 individuos adultos. Mientras que se logró degradar el 99.3% de 700 gramos utilizando 225 individuos adultos en 20 días. Esto se presenta como una solución eficiente para el tratamiento adecuado de residuos sólidos orgánicos, ya que el porcentaje de degradación aumenta al emplear un mayor número de cucarachas.  
Además, para degradar diariamente 1 TN de residuos sólidos orgánicos domiciliarios se requieren 6.66 millones de cucarachas *Periplaneta americana*.
- Los parámetros de temperatura y humedad relativa influyen el 89.9% en la crianza de cucarachas *Periplaneta americana* para la degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios en el distrito de Villa El Salvador.
- Se determinó que 117 gramos de residuos sólidos orgánicos domiciliarios (cantidad máxima que puede consumir 75 cucarachas durante 3 días) pueden ser degradados en un periodo de 11 días utilizando 75 cucarachas *Periplaneta americana*, así mismo 700 gramos de residuos sólidos orgánicos domiciliarios (cantidad de residuos orgánicos que genera una persona al día en el distrito de Villa el Salvador) pueden ser degradados en un periodo de 20 días utilizando 225 cucarachas *Periplaneta americana*.
- Los desechos generados por las cucarachas *Periplaneta americana* tienen potencial para ser utilizado como abono orgánico en árboles o arbustos por su concentración de NPK según la NTP 208.201-2021; sin embargo, es necesario un análisis microbiológico.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda este método de degradación de residuos sólidos orgánicos a gran escala ya que su eficiencia ha resultado mayor mientras más individuos sean tratados, debido al gran potencial detritívoro de las cucarachas *Periplaneta americana*. Es por ello que para cada vivienda del distrito de Villa El Salvador, se propone implementar un módulo de 0.5 m<sup>3</sup> con 18 mil cucarachas para la degradación de los residuos orgánicos diariamente.
- Se recomienda que para maximizar la eficiencia de degradación de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios se debe garantizar que el lugar de aplicación mantenga temperaturas por encima de los 25°C.
- La excreta de cucarachas *Periplaneta americana* a pesar de tener utilidad como abono orgánico, no es económicamente viable debido a que su producción no es significativa. Además, se recomienda realizar análisis microbiológicos para determinar la presencia y concentración de coliformes fecales, *Salmonella spp*, entre otros.

## IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA TESIS

**Tabla 18.**

*Cronograma de actividades de la tesis*

N°	ETAPAS DEL DESARROLLO DE LA TESIS	JUNIO		JULIO			AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE		
		S3	S4	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3
		24-Jun	26-Jun	5-Jul	10-Jul	22-Jul	5-Ago	7-Ago	14-Ago	21-Ago	9-Set	16-Set	23-Set	30-Set	7-Oct	14-Oct	21-Oct	28-Oct	4-Nov	11-Nov	18-Nov
1	Presentación del tema de plan de tesis																				
2	Definición del Problema y revisión de literatura																				
3	Acondicionamiento del ambiente																				
4	Recolección de cucarachas <i>Periplaneta americana</i>																				
5	Depósito de los individuos recolectados																				
6	Recolección de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios																				
7	Alimentación a los individuos con los residuos sólidos orgánicos domiciliarios																				



## X. PRESUPUESTO DE LA TESIS

**Tabla 19.**

*Presupuesto de la tesis*

N	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total
<b>A</b>	<b>Recurso humano</b>				<b>3300.00</b>
1	Asesoría	Horas	20	100.00	2000.00
2	Recolección de cucarachas	Horas	20	10.00	200.00
3	Recolección de Residuos Orgánicos	Horas	20	15.00	300.00
4	Apoyo estadístico	Hora	04	200.00	800.00
<b>B</b>	<b>Bienes</b>				<b>1098.00</b>
1	Celular (plan)	Mensual	10	40.00	400.00
2	Laptop (10% Desgaste de máquina)	Global	01	250.00	250.00
3	Estufa Termoventiladora	Und.	01	77.00	77.00
4	Temporizador digital	Und.	01	20.00	20.00
5	Balanza	Und.	01	15.00	15.00
6	Termohigrómetro	Und.	01	98.00	98.00
7	Materiales de oficina (lapiceros, hoja bond, folder, grapas)	Mensual	07	5.00	35.00
8	Caja organizadora de plástico (30L)	Und.	03	25.00	75.00
9	Pegamento	Und.	01	7.00	7.00
10	Guantes de jebe o nitrilo	Und.	04	5.00	20.00
11	Guante multiflex	Und.	04	8.00	32.00
12	Alcohol gel 500 mL	Und.	05	8.00	40.00

