

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Eficiencia de la especie Periplaneta americana  
para la reducción de residuos orgánicos  
domésticos**

Arian Abel Chavez Tique  
Elianne Elizabeth Quispe Marca

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

llo, 2025

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Jose Vladimir Cornejo Tueros  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 14 de febrero de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

Eficiencia de la especie "*Periplaneta americana*" para la reducción de residuos orgánicos domésticos

**Autores:**

1. Arian Abel Chavez Tique – EAP. Ingeniería Ambiental
2. Elianne Elizabeth Quispe Marca – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 15 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI  NO   
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): -
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



---

Asesor de trabajo de investigación

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecer a Dios por concedernos la oportunidad de cumplir con uno de nuestros sueños anhelados.

Nuestro agradecimiento a la Universidad Continental. Facultad de Ingeniería, a nuestro asesor Ing. José Vladimir Cornejo Tueros, quien nos ayudó en la elaboración de nuestra tesis y de quien nos llevamos los más gratos recuerdos.

A nuestros padres y hermanos, por su apoyo incondicional en cada etapa de este proceso.

Finalmente, a todas aquellas personas que han contribuido de cualquier manera al desarrollo de esta investigación.

## **DEDICATORIA**

A mi familia querida; mi madre, Nery Raquel; mi padre, Juan Chávez; y mi hermana, Alexa Chávez. Quiénes con mucho cariño y amor me apoyaron para poder alcanzar esta meta.

A mi abuela, María Casas, que en paz descansa. Porque desde antes de mi nacimiento y antes de su partida, tenía la certeza que su nieto lograría ser profesional.

A mi prometida, Aissa García, quien me ha dado su amor y apoyo incondicional y ha sido motivo para lograr este paso más en nuestras vidas.

A mis seres queridos, porque con sus palabras de aliento y consejos me motivaron de distintas maneras a poder cumplir esta meta. Gracias a todos.

Arian Abel Chavez Tique

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi amada familia; en especial a mi madre, Elizabeth Marca; a mi padre, Carlos Quispe; a mi hermano, Anthony; y a mis hijitos de 4 patas, Paquito, Ody y Thor. Quiénes fueron mi inspiración y el motivo principal por el cual me tracé esta meta, así mismo porque en todo momento estuvieron brindándome su apoyo incondicional, su amor, paciencia y formaron parte de la realización de esta tesis.

A mis seres queridos y amigos que, con sus palabras de aliento, bendiciones, consejos motivadores y sus buenas vibras fueron partícipes para lograr esta meta. Gracias a todos.

Elianne Elizabeth Quispe Marca

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	3
DEDICATORIA.....	4
DEDICATORIA.....	5
ÍNDICE GENERAL.....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
1.1. Planteamiento del Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.1.1. Planteamiento del problema .....	13
1.1.2. Formulación del problema.....	14
1.1.2.1. Problema general.....	14
1.1.2.2. Problema específico .....	14
1.2. Objetivos .....	14
1.2.1. General .....	14
1.2.2. Específicos .....	14
1.3. Justificación e importancia.....	15
1.3.1. Ambiental.....	15
1.3.2. Social.....	15
1.4. Hipótesis y descripción variables .....	16
1.4.1. Hipótesis General .....	16
1.4.1.1. Hipótesis específicas.....	16
1.4.2. Descripción de variables .....	16
1.4.2.2. Variable independiente .....	16
1.4.3. Tabla de Operacionalización de las variables .....	17
2.1. Antecedentes del problema .....	19
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	19
2.2. Bases teóricas .....	23
2.2.1. Residuos orgánicos.....	23
2.2.2. Generación de Residuos Orgánicos.....	24
2.2.3. Cucaracha Periplaneta americana.....	24
2.2.4. Características de Periplaneta americana .....	25
2.2.5. Alimentación de Periplaneta americana .....	26
2.2.6. Reproducción de la Periplaneta americana .....	26
2.2.7. Ciclo de vida de Periplaneta americana .....	26

2.2.8. Mecanismos de adaptación de la <i>Periplaneta americana</i> .....	27
2.2.9. Importancia de las cucarachas como plagas domésticas .....	27
2.2.10. Generación de residuos orgánicos domésticos .....	27
2.2.11. Recuperación de residuos sólidos.....	28
2.2.12. Descomposición de los residuos sólidos .....	28
3.1. Método, y alcance de la investigación.....	30
3.1.1. Método de la investigación .....	30
3.1.2. Alcance de la investigación.....	30
3.1.1.2. Tipo de la investigación .....	30
3.1.3. Diseño de investigación .....	31
3.2. Población y muestra .....	33
3.2.1. Población.....	33
3.2.2. Muestra.....	33
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	33
3.3.1. Técnicas.....	33
3.3.2. Instrumentos .....	33
3.4. Procedimiento.....	34
4.1. Resultados de la Investigación .....	36
4.1.1. Resultados de la determinación de condiciones de operación en la utilización de la especie " <i>Periplaneta americana</i> " en la reducción de los residuos orgánicos domésticos.....	36
4.1.2. Resultados de la determinación la temperatura óptima para la reducción de los tipos de residuos orgánicos domésticos por la especie " <i>Periplaneta americana</i> " .....	37
4.1.3. Determinación del tipo de residuo doméstico que tiene mayor degradación por la especie " <i>Periplaneta americana</i> ".....	37
4.2. Resultados del procesamiento de datos de la investigación .....	43
4.3. Prueba de Hipótesis.....	53
4.4. Discusiones.....	58
5.1. CONCLUSIONES: .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	17
<b>Tabla 2</b> Matriz de diseño .....	32
<b>Tabla 3</b> Resultado del grupo de prueba 1 .....	36
<b>Tabla 4</b> Distribución de temperaturas para cada criadero .....	37
<b>Tabla 5</b> Resultado del grupo de prueba 2 .....	38
<b>Tabla 6</b> Resultado del grupo de prueba 3 .....	39
<b>Tabla 7</b> Cantidad total de heces producidas por la especie “Periplaneta americana” en el periodo de 15 días.....	42
<b>Tabla 8</b> Factores y niveles .....	43
<b>Tabla 9</b> Tabla resumen 3 corridas.....	43
<b>Tabla 10</b> Registro de datos .....	44
<b>Tabla 11</b> Diseño estadístico de las variables .....	44
<b>Tabla 12</b> Tabla de diseño.....	44
<b>Tabla 13</b> Análisis de la varianza.....	45
<b>Tabla 14.</b> Resumen de modelo .....	45
<b>Tabla 15</b> Ecuación de regresión en unidades no codificadas .....	46
<b>Tabla 16</b> Análisis de varianza.....	54
<b>Tabla 17</b> Análisis de varianza.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Pasos del desarrollo del proyecto .....	31
<b>Figura 2</b> <i>Diagrama de los criaderos de las Periplanetas americanas</i> .....	32
<b>Figura 3</b> Promedio de la corrida N.º 01 .....	37
<b>Figura 4</b> Promedio de la corrida N.º 02 .....	38
<b>Figura 5</b> Promedio de la corrida N.º 03 .....	39
<b>Figura 6</b> Promedio final de las corridas .....	40
<b>Figura 7</b> Producción de huevos por la especie "Periplaneta americana" en el periodo de quince días .....	41
<b>Figura 8</b> Cantidad de "Periplaneta americana" muertas en el periodo de quince días. ....	41
<b>Figura 9</b> Producción de heces por la especie "Periplaneta americana" en el periodo de quince días. ....	42
<b>Figura 10</b> Diagrama de Pareto .....	46
<b>Figura 11</b> Figura normal de residuos para cantidad de residuos consumidos .....	47
<b>Figura 12</b> Figura de residuos vs. ajuste para Cantidad de Residuos Consumidos .....	47
<b>Figura 13</b> Figura Residuos vs. orden para Cantidad de Residuos Consumidos .....	48
<b>Figura 14</b> Figura de histograma de residuos para la Cantidad de Residuos Consumidos .....	49
<b>Figura 15</b> Figura de interacción para Cantidad de Residuos Consumidos .....	49
<b>Figura 16</b> Figura de efectos principales para cantidad de Residuos consumidos .....	50
<b>Figura 17</b> Figura de cubos (media ajustada) de Cantidad de residuos consumidos .....	51
<b>Figura 18</b> Distribución de Fisher .....	55
<b>Figura 19</b> Distribución de Fisher .....	57

## RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar la eficiencia de la especie "*Periplaneta americana*" para reducir los residuos orgánicos domiciliarios.

El tipo de investigación según la metodología es aplicativo, con un nivel explicativo y un diseño factorial 2<sup>2</sup>; se evaluaron 2 variables: tipo de residuo (frutas y verduras) y temperatura (22°C a 32°C), se utilizaron 4 criaderos individuales constituidos por 2 recipientes, el primero contenía a 50 unidades de "*Periplaneta americana*", y el segundo era para los tipos de residuos orgánicos domiciliarios a consumir. Las técnicas que se utilizaron fueron la observación, medición, análisis para ambas variables. Y el instrumento es la ficha técnica de recolección de datos, pesaje de residuos consumidos por la balanza analítica y el termo higrómetro-digital. La población se constituye por 200 unidades de "*Periplaneta americana*". La investigación consistía en hacer 3 pruebas (corridas), durante el periodo total de 15 días, en cada criadero se le colocaron 112 g de ambos tipos de residuos y se pesaría su consumo a temperatura baja de 22°C a temperatura alta de 32°C.

Se concluyó que la especie "*Periplaneta americana*", tiene la capacidad de reducir los residuos orgánicos domiciliarios, logrando reducir hasta un 20% total de 112 gramos de residuos orgánicos domiciliarios en 24 horas entre los 4 criaderos. También que la "*Periplaneta americana*" tiende a consumir más residuos orgánicos del tipo verdura, como se evidencia en el criadero N.º 03, y que la especie consume más residuos orgánicos a mayor temperatura (32°) independiente si estos son frutas o verduras.

Palabras clave: domiciliario, residuos, reducción, orgánico, temperatura.

## ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the efficiency of the species 'Periplaneta americana' to reduce household organic waste.

The type of research according to the methodology is applicative, with an explanatory level and a 22 factorial design; 2 variables were evaluated: type of waste (fruits and vegetables) and temperature (22°C to 32°C), 4 individual hatcheries were used made up of 2 containers, the first contained 50 units of 'Periplaneta americana', and the second was for the types of organic household waste to be consumed. The techniques used were observation, measurement and analysis for both variables. And the instrument is the data collection sheet, weighing of waste consumed by the analytical balance and the digital thermo-hygrometer. The population consisted of 200 units of 'Periplaneta americana'. The research consisted of 3 trials (runs), during the total period of 15 days, in each hatchery 112 g of both types of waste were placed and their consumption at low temperature of 22°C and high temperature of 32°C was weighed.

It was concluded that the species 'Periplaneta americana' has the capacity to reduce organic household waste, achieving a reduction of up to 20% of the total 112 grams of organic household waste in 24 hours between the 4 hatcheries. Also, the 'Periplaneta americana' tends to consume more organic waste of the vegetable type, as evidenced in the following table

Keywords: household, waste, reduction, organic, temperature.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el incremento de los residuos sólidos por actividades antrópicas se ha convertido en uno de los problemas principales a nivel mundial y también en nuestro país. Algunas de las causas principales son la sobrepoblación, el consumo irresponsable, así como la poca educación ambiental y la mala gestión de los residuos sólidos trayendo consecuencias consigo como la degradación de nuestros ecosistemas, disminución de la calidad de vida, afecciones en la salud tanto para los seres humanos como para los animales, pérdida de recursos, entre otras.

Por ello a nivel mundial han surgido nuevas tecnologías, nuevos métodos y formas de darle solución a este problema. Existen diferentes formas de poder abordar esta problemática, una de ellas es la utilización de especies para la degradación de los residuos sólidos. Su aplicación es bastante conocida, en China se utilizó tal especie para la degradación y reducción de residuos sólidos orgánicos debido a sus características y capacidades la especie "*Periplaneta americana*" es uno de los insectos más comunes de encontrar ya que habitan en áreas húmedas y con temperatura cálida, así también tienen la facilidad de adaptarse a vivir junto a los seres humanos. Es por ello que surge la propuesta: "EFICIENCIA DE LA ESPECIE "*Periplaneta americana*" PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS DOMÉSTICOS", de esta forma los residuos sólidos orgánicos generados en los hogares podrán ser tratados de manera correcta, la utilización y resultados del trabajo de estas especies servirá para su aplicación en diferentes escalas y también para seguir aportando a futuras investigaciones.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento del Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, la contaminación ambiental es un gran problema que se tiene a nivel mundial, todos estamos implicados. Siendo este un problema tan trascendental, el cual va deteriorando nuestro planeta y repercutiendo, además en nuestro modo de vivir, este mismo panorama, y aún más complicado, lo tendrán las generaciones futuras. La contaminación a raíz del consumismo y actividades antrópicas se ve reflejada en la cantidad de residuos sólidos generados y es visible su efecto en el medioambiente, tanto a nivel de agua, suelo, aire.

La contaminación por residuos sólidos tiene un impacto considerable en nuestros recursos, provocando contaminación en suelos, en agua y también en aire; además de la proliferación de agentes transmisores de enfermedades, afección en la salud humana y significa un riesgo para la seguridad sanitaria.

A nivel mundial, la contaminación por residuos ya sean, siendo orgánicos o no, es muy perjudicial debido a la gran masa de residuos generados que se genera día a día sea cual sea la industria. Anualmente se producen entre 7000 y 10000 millones de toneladas de residuos sólidos, es por ello por lo que se llevan a cabo distintas investigaciones para poder mitigar o reducir en gran parte la emisión de estos residuos o la reducción de estos.

A nivel nacional generamos alrededor de 8 214 355.90 toneladas, de residuos, anuales. Como país somos unos de los mayores contaminantes debido a nuestra gran variedad de sectores, esto hace que, en los residuos orgánicos presentes en las distintas partes de las ciudades, conlleven a traer plagas como lo son las cucarachas y otros insectos.

A nivel regional, encontramos bastantes residuos en nuestros mercados, campos feriales, en las afueras de los restaurantes o puestos de comida rápida, inclusive, en las afueras de los comedores de las industrias, ya sean metálicas o no metálicas, de construcción, entre otras.

A nivel local, por año se genera 11 520 toneladas aproximadamente. Presentando una gran cantidad correspondiente a residuos orgánicos emitidos ya sea en los mercados como en los campos feriales, en las playas, y en época de verano, por el

calor las plagas comienzan a aumentar,teniendo así una ciudad con riesgos de suciedad y contaminación.

Las plagas pueden ser utilizadas y estudiadas para reducir estos residuos orgánicos. En ese sentido, la presente investigación utilizará la especie “*Periplaneta americana*”, con esta especie se reducirá la masa de los residuos orgánicos, de tal manera que la ciudad de Ilo pueda disminuir la contaminación por residuos emitidos día a día.

## **1.1.2. Formulación del problema**

### **1.1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la eficiencia de la cucaracha “*Periplaneta americana*” para reducir los residuos orgánicos domésticos?

### **1.1.2.2. Problema específico**

- ¿Cuáles son las condiciones de operación en la utilización de la especie “*Periplaneta americana*” en la reducción de los residuos orgánicos domésticos?
- ¿Cuál es la temperatura óptima para la reducción de los tipos de residuos orgánico-domésticos por la especie “*Periplaneta americana*”?
- ¿Cuál es el tipo de residuos domestico que tiene mayor degradación por la especie “*Periplaneta americana*”?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

Evaluar la eficiencia de la especie “*Periplaneta americana*” para reducir los residuos orgánicos domiciliarios.

### **1.2.2. Específicos**

- Determinar las condiciones de operación en la utilización de la especie “*Periplaneta americana*” en la reducción de los residuos orgánicos domésticos.
- Determinar la temperatura óptima para la reducción de los tipos de residuos orgánicos domésticos por la especie “*Periplaneta americana*”.
- Determinar el tipo de residuos domestico que tiene mayor degradación por la especie “*Periplaneta americana*”.

### **1.3. Justificación e importancia**

En el último tiempo ha habido un incremento en la contaminación ambiental, generado por muchos factores. Uno de estos factores es el negativo ordenamiento de residuos que representan una gran exposición negativa para nuestra salud, estos riesgos pueden mitigarse, si desde la fuente donde se forman estos residuos domiciliarios, puedan procesarse y segregarse de una forma adecuada. Es de conocimiento público que el insecto denominado “cucaracha” se alimenta de residuos sólidos orgánicos o residuos domiciliarios. Que por lo general se encuentran en vertederos donde se depositan estos residuos. Esta investigación busca, evaluar la eficacia de la especie “*Periplaneta americana*” en la disminución de residuos domiciliarios. Esta investigación ayudará a proponer posibles soluciones al problema de los residuos o domiciliarios en los hogares, de esta manera disminuirá la contaminación al medio ambiente.

#### **1.3.1. Ambiental**

La presente tesis es realizada por el interés que nos genera el incremento progresivo de la degradación del medio ambiente en este último tiempo, esto debido al incremento de la población, de la falta de cultura ambiental, así como también el mal ordenamiento de los residuos orgánicos, sabemos que, en países orientales como China, se utilizan trescientos millones de cucarachas de la especie americana para devorar 15 toneladas de desperdicios de comida al día. (1), en ese sentido buscamos saber si es factible o no aplicar y evaluar la eficiencia del tipo “*Periplaneta americana*” para reducir los residuos orgánicos domésticos, aprovechando las potencialidades y beneficios que nos puede ofrecer. El resultado de esta investigación dará un gran aporte en la solución al problema del aumento de los residuos orgánicos de casas generados en hogares comunes, para que así se pueda disminuir la contaminación al medio ambiente.

#### **1.3.2. Social**

Los residuos domiciliarios no tratados generan un riesgo a la salud pública en las ciudades. Sabemos que hay distintos métodos que se pueden realizar para tratar los residuos en hogares, estas técnicas tienen un alto costo operativo, debido a que requiere de uso de maquinaria, personal calificado, materiales y herramientas, etc. Adicional a esto, se requiere condiciones específicamente dadas para una gran eficacia y eludir los impactos que deterioren el medio ambiente.

Las cucarachas domésticas a pesar de ser principales portador de enfermedades que afectan a la vida y su exterminación es difícil, por su resistencia a algunos tipos de químicos y agentes biológicos. Presentan propiedades de alta potencialidad para ser aprovechadas en la reducción de residuos domiciliarios.

Su costo en comparación a otras técnicas de tratamientos de residuos domésticos es menor. Nuestra investigación podría contribuir como una técnica local sustentable para el tratamiento de los residuos domiciliarios generados por la ciudadanía.

#### **1.4. Hipótesis y descripción variables**

##### **1.4.1. Hipótesis General**

La especie "*Periplaneta americana*" influye en la reducción de residuos orgánicos domésticos.

##### **1.4.1.1. Hipótesis específicas**

- Ho: El factor tipo de residuo no influye en la reducción de residuos orgánicos domésticos consumidos por la "*Periplaneta americana*".
- H<sub>1</sub>: El factor tipo de residuo si influye en la reducción de residuos orgánicos domésticos consumidos por la "*Periplaneta americana*".
- Ho: El factor temperatura no influye en la reducción de residuos orgánicos domésticos consumidos por la "*Periplaneta americana*".
- H<sub>2</sub>: El factor temperatura si influye en la reducción de residuos orgánicos domésticos consumidos por la "*Periplaneta americana*".

##### **1.4.2. Descripción de variables**

##### **1.4.2.1. Variable dependiente**

Procesamiento de los 2 tipos de residuos orgánicos domésticos.

##### **1.4.2.2. Variable independiente**

La Especie "*Periplaneta americana*".

### 1.4.3. Tabla de Operacionalización de las variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>DEPENDIENTE</b> Procesamiento de residuos orgánicos domésticos	Son desechos generados naturalmente los cuales tienen la probabilidad de descomponerse, están compuestos de frutas, verduras, etc.	Los residuos contaminan el ambiente, atrae plagas como las cucarachas debido a que son alimento de estas, a mayor cantidad mayor es la plaga.	<b>Tipos de residuos domésticos</b>	Clasificación de residuos domésticos	Nominal
				<b>Reducir los residuos orgánicos</b>	Residuos orgánicos generados
<b>INDEPENDIENTE</b> <i>Periplaneta americana</i>	Insecto de color rojizo con gran tamaño, cuyo origen proviene de África.	La <i>Periplaneta americana</i> se alimenta de residuos orgánicos, disminuye la contaminación producida por estos desechos.	<b>Crianza de <i>Periplaneta americana</i></b>	Residuos orgánicos degradados	Razón
				Cantidad de <i>Periplaneta americana</i> criadas para la reducción de los residuos Espacio óptimo del criadero Temperatura óptima	Razón
				<b>Consumo de los residuos orgánicos por las <i>Periplaneta americana</i> (frutas y verduras)</b>	Cantidad de residuos consumidos por los <i>Periplaneta americana</i>

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del problema

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

En la tesis “EVALUACIÓN EN MESOCOSMOS DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS MEDIANTE CUCARACHAS AMERICANAS *Periplaneta americana* (LINNAEUS, 1758) EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA” para optar el título de Ingeniería Ambiental en la Universidad Estatal Amazónica en el 2020, los autores utilizaron la cucaracha americana para evaluar las condiciones de su ecosistema natural a pequeña escala (mesocosmos) y su ubicación geográfica, para estudiar la degradación de los desechos domésticos por parte de la especie mencionada. Este estudio tuvo un enfoque exploratorio, experimental, mixto y observacional. Los métodos de puntuación fueron estadísticos y utilizaron ANOVA y la prueba de Tukey. Los autores construyeron una caja contenedora de 1 m x 1 m x 0.5 m apilando seis de estos pequeños ecosistemas (mesocosmos). En una de estas mesosferas hubo una especie de “*Periplaneta americana*” de 35 ejemplares. En 15 días se entregó para consumo la materia orgánica, papel y cartón. Se comprobó su consumo en 24 horas. De esto se puede concluir que esta especie debe almacenarse en la oscuridad a temperaturas entre 20 °C y 29 °C. La mejor manera de capturar esta especie es la captura directa. Según la forma en que se realizó el estudio, los investigadores dicen que al ser un experimento a escala presenta niveles bajos en descomposición de residuos y las heces, los autores concluyeron que esta técnica sería más efectiva para producir alimento nutritivo, medicina y cosméticos. Además, concluyen que, si se quiere aumentar el consumo de residuos orgánicos, se debe intentar aumentar el número de unidades de “*Periplanetas americanas*”, se debe mejorar el mesocosmos al igual que su sistema de manejo. Finalmente, los autores concluyen que las heces de esta especie “*Periplaneta americana*” se consideran más fértiles que las heces de las lombrices de tierra de California y pueden utilizarse como abono para las plantas. (2)

También, en la tesis “BIOTRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS A PARTIR DEL MANEJO EX SITU DE *Hermetia illucens* (L., 1758) (DIPTERA: STRATIOMYIDAE) COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO” para optar al título de Licenciado en Ciencias Biológicas y Ambientales en la Universidad Central del Ecuador – Quito en el 2021, los autores investigaron la biotransformación de residuos orgánicos con larvas de la especie “*Hermetia illucens*”, buscando una opción o alternativa a la gestión sostenible común y a los residuos generados por los sectores poblacionales, agroalimentarios y urbanos. La metodología utilizada en la investigación fue principalmente determinar la tasa de biotransformación larval en tres tipos de residuos orgánicos diferentes. Los autores tomaron en consideración la eficiencia en reducción de residuos y su tiempo de desarrollo natural (Ciclo de la vida). Presentan un ensayo a escala pequeña de 100 mg x larva x día, se clasificó los residuos utilizados de la siguiente manera; restos de frutas y verduras (RFV), restos de animales y viseras (RAV), restos de comida de restaurantes (RCR) y un alimento control para pollos (APP). Dando los siguientes resultados, que como es un proyecto de bajo costo, todos los residuos sirvieron como un buen medio para criar las larvas “*Hermetia illucens*”. El sustrato que tuvo la mejor tasa de bioconversión fue el alimento para pollo (APP) con un 6.57% de tasa de bioconversión. La mayor eficiencia de reducción entre los 3 tipos de residuos fue los restos de animales y viseras (RAV) con 55.76% y 107.39 gramos. Adicionalmente los autores indican que la tasa de biotransformación y el tiempo de vida de la especie “*Hermetia illucens*”, es distinta y existe variaciones dependiendo del alimento a procesar por la especie, el valor es de  $p < 0.05$  por variable. La especie tiene una posibilidad mayor de ser utilizada como una alternativa viable para los residuos orgánicos y de gestión sostenible por el costo menor. (3)

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

En la investigación que lleva por título “EFICIENCIA DE LA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO (*Hermetia illucens*) PARA APROVECHAR LOS RESIDUOS ORGÁNICOS MUNICIPALES – CAJAMARCA 2021”, para optar el título de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos en la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo en el 2022, los autores proponen una solución viable para solucionar los problemas ambientales como; la generación de

residuos orgánicos, el desperdicio de alimentos, etc. Estos desperdicios pueden ser utilizados mediante la larva de mosca soldado-negra (MSN). Donde los residuos son consumidos por las larvas y transformados en proteínas sustentable y con un alto nivel nutricional, el cual puede agregar y proponer una ecológica circular ecológica sustentable. En la investigación se utilizó la mosca soldado negro (MSN), para reducir los residuos generados en Cajamarca, los residuos utilizados son de restaurante y viviendas cercanas en la ciudad. Los investigadores cultivaron 20 000 larvas en un sustrato de 10 kg de residuos orgánicos, por un periodo de 15 días. Adicionalmente los autores generaron las condiciones adecuadas (humedad relativa, humedad) para que la especie pueda cumplir su objetivo. Los resultados dados por la "*Hermetia illucens*", muestran que hay un gran impacto efectivo al degradar los residuos orgánicos. Hubo un aumento de tamaño de la larva, adicional a eso la especie "*Hermetia illucens*" pudo degradar el 64.3 % de 10 kg de residuos. También lograron un peso de 4.97 kg en masa prepupal de la especie "*Hermetia illucens*", de manera que muestra una nueva técnica de cultivar proteína de alto valor solucionando los problemas ambientales generados por la contaminación de residuos. (4)