<b>13</b>	<b>Lejía Liguria 400 mL al 5%</b>	Und.	05	3.00	15.00
<b>14</b>	<b>Vaselina sin olor</b>	Und.	04	3.50	14.00
<b>C</b>	<b>SERVICIOS</b>				<b>905.00</b>
<b>1</b>	<b>Agua potable</b>	Mensual	05	10.00	50.00
<b>2</b>	<b>Energía eléctrica</b>	Mensual	05	60.00	300.00
<b>3</b>	<b>Transporte</b>	Mensual	05	90.00	450.00
<b>4</b>	<b>Laboratorio</b>	Und.	01	105.00	105.00
<b>TOTAL</b>					<b>5303.00</b>

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- British Pest Control Association (2020) *Cucarachas, conocer su ciclo vital para controlarlas mejor*. Recuperado de: <https://higieneambiental.com/control-de-plagas/cucarachas-conocer-su-ciclo-vital-para-controlarlas-mejor>
- BUGGUIDE. Cucarachas. Recuperado de: <https://quipons.com/wp-content/uploads/2018/04/cucarachas.pdf>
- Bulak, P., Polakowski, C., Nowak, K., Waśko, A., Wiącek, D., & Bieganowski, A. (2018). *Hermetia illucens* as a new and promising species for use in entomoremediation. *Science of the Total Environment*, 633. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.252>
- Calderon, Y. y Vega, J. (2012). *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 No. 2 del batallón de infantería N°15 "General Francisco de Paula S. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña: <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/3148/1/34585.pdf>*
- Capone (2015) *Las mil y una plagas: el karma mendocino*. Página 148. ISCAMEN; Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza. Ciudad de Mendoza. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/cnea/destacados/energia-nuclear-contr-el-dengue/en-que-consiste-la-tie>
- Cucarachas Americanas (Department of Entomology). Department of Entomology (Penn State University) [en línea] 2013. [Fecha de consulta: 14 de Julio de 2023]. Disponible en <https://ento.psu.edu/extension/factsheets/es/es-american-cockroaches>
- Del Castillo, Katyuska (2019). *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*.
- EL PERUANO (2021). *Peruanos generamos 21 mil toneladas diarias de basura* Recuperado de: <https://elperuano.pe/noticia/120825-peruanos-generamos-21-mil-toneladas-diarias-debasura>

FAO (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR* Experiencias en América Latina. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

FAO (2017) revista pedagogía: *Pérdidas y desperdicios alimenticios de América latina y el caribe*. Pedagogía 4,11,13.  
[https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/6\\_perdidas\\_y\\_desperdicio\\_de\\_alimentos\\_latinoamerica\\_boletin\\_4.pdf](https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/6_perdidas_y_desperdicio_de_alimentos_latinoamerica_boletin_4.pdf).