En la tesis titulada: "*Periplaneta americana* Y LA MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL DISTRITO DE PUCUSANA, 2019" el objetivo de la investigación según el autor es determinar la reducción de residuos sólidos orgánicos, utilizando la especie "*Periplaneta americana*" localizado en el distrito de Pucusana. El diseño según el autor tiene el enfoque exploratorio, aplicativo y cuantitativo. La muestra de los residuos orgánicos que se tomó en el experimento fue del distrito de Pucusana el cual genera un total de 11.75 toneladas/día, donde se utilizó tan solo 10 kg de residuos sólidos. El autor dividió por etapas su trabajo de investigación. En la primera etapa hizo una recolección, segregación y pesaje de los residuos generados en el distrito de Pucusana. La segunda etapa fue el acumulo o almacén de los residuos ya pesados en su respectivo mesocosmos hecho de vidrio y colocando 150 unidades de "*Periplaneta americana*". En la tercera etapa se hizo el análisis del consumo de 10 kg de residuos por día, donde se compararon los resultados. El autor concluye que la especie "*Periplaneta americana*" pudo reducir 6.705 kg de residuos sólidos generados en el distrito de Pucusana, también se considera las diferentes características que tomo los residuos por el consumo y el tiempo en contacto con la especie, características como; mal olor, descomposición natural, presencia de hongos y bacterias y aparición de esporas. (5)

En la investigación “CONVERSIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS DE COCINA EN BIOMASA CORPORAL DE CUCARACHAS (*Periplaneta americana*) PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINA Y SU UTILIZACIÓN COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE POLLOS BEBES HUÁNUCO 2019” para optar el título de Ingeniero Ambiental en la Universidad de Huánuco en el 2020, los autores tuvieron el objetivo de determinar el nivel de conversión de residuos sólidos orgánicos de cocina en biomasa corporal de cucarachas de esta manera poder producir una harina con características nutritivas que puedan ser utilizadas como un alimento o suplemento alimenticio de bebés de pollos. El desarrollo del experimento se utilizaron datos pareados, donde las cucarachas fueron seleccionadas de manera aleatoria, donde se hizo una crianza de 30 días para medir las variables a considerar de peso y longitud. Gracias a la crianza anterior se obtuvo una cantidad considerable de cucarachas permitiendo obtener la cantidad necesaria para la producción de harina como suplemento alimentación de pollo bebés. Los autores realizaron 2 experimentos para evaluar y comprobar su objetivo planteado, se alimentó 10 pollo con la harina a base de cucarachas y 10 pollos con alimento común propio de la especie. Los resultados fueron muy notorios, porque los 10 pollos alimentados por la harina a base de cucarachas tuvieron un mayor crecimiento a comparación de los que no fueron alimentados por la harina. Adicionalmente se obtuvo una conversión de residuos orgánicos en biomasa corporal, dado como resultado el aumento de peso esperado y el tamaño. Los autores comentan que este suplemento es muy efectivo para el desarrollo de pollos con una velocidad mayor que con el alimento común como iniciarina. (6)

En la tesis “CAPACIDAD BIODEGRADATIVA DE LA CUCARACHA *Periplaneta americana* (LINNAEUS, 1758) SOBRE LA BOLSA PLÁSTICA Y EL FILM PARA LA ELABORACIÓN DE ABONO” para optar el título de Ingeniero Ambiental en la Universidad Nacional Agraria de la Selva en el 2020, el autor busco evaluar a las cucarachas en un ambiente aislado ubicado en Tingo María para ver si puede degradar polietileno de baja densidad (LDPE), ambos tratamientos fueron se desarrollaron de la siguiente manera se hizo una película de bolsa de plástico de 0.1 gramos más 1 cucaracha, este proceso se repitió aproximadamente 5 veces por espacio de 7 días y 14 días. Considerando una temperatura inmediata de 35 °C a 60% de humedad, en una incubadora especial tipo Rcom 20. Concluyendo que la cucaracha tiene una capacidad de biodegradar

ambos residuos, donde en 7 días logro consumir ambos tipos de residuos de polietileno de baja intensidad, el cual el resultado fue de 0.6 mg en bolsa de plástico y 0.9 mg en el film. En comparación de 14 días el resultado fue de 1 mg en la bolsa plástica y 0.3 mg de film. Adicional a eso el autor hizo la extracción del tracto digestivo para mandarlo analizar, resultando en identificar las bacterias *Pseudomona sp.*, *Bacillus sp.* y al hongo *Candida albicans*. El tratamiento que tuvo mayor eficacia fue el T1 (Película de plástico de 0.1 gramos más 1 cucaracha) adicional a eso obtuvo menor pérdida de peso por el consumo de bolsa plástica 18.78 y una mayor producción de heces con 0.00028% con respecto a la calidad del abono. (7)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Residuos orgánicos**

Son residuos en estado de descomposición rápida, también se consideran residuos biodegradables por las transformaciones que tienen en otras materias orgánicas. Los diferentes tipos de residuos orgánicos o restos orgánicos se producen en los hogares, cocinas donde se preparan alimentos de consumo humano, en la agricultura por las frutas o vegetales que están en malas condiciones y no pueden ser exportados, en la industria alimentaria por los desechos en la producción de diferentes tipos de alimentos, actividades comerciales donde generan desperdicios de alimentos en fruterías, mercados, carnicerías, etc. En depósitos municipales donde se acumulan restos de comida en estado de descomposición, entre muchos otros productores de los residuos orgánicos. La composición, propiedades físicas, cantidad de estos residuos orgánicos como frutas, verduras, etc. Son afectados por diversos factores, entre ellos: el método de producción, orígenes, temporadas, procesamientos, estructura social, cultura social, sistemas de recolección, etc. (6)

Es de conocimiento que los residuos en general son restos de las diferentes actividades de industria, agrícolas, producción, etc. Es decir, actividad humana, también se les considera por los productores de estos residuos como desechables, inútiles, pero que podrían tener el potencial de utilidad para otras personas o industrias. En esa línea los residuos orgánicos tienen la particularidad de ser descompuestos por medio o acción natural, principalmente por organismos diminutos como bacterias, hongos, lombrices, insectos. El problema ambiental que tiene este tipo de residuo, es la magnitud en cantidad que en general excede la capacidad de descomposición. Que acaban en la mayoría de los casos en

botaderos no controlados, generando una contaminación al medio ambiente. (8)

### **2.2.2. Generación de Residuos Orgánicos**

Los residuos generan y ocasionan impactos negativos ambientales, por distintos factores, uno de los más resaltantes es la inadecuada disposición de los residuos. Esto está asociado a diferentes problemas como que la población humana sigue en un crecimiento constante, el avance tecnológico y la transformación industrial global, el consumo excesivo por parte de los individuos que habitan el planeta tierra, etc. En tiempos modernos, la cultura social mundial no ha podido desarrollar un adecuado manejo o control de estos residuos generados en cantidad, este no desarrollo se da porque no hay actividades definidas o explícitas en la producción de estos residuos en industrias, agricultura o en ciudad. Donde hay mayor generación de residuos orgánicos. (9)

Los patrones de consumo y las distintas actividades económicas, sin desvincular el crecimiento económico generado por la producción, amplifican los problemas generados por residuos orgánicos y su mala gestión. El Ministerio del Medio Ambiente establece en su política de gestión de residuos que los temas desde la perspectiva ambiental, están relacionadas a la falta de sistemas de apoyo para generar o introducir tecnologías limpias. Existe un grado de responsabilidad del departamento de fabricación en la generación, gestión y disposición de estos residuos orgánicos luego de su consumo. (10)

### **2.2.3. Cucaracha Periplaneta americana**

El insecto denominado comúnmente cucaracha, son insectos dictiópteros, tienden a ser corredores y nocturnos. Algunas de sus características son: Tiene un cuerpo plano o aplanado pueden medir en tamaño de 3 a 5 cm, dependiendo de la especie. Las antenas son filamentosas, sus ojos son pequeños, tienen las patas largas y espinosas. Son aladas, el ala posterior es más grande y membranosas, las cuales protegen las partes internas y delicadas de la especie. Tienen un par de crestas transversales al final del abdomen. Esta especie tiene la capacidad de sobrevivir sin alimento durante semanas, son considerados una de las especies más resistentes del planeta. (6)

La cucaracha pertenece y es uno de los insectos mejor conocidos, su principal característica es la facilidad de adaptación a diferentes hábitats. La especie *Periplaneta americana* tiene características biológicas como; es un volador muy débil y tiende a preferir comida en estado de fermentación, los lugares donde habita comúnmente es en los parques y dentro de las casas, están familiarizados con climas cálidos y sistemas de alcantarillado público. Como descripción son: color rojizo a café oscuro, pueden medir 7/8 pulgadas de largo. La manera en cómo depositan su huevo es que los dejan caer y pegan en áreas donde se encuentre calor, donde haya protección y cerca de alimento donde puedan abastecerse. (11)

Existen diferentes tipos de cucarachas, un aproximado de 4400 que son conocidas. Algunas de estas especies de cucarachas más comunes se denominan; cucarachas alemana, australiana, americana, marrón humo, marrón etc. La Organización Mundial de la Salud considera a la cucaracha y sus derivados de especies como plagas domésticas. Esta especie tiene afinidad de crecimiento en temperaturas tropicales y subtropicales, temperaturas como 20 a 29 °C con una humedad alta. El mal manejo de esta plaga doméstica genera un problema de salud pública porque son transportadores de gérmenes patógenos. (12)

#### **2.2.4. Características de *Periplaneta americana***

La *Periplaneta americana*, la más grande de estos insectos peridomésticos comunes (puede medir en promedio 4 cm de longitud) y la de mayor población del mundo, vive en zonas cálidas de edificios comerciales, restaurantes, supermercados, panaderías, casas, salas de calefacción, almacenes, sótanos, alcantarillado, sistemas de drenaje y donde quiera que se prepare o almacene la comida, por lo general, salen de sus escondites por las noches para alimentarse y hacer otras actividades. (12)

Son de color marrón rojizo con una coloración marrón a amarillo pálido en la parte posterior del protórax (escudo que cubre la cabeza), aplanado por una piel dura, cerosa y suave, antenas largas, seis patas largas y dos pares de patas. Las alas desarrolladas cubren la longitud del abdomen de la hembra, pero las alas del macho se extienden ligeramente más allá del abdomen. (13)

### **2.2.5. Alimentación de *Periplaneta americana***

La cucaracha *Periplaneta americana*, en general se alimenta de cualquier resto de alimento, tiende a consumir alimentos semillas, tubérculos, azúcares y derivados de la carne. Esta especie se considera como omnívora, tiene un aparato digestor que tiene la capacidad de degradar distintos materiales que la especie consume. También consumen cuero, cerveza, queso, postres, pegamento, animales muertos, papel tapiz, etc. Del cuerpo de la cucaracha *Periplaneta americana* producen secreciones olorosas que alteran el sabor de varios alimentos donde esta especie puede sobrevivir. (10)

### **2.2.6. Reproducción de la *Periplaneta americana***

La reproducción de la cucaracha *Periplaneta americana* es vital para la supervivencia de la especie. La hembra tiene la responsabilidad completa de colocar el huevo o ooteca, que tiene forma larga y de color marrón oscuro. Estos huevos o ootecas, se colocan o son pegadas en superficies oscuras donde la especie pueda conseguir alimento y tengan húmeda. Se reproducen de 15 a 90 unidades por 15 huevos cada una, donde pasan 50 a 55 días aproximadamente y las ninfas se libran, uno de los datos de mayor interés es que el promedio anual de crías por especie es de 800 especímenes. (10)

### **2.2.7. Ciclo de vida de *Periplaneta americana***

La especie *Periplaneta americana* integra un grupo específico de insectos, denominados; hemimetábolos, es decir, tiene características o metamorfosis incompletas. Al tener o sufrir una metamorfosis parcial pasapor 3 etapas de vida: el huevo (de color marrón), la ninfa en la mayor parte de sus etapas y finaliza en la madurez de la especie (adulto). La ooteca, es una diminuta cámara con forma de frijol y de color marrón, donde albergan los huevos de la cucaracha. La hembra puede transportar o expulsar sus huevos hasta que nazcan las ninfas. (14)

Después de horas o días de su formación, la hembra tiende a liberar la ooteca de 8 mm de largo o las coloca y adhieren a los sustratos. Donde hay aproximadamente de 12 a 16 embriones en cada ooteca. (2)

Aproximadamente 6 semanas después de la ovoposición, las desarrolladas ninfas abandonan la ooteca y mudan su exoesqueleto 13 veces en el transcurso de tiempo aproximado de 18 meses antes de convertirse en adultos sexualmente maduros.