Funes. (2020). Cómo transmiten enfermedades las cucarachas a los humanos. Recuperado de: [https://www.lespanol.com/como/transmiten-enfermedades-cucarachas-humanos/510199258\\_0.amp.html](https://www.lespanol.com/como/transmiten-enfermedades-cucarachas-humanos/510199258_0.amp.html)

Iglesias, L. (1994). *El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente*. pg 3. Recuperado de: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_01.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf)

INACAL (2021). *NTP 201.208:2021 FERTILIZANTES. Compost elaborado a partir de residuos sólidos municipales*

Jacobs. (2002). *Cucarachas Americanas*. Recuperado de: <https://extension.psu.edu/cucarachas-americanas>

Jesus, (2020). Crianza de cucarachas (*Periplaneta americana*) mediante residuos de cocina para disminuir la acumulación de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Huánuco 2019. [Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Huánuco] Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2433;jsessionid=4366EF6CDA46939794074E5877206610>

Jiangguo. (2019). *Granjas de cucarachas*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=t5hpz1mcJcw>

MINAM (2021). *Mapa nacional de infraestructura de disposición final*. Recuperado de: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2002072/Mapa%20Nacional%20de%20Infraestructura%20de%20disposici%C3%B3n%20final\\_191021.pdf.pdf?v=1652317381](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2002072/Mapa%20Nacional%20de%20Infraestructura%20de%20disposici%C3%B3n%20final_191021.pdf.pdf?v=1652317381)

- MINSA (2009). “*Mortalidad General en el Perú. 2001-2006*”. Recuperado de: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/2722.pdf>
- Nyakeri, E. (2017) Valorización de residuos orgánicos: comportamiento del crecimiento de larvas de mosca soldado negra silvestre (*Hermetia illucens*) criadas en diferentes residuos orgánicos. Recuperado de: <https://www.ingentaconnect.com/content/wagac/jiff/2017/00000003/00000003/art00005#Refs>
- Ni'matuzahroh, Trikurniadewi, N., Malik, S., Zainal, A., Mariatul, A., Kurnia, S., . . . Wildan, M. (2020). Isolation and characterization of cockroach endosymbiont bacteria with potential to produce hydrolytic enzyme of organic material. *Ecology, Environment and Conservation*, 9-14.
- OEFA (2013) *Fiscalización de residuos sólidos municipales*. Recuperado de: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13926](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926)
- OMS (2020) *Enfermedades transmitidas por vectores*. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- Pascual, B. (2020) *Caracterización y valorización de los restos de poda en viñedo como sustrato para la elaboración de cultivo ornamental*. Pag. 14. Recuperado <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/157848/Gim%C3%A9nez%20-%20Caracterizaci%C3%B3n%20y%20valorizaci%C3%B3n%20de%20los%20restos%20de%20poda%20en%20vi%C3%B1edo%20como%20sustrato%20para%20la%20el....pdf?sequence=2>
- Patón , D., García, J., Loring, J., & Torres, A. (2023). Composting the Invasive Toxic Seaweed *Rugulopteryx okamurae* Using Five Invertebrate Species, and a Mini-review on Composting Macroalgae. *Waste and Biomass Valorization*, 4-14.
- Patón, D. y García, J. (2023). Blatticomposting of food waste, production estimates, chemical composition and CO2 emissions savings: A case study. *Waste and Biomass Valorization*, 1-16. doi:<https://doi.org/10.1007/s12649-023-02092-w>
- Rivas, J (2020). Capacidad biodegradativa de la cucaracha *Periplaneta americana* (linnaeus, 1758) sobre la bolsa plástica y el film para la elaboración de abono. Recuperado de: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://reposit>

orio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1880/TS\_JMRS\_2020.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwiw6cLJxsaAAxURG7kGHXdoC94QFnoECAwQAQ&usg=AOvVaw2JE1ugF6WaNJC6Cpn-abgn.

Vargas-García M.C., Suárez-Estrella F., López M.J., Moreno J.. (2007). Effect of inoculation in composting processes: Modifications in lignocellulosic fraction. *Waste Management* 27 1099–1107. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16996728/>

Vasquez (2023) *Cómo matar cucarachas y eliminarlas completamente de casa: insecticidas, remedios caseros, olores que no soportan*. Recuperado de: [https://www.elmueble.com/orden-limpieza-ahorro/como-matar-cucarachas-insecticidas-remedios-caseros-olores-que-no-soportan-te-contamos-todo\\_49733](https://www.elmueble.com/orden-limpieza-ahorro/como-matar-cucarachas-insecticidas-remedios-caseros-olores-que-no-soportan-te-contamos-todo_49733)

Vilca, C. (2019). *Periplaneta americana y la minimización de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Pucusana, 2019*. Obtenido de Repositorio Digital Institucional Universidad Cesar Vallejo: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35790/Vilca\\_ACM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35790/Vilca_ACM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Villa El Salvador (2016). *Plan de manejo de residuos Sólidos Villa El Salvador (2016-2017)*. Recuperado de:

Villa El Salvador (2019). *Plan de Valorización de Residuos Sólidos Organics Municipales*, Recuperado de: [http://www.munives.gob.pe/WebSite/municipalidad/Inf\\_Leg/Res\\_Alc/2019/RESOLUCION%20DE%20ALCALDIA%20196-2019.pdf](http://www.munives.gob.pe/WebSite/municipalidad/Inf_Leg/Res_Alc/2019/RESOLUCION%20DE%20ALCALDIA%20196-2019.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

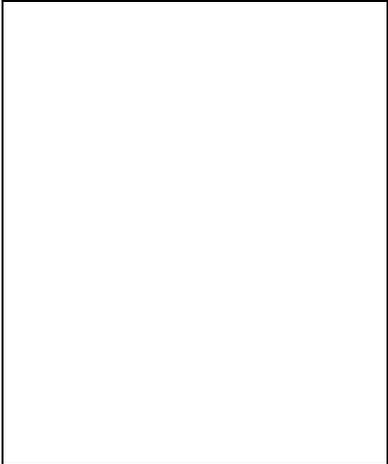
**Tabla 20. Matriz de consistencia**

Título: “*Periplaneta americana* L. EN LA DEGRADACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS A ESCALA PILOTO, 2023”

Problemática	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p>PG: ¿Será eficiente la utilización de cucaracha <i>Periplaneta americana</i> para la degradación de los residuos sólidos domiciliarios a escala piloto?</p> <p>PE1: ¿Cuáles serán las condiciones medioambientales para la crianza intensiva de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i> para la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios a escala piloto?</p> <p>PE2: ¿Cuánto es el tiempo de la degradación de los residuos</p>	<p>OG: Determinar la eficiencia de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> para la degradación de los residuos sólidos domiciliarios a escala piloto.</p> <p>OE1: Evaluar las condiciones medioambientales para la crianza intensiva de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i> para la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios a escala piloto.</p> <p>OE2: Evaluar el tiempo de la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios</p>	<p>HG: La utilización de la cucaracha <i>Periplaneta americana</i> será eficiente para la degradación de los residuos sólidos domiciliarios a escala piloto.</p> <p>HE1: Las condiciones medioambientales óptimas influyen significativamente en la crianza intensiva de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i> para la degradación de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios</p> <p>HE2: El tiempo de degradación de residuos sólidos domiciliarios por parte de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i> será acelerado.</p>	<p>VI: Utilización de las cucarachas <i>Periplaneta americana</i></p> <p>VD: Degradación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios</p>	<p>Temperatura Humedad</p> <p>Cantidad inicial Cantidad final</p> <p>Frecuencia de alimentación Calidad del sustrato</p> <p>% NPK</p>	<p>CUASIEXPIMENTAL</p>

<p>orgánicos domiciliarios utilizando cucarachas Periplaneta americana a escala piloto?</p> <p>PE3: ¿De qué manera se evaluará la utilidad de los desechos que generan las cucarachas como parte de la degradación de los residuos domiciliarios a escala piloto?</p>	<p>utilizando cucarachas <i>Periplaneta americana</i> a escala piloto.</p> <p>OE3: Evaluar la utilidad de los desechos que generan las cucarachas como parte de la degradación de los residuos domiciliarios a escala piloto.</p>
---	---

HE3: Los desechos que generan las cucarachas como parte de la degradación de los residuos domiciliarios permite su utilización como abono orgánico.



## Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

**Tabla 21.**

*Formato para registro de variación de pesos y parámetros para el criadero N°1*

Alimentación con frecuencia de 24 horas							
N°	Fecha	Peso de RR.SS. Orgánicos (g)		Temperatura (°C)		Humedad (%)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

**Tabla 22.***Formato para registro de variación de pesos y parámetros para el criadero N°2*

Alimentación con frecuencia de 48 horas							
N°	Fecha	Peso de RR.SS. Orgánicos (g)		Temperatura (°C)		Humedad (%)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

**Tabla 23.***Formato para registro de variación de pesos y parámetros para el criadero N°3*

Alimentación con frecuencia de 72 horas							
N°	Fecha	Peso de RR.SS. Orgánicos (g)		Temperatura (°C)		Humedad (%)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

**Figura 18.**

*Certificado de calibración del termohigrómetro digital modelo HTC-2*

		<b>Certificado de Calibración</b>
<b>Metrología</b>		<b>LTH-274-2023</b>
<b>Laboratorio de Termometría e Higrometría</b>		Página 1 de 3
Expediente	289-2023	<p>El resultado descrito en el presente certificado esta relacionado unicamente con el ítem mencionado.</p> <p>El responsabilidad del cliente establecer la frecuencia de calibración, de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento del instrumento o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>JAC AUTOMATION E.I.R.L., no se responsabiliza por lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento aquí o de este documento, así como de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.</p> <p>Este certificado se emite de manera electrónica. Si existe alguna duda, en la veracidad del presente certificado podrá consultarlo con el correo: <a href="mailto:calidad@jacautomation.pe">calidad@jacautomation.pe</a></p>
Solicitante	Fiorella Estumbelo Rios	
Dirección	Urbanización Pachacamac IV Etapa Barrio 2 Mz N2 Lote 10	
Instrumento de Medición	Termohigrómetro	
Marca	HTC	
Modelo	HTC-2	
Procedencia	China	
Serie	No Indica	
Identificación	JV02088	
Lugar de Calibración	Laboratorio de Termometría e Higrometría	
Fecha de Calibración	2023-07-05	
<p>Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren de la Dirección de JAC AUTOMATION E.I.R.L. Certificados sin firma y sello, carecen de validez.</p>		
Sello	Fecha de Emisión	Autorizador por:
	2023-07-06	 Carol Sofia Novoa Izaguirre ING QUÍMICO R. CIP. N° 202457
<p>Mz. J Lote 14 Coop. Viv. El Valle 2da Etapa, San Juan de Lurigancho 15457   948 294 486   01 468 0776 <a href="https://www.jacautomation.pe">https://www.jacautomation.pe</a></p>		

**1. Información del instrumento**

**1.1 Alcance de Indicación**

1.1.1	Temperatura Interna	0 °C hasta 50 °C
1.1.2	Temperatura Externa	-50 °C a 70 °C
1.1.3	Humedad Relativa	10 %H.R. a 99 % H.R.

**1.2 Resolución**

1.2.1	Temperatura Interna	0.1 °C
1.2.2	Humedad Relativa	1 %H.R.

**2. Trazabilidad**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Medidor de Condiciones Ambientales de Temperatura y Humedad en el Aire	Siemens FQA3160D	E1769-3242A-2022-1
Medidor de Condiciones Ambientales de Temperatura y Humedad en el Aire	Testo 622	E1593-2943A-2022-1
Termómetro Patrón	Termómetro Yowexa	E1464-2690B-2022-1

**3. Instrumentos Auxiliares**

PLC Siemens 1200, Baño termostático de controlador Autonics

**4. Método de Calibración**

Calibrado por comparación directa, siguiendo el procedimiento PC-026:2019 INACAL "Procedimiento para la Calibración de Higrómetros y Termómetros Ambientales".