(15)

Esta especie puede madurar entre 6 a 18 meses, dependiendo de la temperatura. El último segmento de los cercos es 2 veces más largo que el ancho en los adultos, que varían en longitud de 34 a 53 mm y son de color marrón rojizo la mayoría. Sin embargo, la banda submarginal alrededor del escudo pronotal es de color marrón claro con tendencia amarillenta. Ambos sexos tienen alas, pero las hembras no tienen alas que se extiendan más allá de la punta del abdomen a comparación de los machos. (2)

#### **2.2.8. Mecanismos de adaptación de la *Periplaneta americana***

La cucaracha, *Periplaneta americana*, tiene una capacidad alucinante y asombrosa para adaptarse a diferentes ambientes, y tiene muchos pelos en la parte exterior de su cuerpo que tiene la función de actuar como sensores para que pueda saber lo que sucede a su alrededor y poder actuar ante cualquier peligro, para poder esconderse del potencial peligro. Dado que son fóticos, es decir, tienden a esconderse de la luz, viven en lugares oscuros, mal ventilados y húmedos. Esta especie de insectos en su forma adulta pueden sobrevivir de 2 a 3 meses sin comida y 1 mes sin beber agua líquidos. Su desarrollo como ninfa dura de 5 meses a casi 2 años. (13)

#### **2.2.9. Importancia de las cucarachas como plagas domésticas**

La cucaracha tiene características que ayudan en diferentes aspectos, ejemplos como; que mastican de todas las partes plantas y animales, lo que desencadena en el inicio de varios ciclos de transformación. En la misma línea la especie, *Periplaneta americana*, tiene un propósito específico en la naturaleza, se le denomina el descomponedor de basura. (7)

Como tiene la facilidad de adaptarse a cualquier entorno le da la posibilidad de abarcar y colonizar cualquier habitación en la tierra. Sin embargo, se acostumbran persistentemente a varios ambientes a pesar de ser alterados a la fuerza, lo que les permite invadir tanto hábitats acuáticos como terrestres. (7)

#### **2.2.10. Generación de residuos orgánicos domésticos**

Para quienes consumieron dichos productos y sienten la necesidad de disponer de ellos los residuos sólidos se definen como cualquier material o sustancia inútil que no tiene un valor de uso directo. Cuando se manipulan de forma inadecuada,

estos productos o subproductos en los estados que se encuentre, como sólidos o semisólidos. Representan una gran amenaza para la salud humana y lógicamente para el medio ambiente. (16)

La amplia gama de materiales que componen estos residuos domésticos, hablamos de la cantidad y alcance de sus fuentes y su variabilidad estacional o festiva, los convierte en uno de los flujos constantes de residuos que se producen en la actualidad y requieren una gestión adecuada y con visión a largo plazo. (17)

Dado que el público en general es responsable de la mayor parte de la generación de residuos sólidos por la infrautilización o disposición final inadecuada de estos materiales, la mayoría de los residuos sólidos pueden ser reciclados o convertidos en otro elemento con un manejo adecuado y eficaz. (18)

#### **2.2.11. Recuperación de residuos sólidos**

La producción de desechos domésticos aumenta progresivamente a medida que crecen las ciudades en todo el mundo. Las instalaciones de disposición final acumulan dichos desechos que, si no se gestionan adecuadamente, pueden generar problemas de contaminación del suelo, el aire, el agua, así como problemas de salud pública. Si se trabaja con las fuentes primarias generadoras de residuos con posibilidad de reciclaje (papel, botellas de plásticos, cartón, etc.). El reciclaje es uno de los métodos de valorización de los residuos sólidos producidos, se presentan como una alternativa factible o viable de implementar. También se pueden transformar desechos orgánicos, es decir, restos de vegetales, comida y otro tipo de materia orgánica. Estos insumos necesarios podrían convertirse en la producción de compost, como el humus de lombriz, también podrían utilizarse de manera más rentable de esta manera. (13)

#### **2.2.12. Descomposición de los residuos sólidos**

Todo y cada uno de los elementos que se utilizan finalmente se degradan. La mayor parte de esta degradación es causada por agente biológicos como la luz solar, el agua, bacterias y plantas. A lo que nos referimos como “biodegradables”, que regresan a la tierra sin daño; en otros casos, se requiere un tratamiento previo en entornos donde las bacterias pueden realizar su trabajo rápidamente; de no ser así, los desechos permanecían por un periodo prolongado en los vertederos, contaminando el aire, la tierra y el agua. Una de las principales diferencias es el

tiempo que tardan los agentes biológicos en descomponerlos en productos químicos naturales y como estos productos químicos naturales afectan al medio ambiente cuando son descompuestos en materiales tóxicos, como el plástico, cuando no se desecha correctamente. Debido a que los vertederos tienen un impacto negativo y significativo en el medio ambiente, es crucial darles la relevancia correspondiente cuando se hablan de residuos. (19)

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### 3.1. Método, y alcance de la investigación

#### 3.1.1. Método de la investigación

La presente investigación lleva metodología científica, esta contiene un marco teórico el cual es base fundamental para la eficiencia de nuestro proceso sistemático que es utilizado a lo largo de esta investigación, recopilando datos y realizando una estadística para validar las hipótesis que hemos planteado. (19)

Es por ello que se considera para el proyecto sobre la eficiencia de la especie, *Periplaneta americana*, en cuanto a la reducción de residuos orgánicos la metodología científica ya que nos ayudará para obtener las características, parámetros, consideraciones y desarrollo de actividades. Sumado a esto los resultados serán evaluados mediante un análisis estadístico.

#### 3.1.2. Alcance de la investigación

##### 3.1.1.1. Nivel de la investigación

El nivel de la presente tesis corresponde al nivel explicativo, debido a que nuestro estudio no solo busca explicar por qué utilizamos los “*Periplaneta americana*” para reducción de residuos, si no dar una descripción detallada del mismo, buscando encontrar la causas-efecto de este. (20)

Para que el nivel corresponda a lo explicativo nos basaremos en la demostración en base a los resultados de la eficiencia que vayamos a obtener con lo teórico y ya establecido bajo otros estudios.

##### 3.1.1.2. Tipo de la investigación

La metodología de nuestra tesis es aplicada, dado que se caracteriza por la aplicación, utilización y resultados prácticos a partir de nuestros conocimientos teóricos y básicos recopilados para este estudio de reducción de desechos orgánicos por medio del uso de la cucaracha de tipo *Periplaneta americana*. Se busca conocer el procedimiento para realizar el estudio y tomar acción, de esta manera construimos una base de datos para luego de analizarla, obtener resultados. (21)

En base a este proyecto se dará a conocer la eficiencia de reducción de residuos orgánicos por las *Periplanetas americanas*, se plasmará lo teórico en lo

práctico para la obtención de los resultados y así poder evaluar en base a ello las medidas que posteriormente se pueden tomar o recomendar.

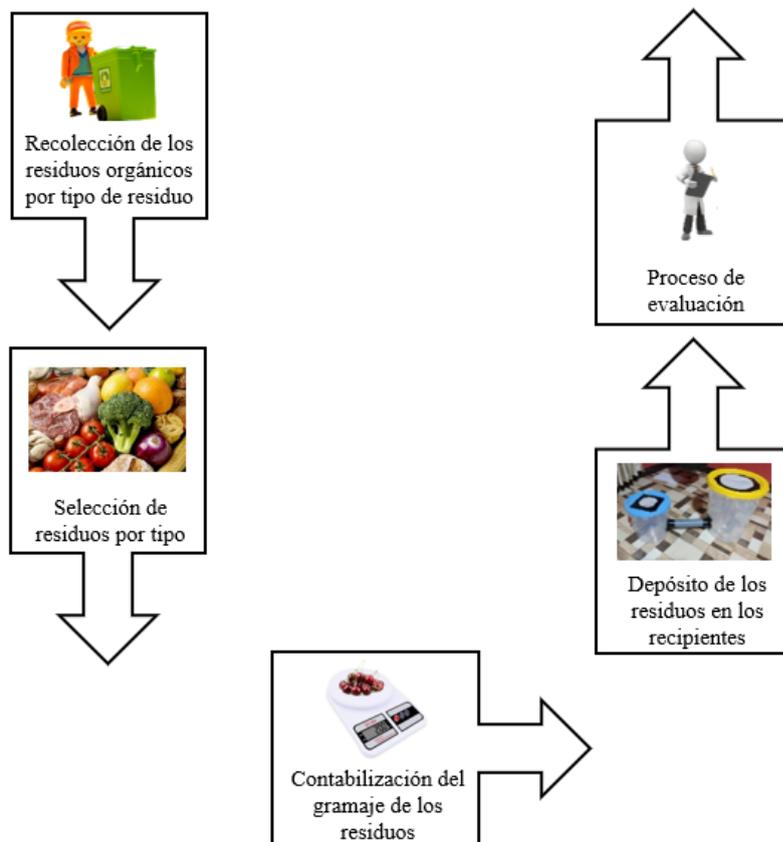
### 3.1.3. Diseño de investigación

La presente tesis, comprende a un diseño factorial  $2^2$ , dado que tomaron dos factores a evaluar los cuales corresponden a el tipo de residuo orgánico a consumir por las *Periplaneta americana* y la temperatura la cual va definida en rangos para determinar de esta manera los resultados, siendo la temperatura ambiente  $< 30\text{ }^\circ\text{C}$  y temperatura alta  $>30\text{ }^\circ\text{C}$ .

La reducción de los residuos orgánicos residuales en nuestros recipientes por la *Periplaneta americana*, tendrá un procedimiento el cual se encuentra plasmado en el siguiente diagrama de procesos, **Figura 1**.

**Figura 1**

*Pasos del desarrollo del proyecto*



Para llevar a cabo la estadística del diseño factorial  $2^2$  se ha tomado una matriz la cual se basa en los dos factores y los distintos niveles como se visualiza en la **Tabla 2**.

**Tabla 2**

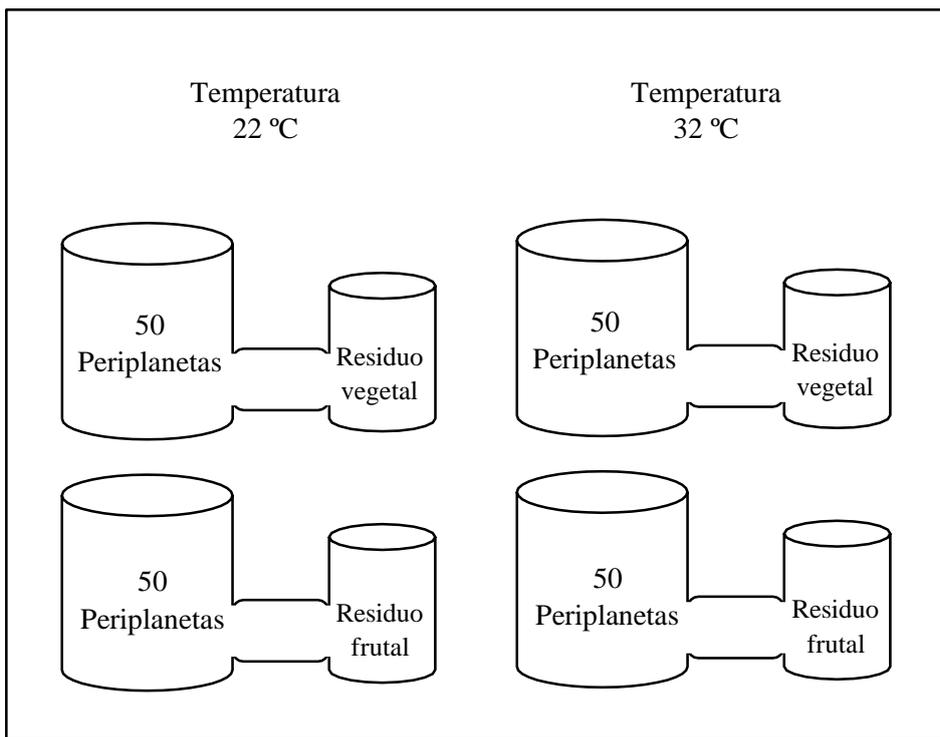
*Matriz de diseño*

N.º	Plan de Experimentación		Rendimiento%
	Factor A	Factor B	Respuesta
1	Nivel A1	Nivel B1	X
2	Nivel A2	Nivel B1	X
3	Nivel A1	Nivel B2	X
4	Nivel A2	Nivel B2	X

Este proceso se realiza en distintos recipientes con las condiciones adecuadas para la obtención de los resultados específicos, tal como se puede visualizar en la **Figura 2**.

**Figura 2**

*Diagrama de los criaderos de las Periplanetas americanas*



## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

La población que se está considerando en el presente proyecto es la cantidad de residuos orgánicos domiciliarios que pueden ser generados.

### **3.2.2. Muestra**

Como muestra se ha considerado la cantidad de residuos orgánicos que se están utilizando para alimentar a las *Periplanetas americanas* en los criaderos.