Calibrado por comparación directa, siguiendo el procedimiento PC-017 INACAL "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales"

**5. Condiciones Ambientales**

Temperatura	24,3 °C ± 0,5 °C
Humedad Relativa	66,9 % ± 1 %



**6. Resultados de la medición**

Para sensor de temperatura interna

Temperatura Convencionalmente Verdadera °C	Indicación del termómetro °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C
0,0	0,2	0,2	0,2
15,0	15,4	0,4	0,2
35,0	35,3	0,3	0,2

Para sensor de temperatura externa

Temperatura Convencionalmente Verdadera °C	Indicación del termómetro °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C
-30,0	-30,2	-0,2	0,2
-25,0	-25,2	-0,2	0,2
-10,0	-10,1	-0,1	0,2

Para sensor de Humedad Relativa

Humedad Convencionalmente Verdadera %H.R.	Indicación del Higrómetro %H.R.	Corrección %H.R.	Incertidumbre Expandida %H.R.	Temperatura en el ensayo °C
30,0	33	3,0	2,5	24,3
60,0	57	-3,0	2,5	24,2
90,0	88	-2,0	2,5	24,2

**7. Notas y aclaraciones:**

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura del 95%.

**8. Observaciones**

Ninguna

"FIN DE DOCUMENTO"



**Figura 19.**

*Resultados del laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes - UNALM*



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : LILY FIORELLA ESTUMBELO RIOS  
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ VILLA EL SALVADOR  
MUESTRA DE : HUMUS  
REFERENCIA : H.R. 81074  
BOLETA : 6095  
FECHA : 02/11/2023

N° LAB	CLAVES	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
739		3.22	0.87	2.65

 *Constantino Calderón Mendoza*  
Jefe de Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222  
Celular: 946-505-254  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

*Conteo de huevos por criadero*

● Criadero N°1

<b>Fecha</b>	<b>N° huevos</b>
27/08/23	9
03/09/23	10
17/09/23	22
26/09/23	20
<b>PROMEDIO</b>	<b>15.25</b>

● Criadero N°2

<b>Fecha</b>	<b>N° huevos</b>
27/08/23	19
03/09/23	14
10/09/23	19
17/09/23	20
26/09/23	37
<b>PROMEDIO</b>	<b>21.8</b>

● Criadero N°3

<b>Fecha</b>	<b>N° huevos</b>
27/08/23	2
03/09/23	11
10/09/23	22
17/09/23	7
26/09/23	25
01/10/23	33
<b>PROMEDIO</b>	<b>16.67</b>

### Anexo 3. Glosario de términos

- Abono: Fertilizante que se suministra al suelo para hacerlo más productivo.
- *Ad Libitum*: A voluntad
- Adaptación: Autorregulación de un organismo como respuesta positiva a las condiciones ambientales en las que se encuentra.
- Análogo: Que tiene la misma función que otro, pero que proviene de un origen distinto.
- Bioconversión: Es la transformación de compuestos orgánicos en productos utilizables o fuentes energéticas a través de la actividad de organismos.
- Biomasa: Fuente de energía heterogénea en forma de residuos agrícolas, forestales, agroalimentarios y la propia materia orgánica que generamos los seres humanos.
- Cautividad: Estado en el que se priva la libertad.
- Compost: Abono orgánico, obtenido a partir de la descomposición controlada de la materia orgánica.
- Corrosión: Proceso de deterioro de materiales metálicos mediante una reacción.
- Cucarachas *Periplaneta americana*: Es una especie de insecto blatodeo, perteneciente a la familia Blattidae. Son considerados un tipo de plaga común por su voracidad y tasa reproductiva.
- Degradación de residuos: Proceso natural por el cual la materia orgánica se reintegra a la naturaleza.
- Degradación: Proceso natural en el cual los materiales se van reintegrando a la naturaleza debido a la temperatura, la humedad y la presencia de ciertos microorganismos.
- Descomponer: Separar las partes o elementos que forman un compuesto o un todo.
- Detritívoro: Organismo que se alimenta de materia orgánica en descomposición.
- Disposición final: Comprende al conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente de los residuos sólidos urbanos.
- Efecto invernadero: forma en que el calor queda atrapado cerca de la superficie de la Tierra por los gases de efecto invernadero como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.
- Eficiencia: Capacidad para realizar adecuadamente una función.
- Escala piloto: Busca probar en menor escala aspectos logísticos de la ejecución del estudio, lo que evitará cometer errores en los estudios posteriores y de mayor alcance.
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