## **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.3.1. Técnicas**

- **Observación**

En la presente tesis utilizamos la observación como una técnica la cual nos ayuda a recopilar los datos, dando opción a que el tesista se involucre con el objeto de estudio de manera directa, es así como, las muestras de residuos orgánicos y especie "*Periplaneta americana*" antes y después de la reducción de los residuos. Es de vital importancia aplicar la observación y llevar un registro de los sucesos, dado que estos datos primarios consolidaran nuestros resultados del experimento realizado.

- **Medición**

En la presente tesis elegimos la medición como una técnica que nos permite recopilar datos, debido a que el tesista manipula los residuos, realizando el pesaje y obtención de la cantidad de residuos orgánicos residuales.

- **Análisis**

En esta investigación se utiliza el análisis como una técnica que nos permite recopilar datos, debido a que el tesista analiza minuciosamente los agentes que interfieren en la obtención de los resultados in-situ, como las condiciones y cantidad de individuos.

### **3.3.2. Instrumentos**

- **Ficha de recolección de datos**

El instrumento de ficha de recopilación de datos brinda gran facilidad con respecto al registro de la información y al manejo de la misma, todo esto en función a nuestras variables de la tesis, mencionadas anteriormente.

- **Base de datos digital**

Utilizamos la base de datos digital por la facilidad para poder desarrollar nuestro análisis y medición de los residuos orgánicos residuales en comparación a los residuos añadidos inicialmente.

### **3.4. Procedimiento**

#### **3.4.1. Determinación de las condiciones de operación en la utilización de la especie “*Periplaneta americana*” en la reducción de los residuos orgánicos domésticos.**

Se construyeron cuatro criaderos que se codificarán como CRI-01, CRI-02, CRI-03 y CRI-04 donde cada uno contó con 50 individuos de la especie “*Periplaneta americana*”. Además, se elaboraron tres repeticiones de los mismos criaderos con la misma cantidad de individuos.

Dichos criaderos fueron cubiertos con una manta negra evitando que la luz ingrese debido a que es una especie nocturna. Entre las condiciones que se les brindó se utilizó los siguientes materiales con cada función por separado:

- Balde de plástico de 20 L con una altura aproximada de 36.5 cm. Su función fue poder ser el criadero principal para las *Periplanetas americanas*.
- Balde de plástico de 8 L con una altura aproximada de 24.5 cm. Su función principal fue ser el receptor de los residuos orgánicos para el consumo de las *Periplanetas americanas*.
- Mosquitero color blanco. Su función estuvo relacionada, para que puedan ser pegadas en las tapas de los baldes, para que ambos puedan tener contacto directo con las condiciones del ambiente como la temperatura.
- Tubo de PVC. Su función se basó en poder ser la conexión entre el criadero principal y el receptor de residuos orgánicos donde dicha especie consumió los residuos para que puedan tener un desplazamiento y no ocasionar estrés en su desarrollo.
- Manta negra de 2.5 m, en este caso se utilizaron dos. Su función fue evitar

el ingreso de luz solar para que puedan tener un óptimo desarrollo.

- Cooler blanco. Su función fue mantener la temperatura óptima para el trabajo de investigación debido a que de los 4 criaderos 2 se le darán las condiciones de la ciudad de Ilo en cuanto a la temperatura y en el caso de los otros 2 se le dió condiciones más bajas con agua y hielo dentro de dicho cooler.

Se consideró un total de quince días de evaluación donde cada cinco días se realizó un registro de la cantidad de residuos orgánicos disminuidos en gramos para así poder promediar los valores.

#### **3.4.2. Determinación de la temperatura óptima para la reducción de los tipos de residuos orgánicos domésticos por la especie “*Periplaneta americana*”.**

La definición de la temperatura menor fue basada de acuerdo a la experiencia y revisión de otros trabajos de investigación donde han podido tener experiencia realizando y decidiendo esto en cuanto a sus condiciones. Por otro lado, la temperatura caliente fue determinada de acuerdo a nuestro criterio y de manera electiva para su aplicación, se hace mención que tuvimos la consideración de las temperaturas promedio que se dan en la ciudad de aplicación.

Por lo que se utilizó dos temperaturas tanto para verduras y frutas que son 32°C y 22°C, una temperatura para cada criadero y así también para cada corrida.

#### **3.4.3. Determinación del tipo de residuo doméstico que tiene mayor degradación por la especie “*Periplaneta americana*”.**

Debido al diseño experimental que planteamos es que se ha considerado dos factores, sumado a esto a raíz de la revisión bibliográfica y búsqueda de información, se ha podido encontrar que la mayoría de las evaluaciones que han realizado han considerado a los residuos orgánicos en conjunto, pero en el presente proyecto de investigación hemos decidido considerarlos por separado para poder evaluar el consumo de cada uno de estos residuos y poder determinar cuál es más efectivo y a cuál de estos las condiciones son apropiadas.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados de la Investigación

#### 4.1.1. Resultados de la determinación de condiciones de operación en la utilización de la especie “*Periplaneta americana*” en la reducción de los residuos orgánicos domésticos.

Mediante las medidas estipuladas para cada criadero y la forma en cómo se iba a desarrollar su distribución se obtuvieron los 04 criaderos con todos los implementos necesarios para el soporte de las “*Periplanetas americanas*”.

Se obtuvieron las mediciones en gramos de los residuos orgánicos reducidos por las “*Periplanetas americanas*”. Para cada repetición se elaboró una tabla donde registra esta información por criadero y día.

**Tabla 3**

*Resultado del grupo de prueba 1*

Criaderos	D1	D2	D3	D4	D5	Promedio
CRI - 01	16 g	9 g	18 g	17 g	15 g	15 g
CRI - 02	24 g	18 g	32 g	21 g	39 g	26.8 g
CRI - 03	25 g	32 g	30 g	33 g	43 g	32.6 g
CRI - 04	23 g	21 g	23 g	23 g	22 g	22.4 g

En la **Tabla 3** se observa el registro de datos durante cinco días de cada criadero, esta cantidad expresada en gramos hace referencia al peso de residuos orgánicos que han sido reducidos por la especie “*Periplaneta americana*”. Finalmente, se puede ver que se han promediado los datos donde el menor valor o peso obtenido ha sido en el criadero con codificación CRI-01 con un total de 15 gramos y el valor promedio más alto que se ha podido obtener es el del criadero CRI-03 con 32.6 gramos.

#### 4.1.2. Resultados de la determinación la temperatura óptima para la reducción de los tipos de residuos orgánicos domésticos por la especie “*Periplaneta americana*”.

Se acondicionaron los criaderos con las temperaturas dadas, siendo su distribución de la siguiente manera, ver **Tabla 4**:

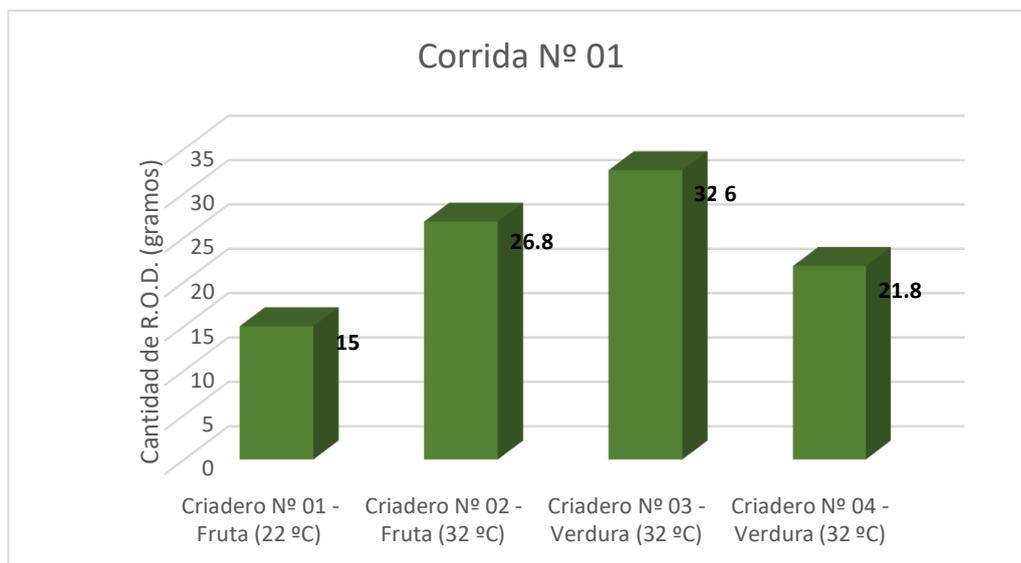
**Tabla 4**

*Distribución de temperaturas para cada criadero*

Criadero	Temperatura
01	22°C
02	32°C
03	32°C
04	32°C

#### 4.1.3. Determinación del tipo de residuo doméstico que tiene mayor degradación por la especie “*Periplaneta americana*”.

**Figura 3** Promedio de la corrida N.º 01



*Nota:* Elaboración Propia

En la **Figura 3** se observa que, durante el periodo de cero a cinco días, donde se hizo la primera corrida, obtuvimos los siguientes resultados; el CRI-01 (frutas - 22 °C) consumió 15 gramos, el CRI-02 (fruta - 32 °C) consumió 26.8 gramos, el CRI-03 (verduras - 32 °C) consumió 32.6 gramos

y el CRI-04 (verduras – 22 °C) consumió 22.4 gramos en el periodo ya mencionado. El criadero que tuvo mayor consumo de residuos orgánicos domésticos fue el CRI-03 de verduras a 32 °C, logrando consumir en cinco días promedio de 32.6 gramos.

**Tabla 5**

*Resultado del grupo de prueba 2*

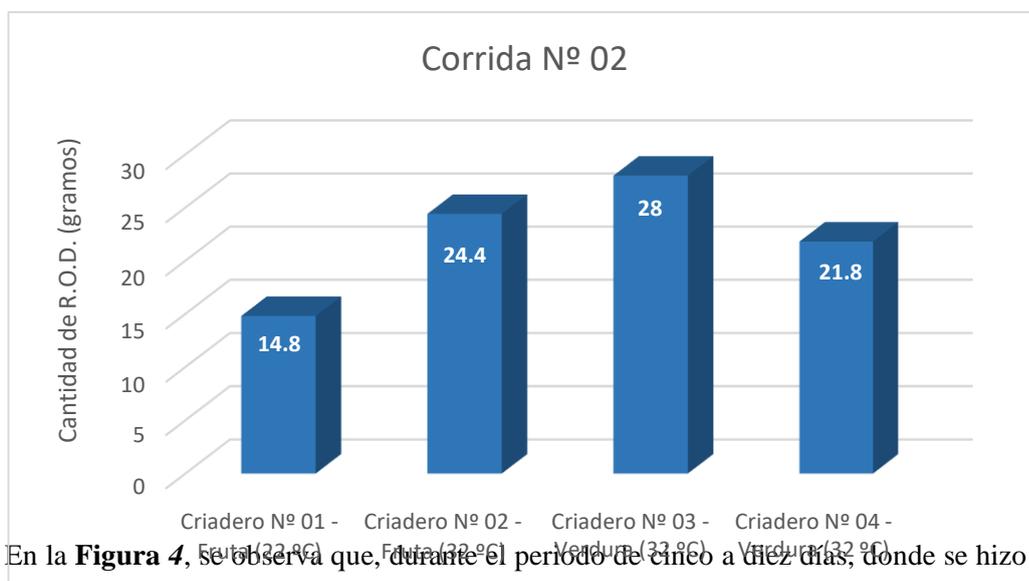
Criaderos	D6	D7	D8	D9	D10	Promedio
CRI - 01	12 g	17 g	15 g	16 g	14 g	14.8 g
CRI - 02	23 g	30 g	20 g	22 g	27 g	24.4 g
CRI - 03	27 g	31 g	19 g	30 g	33 g	28 g
CRI - 04	26 g	22 g	21 g	24 g	19 g	22.4 g

*Nota: Elaboración Propia*

En la **Tabla 5**, se observa también el registro de datos durante cinco días de cada criadero, esta cantidad expresada en gramos hace referencia al peso de residuos orgánicos que han sido reducidos por la especie “*Periplaneta americana*”. Finalmente, se puede ver que se han promediado los datos donde el menor valor o peso obtenido ha sido en el criadero con codificación CRI-01 con un total de 14.8 gramos y el valor promedio más alto que se ha podido obtener es el del criadero CRI-03 con 28 gramos.

**Figura 4**

*Promedio de la corrida N.º 02*



En la **Figura 4**, se observa que, durante el periodo de cinco a diez días, donde se hizo la segunda corrida, obtuvimos los siguientes resultados; el CRI-01 (frutas - 22 °C) consumió 14.8 gramos, el

CRI-02 (fruta - 32 °C) consumió 24.4 gramos, el CRI-03 (verduras - 32 °C) consumió 28 gramos y el CRI-04 (verduras - 22 °C) consumió 22.4 gramos en el periodoya mencionado. El criadero que tuvo mayor consumo de residuos orgánicos domésticos fue el CRI- 03 de verduras a 32 °C, logrando consumir en cinco días promedio de 28 gramos.

**Tabla 6**

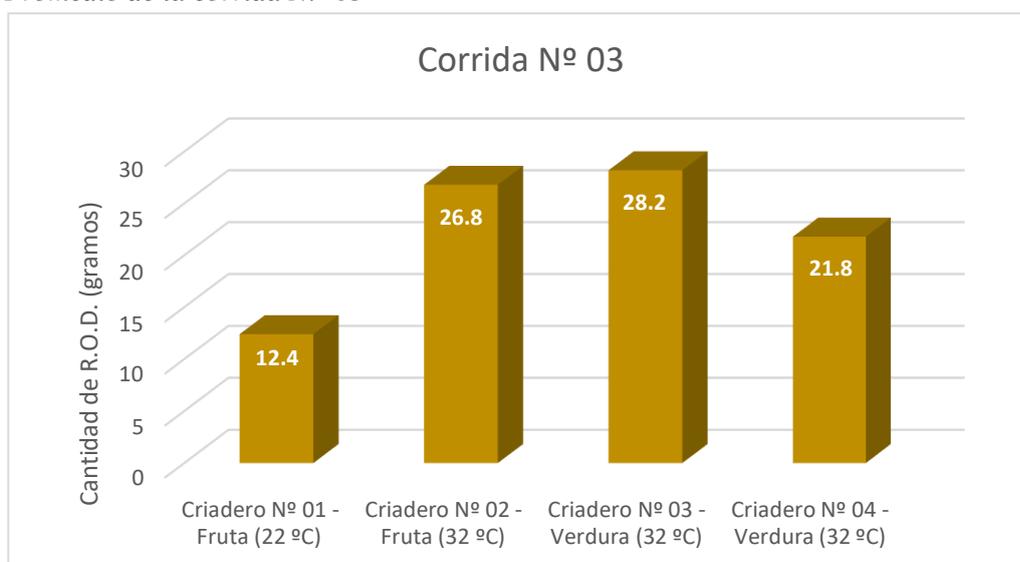
*Resultado del grupo de prueba 3*

Criaderos	D11	D12	D13	D14	D15	Promedio
CRI - 01	15 g	12 g	11 g	13 g	11 g	12.4 g
CRI - 02	26 g	17 g	31 g	39 g	21 g	26.8 g
CRI - 03	24 g	27 g	23 g	46 g	21 g	28.2 g
CRI - 04	28 g	21 g	20 g	21 g	19 g	21.8 g

En la **Tabla 6**, también se observa el registro de datos durante cinco días de cada criadero, esta cantidad expresada en gramos hace referencia al peso de residuos orgánicos que han sido reducidos por la especie “*Periplaneta americana*”. Finalmente, se puede ver que se han promediado los datos donde el menor valor o peso obtenido ha sido en el criadero con codificación CRI-01 con un total de 12.4 gramos y el valor promedio más alto que se ha podido obtener es el del criadero CRI-03 con 28.2 gramos.

**Figura 5**

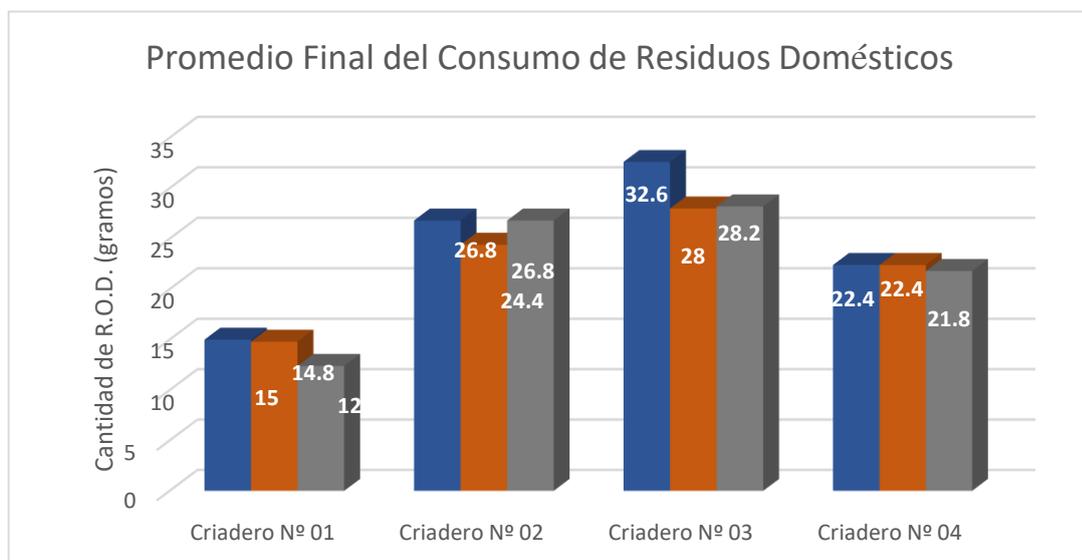
*Promedio de la corrida N.º 03*



En la **Figura 5**, se observa que, durante el periodo de diez a quince días, donde se hizo la tercera corrida, obtuvimos los siguientes resultados; el CRI-01 (frutas - 22 °C) consumió 12.4 gramos, el CRI-02 (fruta – 32 °C) consumió 26.8 gramos, el CRI-03 (verduras - 32 °C) consumió 28.2 gramos y el CRI-04 (verduras - 22 °C) consumió 21.4 gramos en el periodo ya mencionado. El criadero que tuvo mayor consumo de residuos orgánicos domésticos fue el CRI- 03 de verduras a 28.2 °C, logrando consumir en cinco días promedio de 28 gramos.

### Figura 6

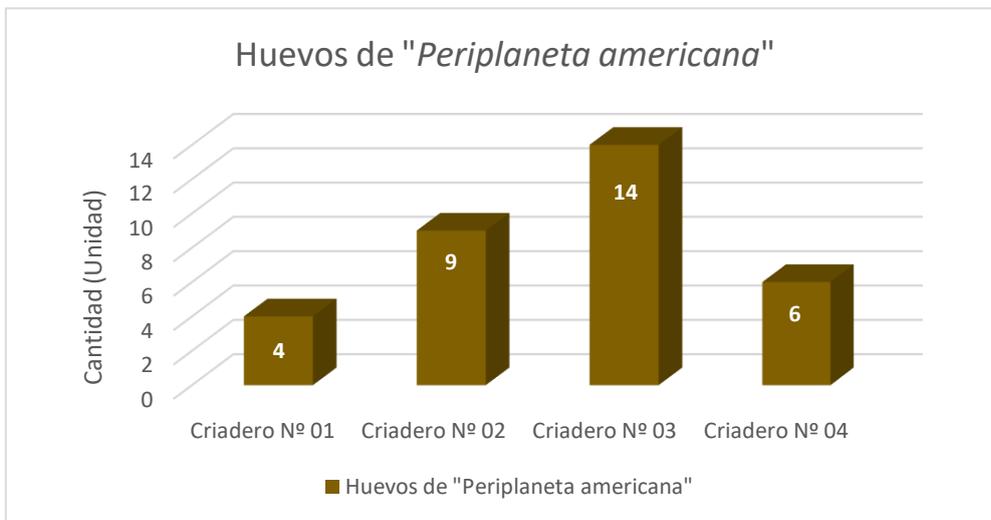
*Promedio final de las corridas*



En la **Figura 6**, nos muestra el promedio final de las 3 corridas o repeticiones. Donde apreciamos que existe un patrón repetitivo en los diferentes criaderos. Donde el CRI- 03 de verduras a 32 °C es el que en los quince días de monitoreo (3 repeticiones), obtuvo el mayor consumo por parte de la especie “*Periplaneta americana*” y el criadero con menores valores obtenidos fue el CRI-01.

**Figura 7**

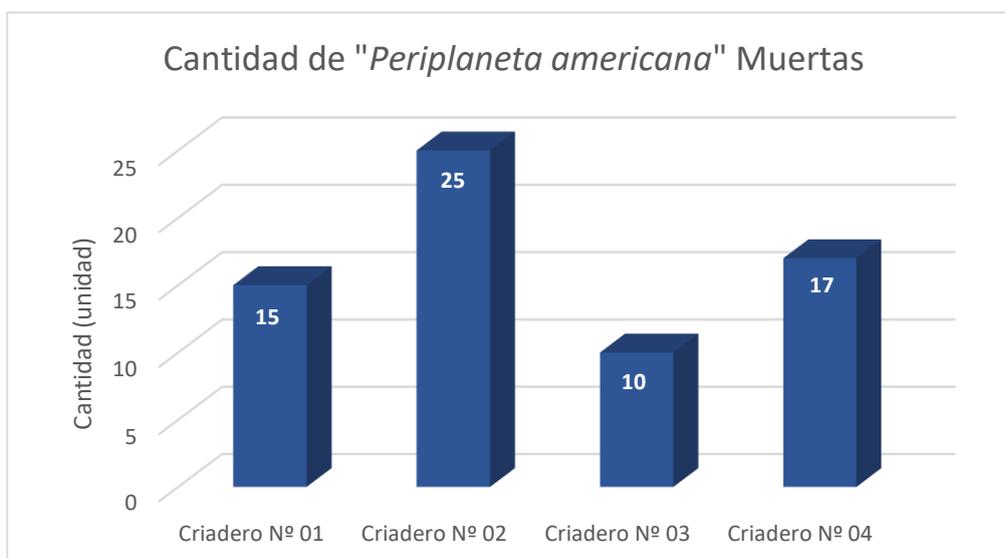
*Producción de huevos por la especie "Periplaneta americana" en el periodo de quince días*



Tal como muestra la **Figura 7**, cada criadero generó cantidad de huevos. El criadero que generó la mayor cantidad de huevos en el periodo de quince días fue el Criadero N° 03 con una cantidad de huevos mayor a catorce siendo el Criadero N° 03 quien obtuvo el mayor consumo de residuos orgánicos domésticos, teniendo en cuenta que, en los climas de inviernos fríos las *Periplaneta americanas* se desarrollan a un nivel más lento y es por esa razón que producen menos crías que en temperaturas bajas (22 °C).

**Figura 8**

*Cantidad de "Periplaneta americana" muertas en el periodo de quince días.*



Tal como se muestra en la **Figura 8**, en el periodo de quince días se visualiza que el Criadero N° 02 de frutas a 32 °C, tuvo la mayor pérdida de la especie “*Periplaneta americana*” con un promedio de perdida final de 25 especímenes.

**Tabla 7**

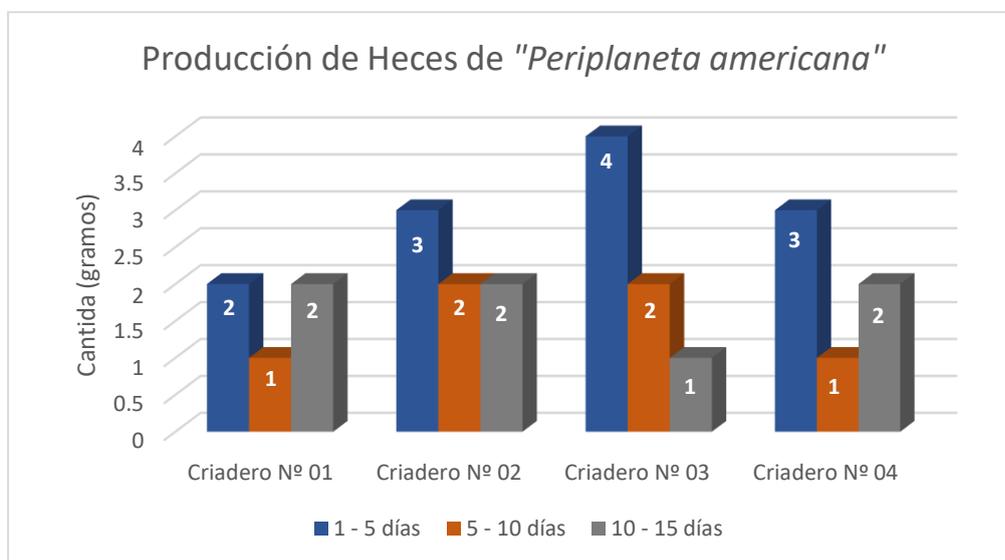
*Cantidad total de heces producidas por la especie “Periplaneta americana” en el periodo de 15 días.*

Criaderos	1 a 5 días	5 a 10 días	10 a 15 días	Total (15 días)
Criadero N° 01	2 g	1 g	2 g	5 g
Criadero N° 02	3 g	2 g	2 g	7 g
Criadero N° 03	4 g	2 g	1 g	7 g
Criadero N° 04	3 g	1 g	2 g	6 g
Cantidad total de “ <i>Periplaneta americana</i> ” durante 15 días				25 g

Nota: Elaboración Propia

**Figura 9**

*Producción de heces por la especie “Periplaneta americana” en el periodo de quince días.*



De acuerdo con la **Figura 9** se aprecia que ambos criaderos como mayor consumo de residuos orgánicos fueron el Criadero N° 02 y el Criadero N° 03, habiendo producido un total de 7 g de heces cada uno en el periodo de quince días. Adicionalmente, se aprecia en la Figura 7 que la suma total de heces producidos por la especie “*Periplaneta americana*” en el periodo de quince días, fue de 25 gramos. Concluyendo que, durante el periodo de quince días, la “*Periplaneta americana*”

consumió 275.6 g de residuos domiciliarios y produjo 25 gramos de heces.