- Flora microbiana: Colectividad de comunidades microbianas que pueblan las superficies mucosas de un individuo anfitrión, también llamado hospedador.
- Foco infeccioso: Lugar de aparición de una enfermedad en una explotación o lugar determinados.
- Fotosíntesis: Proceso por el que los organismos fotoautótrofos utilizan la energía lumínica del sol para convertir CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O en carbohidratos (principalmente glucosa) y oxígeno.
- Gérmenes: Organismos microscópicos que pueden causar enfermedades e infecciones si ingresan a nuestro cuerpo.
- Grupo de control: Grupo de participantes de una experimentación o estudio científico que no es intervenido y no recibe tratamiento.
- Hábitat: Lugar de condiciones adecuadas para el desarrollo óptimo de un organismo.
- Heterótrofo: Organismo que es incapaz de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas y se nutre de sustancias elaboradas por otros seres vivos.
- Huésped: Organismo que alberga a otro en su interior o que lo porta sobre sí, ya sea en una simbiosis de parasitismo, comensalismo y mutualismo.
- Humus: Sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza no homogénea.
- Insalubre: Que es perjudicial para la salud.
- Lixiviado: Sustancias líquidas que circulan entre los residuos.
- Lombricompostaje: Proceso que utiliza la acción conjunta de microorganismos y lombrices para procesar material orgánico y obtener un producto comercializable.
- Microorganismo aerobio: Microorganismo que requiere de oxígeno para vivir.
- Ninfas: Versión pequeña del insecto adulto, comúnmente tienen un exoesqueleto delgado y no tienen alas.
- OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- Omnívoro: Que se alimenta de toda clase de sustancias orgánicas, tanto vegetales como animales.
- ONU: Organización de las Naciones Unidas
- Ooquistes: Son ovoides que miden de 4-7 micras (µm) y tienen cuatro esporozoítos en su interior
- Ooteca: Envoltura más o menos sólida que cubre y protege un conjunto de huevos, están rodeados por una proteína espumosa que se endurece al contacto con el aire a modo de protección.

- Pareado: Que está unido a otro.
- Patógeno: Aquellos causantes de enfermedades o daños perjudiciales en el ser humano.
- Proliferación: Reproducción o multiplicación de algún organismo vivo, especialmente de las células.
- Prototipo: Ejemplar que se fabrica y sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica.
- Punto crítico: Aquellos lugares donde se acumulan residuos sólidos generando afectación del área por la generación de malos olores, focos de propagación de vectores, enfermedades, entre otros.
- Relleno sanitario: Obra de ingeniería diseñada para disponer residuos de manera segura para el ambiente y la salud de las personas.
- Residuos sólidos orgánicos: Residuos de origen natural que han perdido valor, siendo necesario su desecho. (MINAM, 2018)
- Residuos sólidos: Materiales o sustancias que han perdido su valor por el generador.
- Sensibilización ambiental: Proceso de crear conciencia entre los ciudadanos en materia ambiental.
- Suplemento alimenticio: Productos elaborados para complementar la alimentación diaria, estos suelen aportar ciertos nutrientes.
- Tasa de mortalidad: Es el número de defunciones ocurridas en un período de tiempo determinado. (MINSAL, 2009)
- Termófilo: Organismos cuyo ambiente de desarrollo es imposible para el ser humano, sus hábitats suelen ser aguas termales, áreas volcánicas altamente geotérmicas o en particular zonas que sobrepasan los 45°C de temperatura.
- Termohigrómetro: Es un instrumento electrónico que mide y muestra la temperatura (T) y humedad relativa (HR) del medio.
- Terrarios exoterra: Entorno cerrado de seres vivos con sistema de lluvias que puede mostrarnos cómo funciona un ecosistema.
- Valorización: Fenómenos relacionados con las dinámicas en la que los activos obtienen valor en un sistema económico.