## 4.2. Resultados del procesamiento de datos de la investigación

**Tabla 8**

*Factores y niveles*

FACTORES		NIVELES
LETRA	FACTOR	ALTO (1)
A	Tipos de Residuos	Verduras
B	Temperatura	32 °C

La **Tabla 8**, nos da a conocer las características que se tuvieron en cuenta para elaborar los datos estadísticos, la cual el resultado final fue que, que hay una relación considerable (significación) entre la temperatura y el tipo de residuos, entendiéndose que la especie “*Periplaneta americana*” a mayor temperatura consume mayor cantidad de residuo.

**Tabla 9**

*Tabla resumen 3 corridas*

	Tipo de Residuo	Repeticiones					Promedio
		D1	D2	D3	D4	D5	
Corrida N° 01	Criadero N° 01 – Fruta (22 °C)	16	9	18	17	15	15
	Criadero N° 02 – Fruta (32 °C)	24	18	32	21	39	26.8
	Criadero N° 03 – Verdura (32 °C)	25	32	30	33	43	32.6
	Criadero N° 04 – Verdura (22 °C)	23	21	23	23	22	22.4
	S Total	88	80	103	94	119	96.8
	Tipo de Residuo	Repeticiones					Promedio
		D6	D7	D8	D9	D10	
Corrida N° 02	Criadero N° 01 – Fruta (22 °C)	12	17	15	16	14	14.8
	Criadero N° 02 – Fruta (32 °C)	23	30	20	22	27	24.4
	Criadero N° 03 – Verdura (32 °C)	27	31	19	30	33	28
	Criadero N° 04 – Verdura (22 °C)	26	22	21	24	19	22.4
	Puntaje Total	88	100	75	92	93	89.6
	Tipo de Residuo	Repeticiones					Promedio
		D11	D12	D13	D14	D15	
Corrida N° 03	Criadero N° 01 – Fruta (22 °C)	15	12	11	13	11	12.4
	Criadero N° 02 – Fruta (32 °C)	26	17	31	39	21	26.8
	Criadero N° 03 – Verdura (32 °C)	24	27	23	46	21	28.2
	Criadero N° 04 – Verdura (22 °C)	28	21	20	21	19	21.8
	Puntaje Total	93	77	85	119	72	89.2

**Tabla 10***Registro de datos*

Tipo de residuo (A)	Temperatura (B)	Repetición			Total
Frutas	22°C	15	14.8	12.4	42.2=(1)
Verduras	22°C	22.4	22.4	21.8	66.6=a
Frutas	32°C	26.8	24.4	26.8	78=b
Verduras	32°C	32.6	28	28.2	88.8=ab

**Tabla 11***Diseño estadístico de las variables*

Estadístico de variables			
Factores	2	Diseño de la base	2; 4
Corridas	12	Réplicas	3
Bloques	1	Puntos centrales (total.)	0

*Nota:* Obtenido de Minitab, elaboración propia**Tabla 12***Tabla de diseño*

Corrida	Blq	A	B
1	1	-	-
2	1	+	-
3	1	-	+
4	1	+	+
5	1	-	-
6	1	+	-
7	1	-	+
8	1	+	+
9	1	-	-
10	1	+	-
11	1	-	+
12	1	+	+

*Nota:* Obtenido de Minitab, elaboración propia

**Tabla 13***Análisis de la varianza*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	399.00	133.000	48.84	0.000
Lineal	2	383.59	191.793	70.43	0.000
Tipo de residuo	1	103.25	103.253	37.91	0.000
Temperatura	1	280.33	280.333	102.94	0.000
Interacciones de 2 términos	1	15.41	15.413	5.66	0.045
Tipo de residuo* temperatura	1	15.41	15.413	5.66	0.045
Error	8	21.79	2.723		
Total	11	420.78			

*Nota:* Obtenido de Minitab, elaboración propia

En la **Tabla 13** de análisis de varianza, muestra los resultados del análisis estadístico, mediante el ANOVA y la Figura de efectos, determinado por el software Minitab 18.

**Tabla 14.***Resumen de modelo*

Modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.65025	94.82%	92.88%	88.35%

*Nota:* Obtenido de Minitab, elaboración propia

S: Es la desviación estándar y nos indica que no hay una gran dispersión de datos en relación con la media.

R - Cuad.: Mientras más cerca está al 100 %, significa que los datos son de buena calidad que el modelo es adecuado para las réplicas.

(Expresa la cantidad del modelo para replicar los resultados)

R - Cuad. (Ajustado): Este valor tiene que estar cerca al 100 % y va relacionado con el tamaño de muestra y la cantidad de factores.

(Tamaño de la muestra)

R - Cuad. (Pred): Nos indica el poder de predicción que tiene el modelo

**Tabla 15**

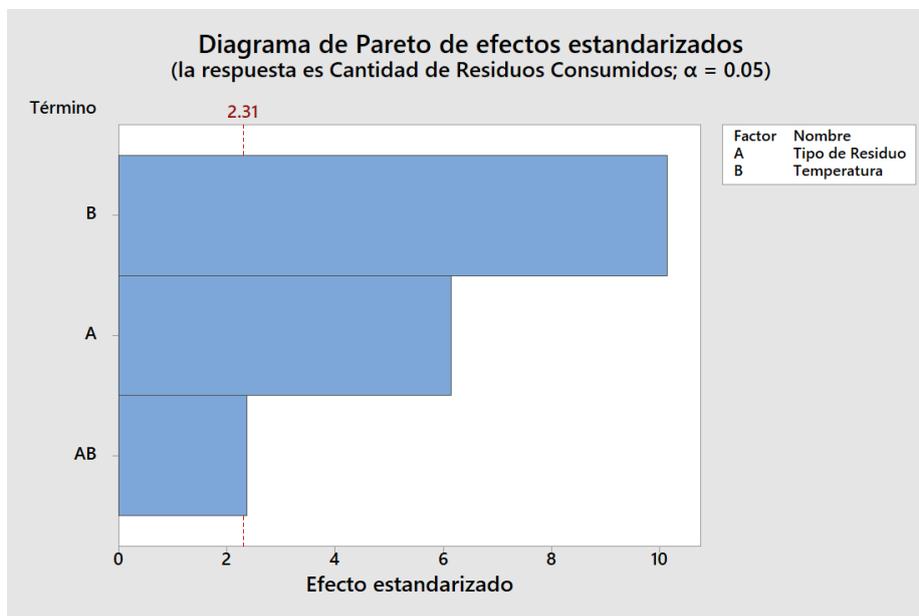
*Ecuación de regresión en unidades no codificadas*

Regresión	
Cantidad de residuos consumidos	$= 22.967 + 2.933 \text{ Tipo de residuo} + 4.833 \text{ Temperatura} - 1.133 \text{ Tipo de Residuo*Temperatura}$

*Nota:* Obtenido de Minitab, elaboración propia

**Figura 10**

*Diagrama de Pareto*

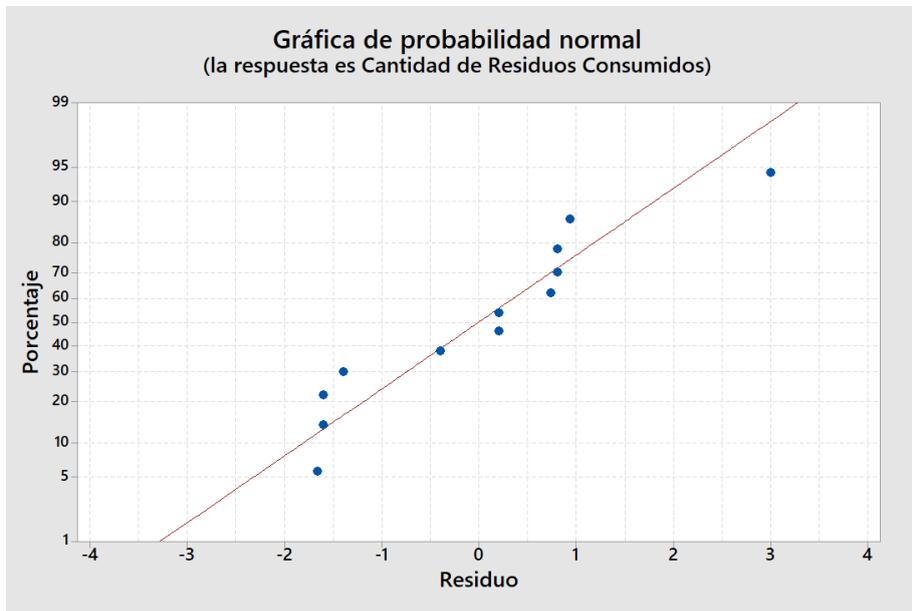


*Nota:* Obtenido de Minitab, elaboración propia

En el diagrama de Pareto, **Figura 10**, conocemos los factores B, A y AB, estos son determinantes porque la Figura nos muestra que el margen de error es de (2.31) que no sobrepasan estos factores y concluimos que los datos y el modelo son significativos.

### Figura 11

Figura normal de residuos para cantidad de residuos consumidos

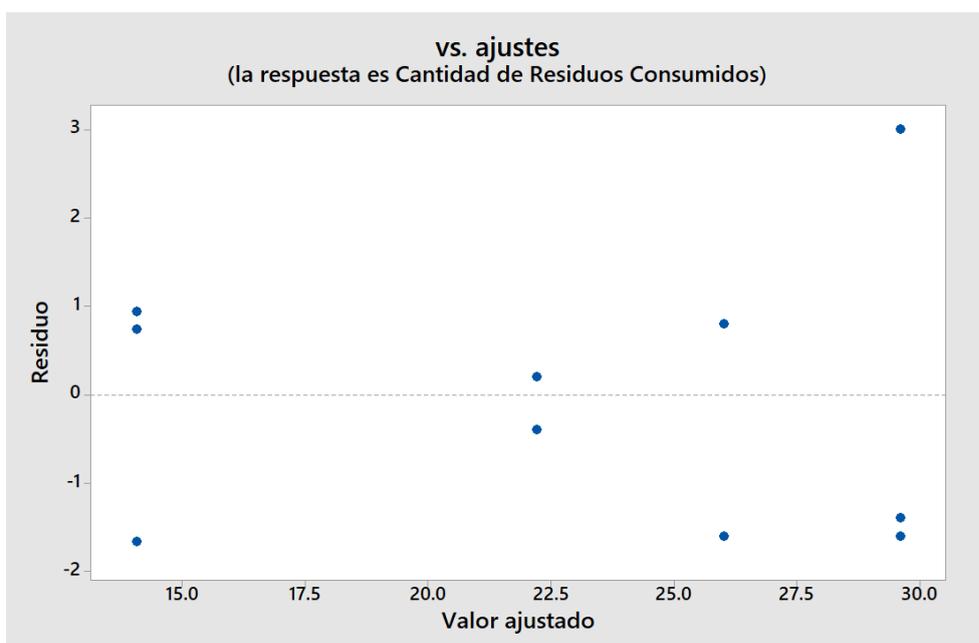


Nota: Obtenido de Minitab, elaboración propia

En la **Figura 11**, de probabilidad normal podemos observar que los datos en el mayor de los casos están cerca de la línea recta, quiere decir que, si se está cumpliendo el supuesto de normalidad, pero tenemos datos atípicos.

### Figura 12

Figura de residuos vs. ajuste para Cantidad de Residuos Consumidos

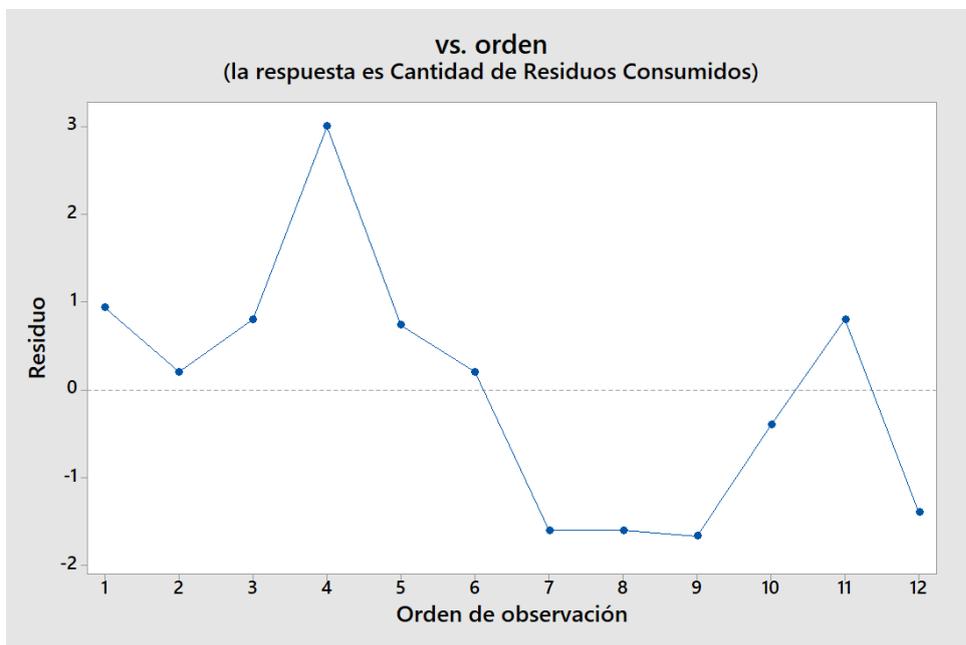


Nota: Obtenido de Minitab, elaboración propia

En la **Figura 12**, se Figura los residuos contra los valores ajustado y observar si tiene una posición vertical, respecto a una horizontal. determinando que los residuos están distribuidos aleatoriamente por ambos lados de los valores de 0, podremos decir que se cumple el supuesto de varianza constante. Al igual que la anterior Figura presenta un dato atípico que escapa del rango establecido.

### Figura 13

Figura Residuos vs. orden para Cantidad de Residuos Consumidos

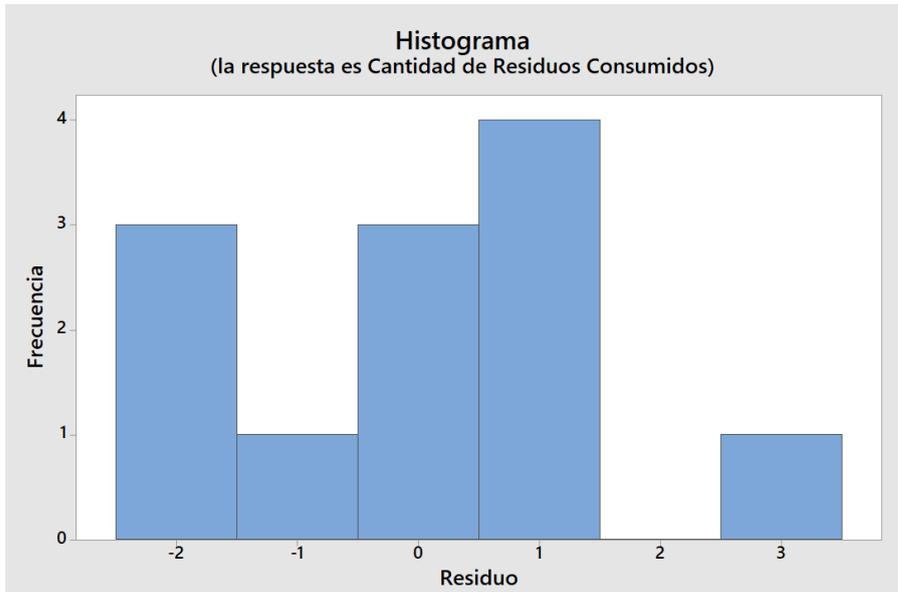


Nota: Obtenido de Minitab, elaboración propia

En la **Figura 13**, apreciamos que los valores se encuentran aleatorios en nuestro Figura, por lo tanto, no se observa alguna situación extraña, por lo cual se cumplen nuestros supuestos. Por lo tanto, ya se verifico los supuestos, por ello podemos concluir que efectivamente si hay efecto por parte de los factores tipo de residuo y temperatura, con respecto a la cantidad de residuos consumidos. También por parte de la interacción de ambos factores, con respecto a la cantidad de residuos consumidos por la especie "*Periplaneta americana*".

## Figura 14

Figura de histograma de residuos para la Cantidad de Residuos Consumidos



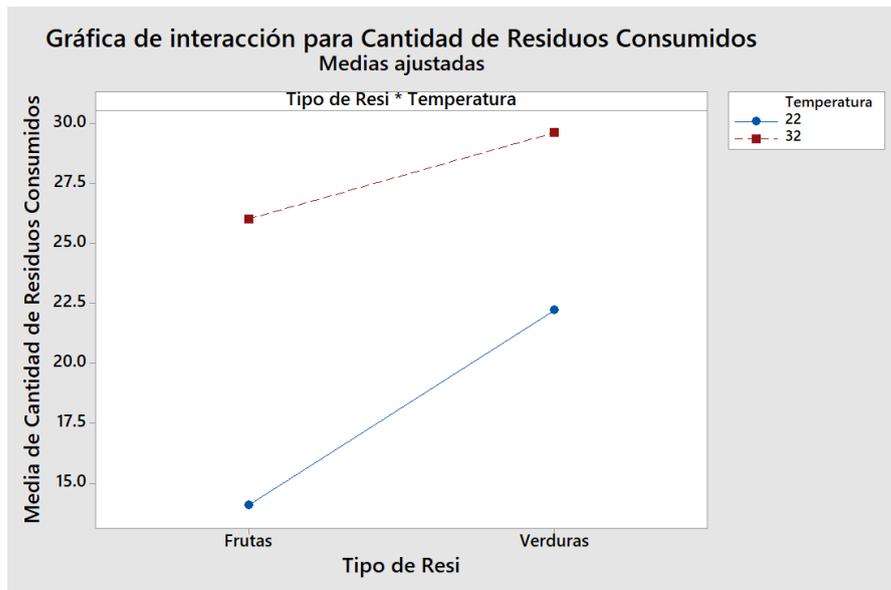
Nota: Obtenido de Minitab, elaboración propia

En la **Figura 14**, podemos apreciar que presenta una barra alejada de la otra y esto quiere decir que hay dato atípico.

En resumen, las Figuras de residuos para resultados, muestra las diferentes Figuras en cuanto a la distribución de los resultados, por lo que se aprecia en los mismo, hay una distribución normal. También, posee un par de valores que escapan del rango, pero que no tiene mayor incidencia.

## Figura 15

Figura de interacción para Cantidad de Residuos Consumidos

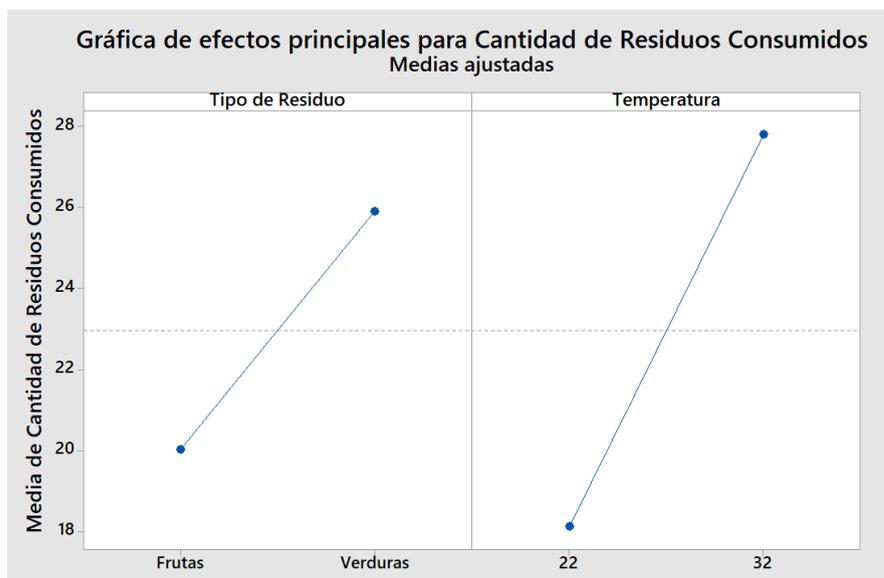


*Nota:* Obtenido de Minitab, elaboración propia

En la **Figura 15**, de interacción para resultado de medidas ajustadas de tipo de residuos por temperatura. Notamos que ambas líneas no van en sentido paralelo, eso nos dice que si seguimos la trayectoria estas líneas se encuentran. Por lo cual podemos decir que hay una interacción entre el tipo de residuo y la temperatura.

### Figura 16

*Figura de efectos principales para cantidad de Residuos consumidos*



*Nota:* Obtenido de Minitab, elaboración propia

La **Figura 16**, de efectos, en el primer cuadro con la variable tipo de residuo, nos dice que a nivel bajo en tipo de residuo Fruta, el promedio es de 20.03 g de residuo consumido por la

especie “*Periplaneta americana*”.

Y el nivel alto en tipo de residuo Verdura, el promedio es de 25.9 g de residuo consumido por la especie “*Periplaneta americana*”.

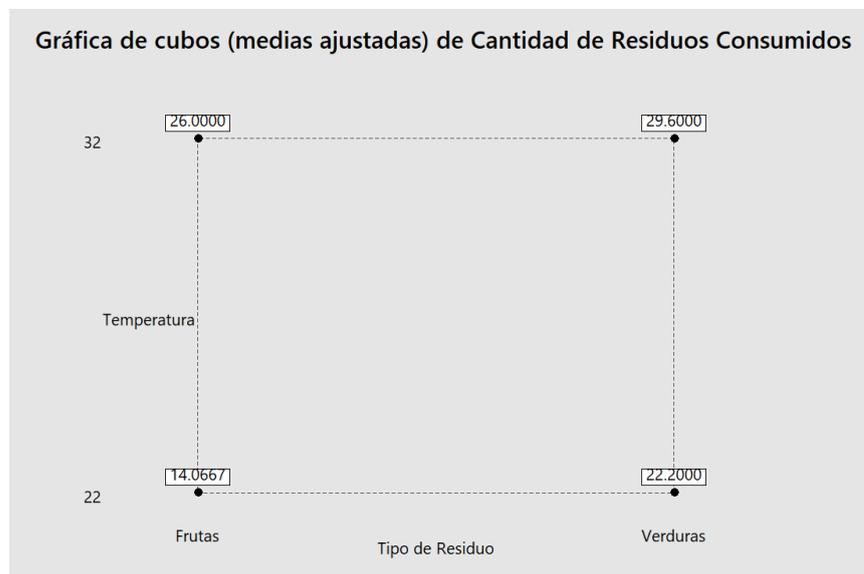
De igual manera en el segundo cuadro con la variable temperatura, el nivel más bajo de temperatura (22 °C), el promedio es de 18.1 g de residuos consumidos por la especie “*Periplaneta americana*”.

Y el nivel más alto de temperatura (32 °C), el promedio es de 27.8 g de residuos consumidos por la especie “*Periplaneta americana*”.

En resumen, la **Figura 16** nos dice que existe una relación positiva frente el nivel bajo a nivel alto en las dos variables de entrada (tipos de residuos y temperatura) en nuestro diseño experimental. Considerando que el Figura de efecto toma en cuenta todas las mediciones, proporcionando el promedio obtenido en el nivel bajo y alto en el experimento.

### Figura 17

Figura de cubos (media ajustada) de Cantidad de residuos consumidos



Nota: Obtenido de Minitab, elaboración propia

En este caso como solo tenemos 2 variables, el **Figura 17** nos sale en forma de cuadrado. El Figura de cubos nos muestra con claridad el promedio de la interacción en niveles alto y bajo de los tipos de residuos (frutas y verduras) y la temperatura (22 °C a 32 °C).

Formula de la Eficiencia:

$$Eficiencia (\%) = \frac{Recurso\ utilizado}{Recurso\ disponible} \times 100$$

Una persona genera al día 448 g de residuos orgánicos o material orgánico. Para evaluar la eficiencia de la *periplaneta americana* para reducir los residuos orgánicos. Se colocó 112 g por criadero (total 4), sumando en total entre los 4 criaderos 448 g que es los residuos que una persona genera al día. En la fórmula de la eficiencia 448 g es el recurso disponible, y el promedio consumido por criadero durante los 15 días es el recurso utilizado, el cual se multiplica 100 para darnos el resultado de la eficiencia en porcentaje. (96.8 – 89.2 – 89.2 es la suma total) (24.2 – 22.4 – 22.3 es promedio consumido por los 4 criaderos en un tiempo de 5 días.

**Criadero N° 01**

$$96.8 \div 4 = 24.2$$

$$\frac{24.2}{112} \times 100 = 21.6 \%$$

**Criadero N° 02**

$$89.6 \div 4 = 22.4$$

$$\frac{22.4}{112} \times 100 = 20 \%$$

**Criadero N° 03**

$$89.2 \div 4 = 22.3$$

$$\frac{22.3}{112} \times 100 = 19.9 \%$$

**PROMEDIO TOTAL DE LA EFICIENCIA**

$$21.6 \% + 20 \% + 19.9 \% = 20.5\%$$

Resultando en que la “*Periplaneta americana*” tiene una eficiencia del 20.5 % de consumo de residuos orgánico con respecto a los 448 g que es el material orgánico generado por un ser humano al día promedio.

### **4.3. Prueba de Hipótesis**

Se realizó el análisis estadístico de la investigación utilizando el programa Minitab.

#### **4.3.1. Hipótesis específica 1**

Empleamos el método ANOVA, se analizaron los factores tipo de residuo, como se puede observar la tabla (), este método permite realizar el análisis de la varianza estadística.

Hipótesis:

- Ho: El factor tipo de residuo no influye en la reducción de residuos orgánicos consumidos por la "periplaneta americana".
- Ha: El factor tipo de residuo si influye en la reducción de residuos orgánicos consumidos por la "periplaneta americana".

Valor  $P > 0.05$  se acepta Ho

Valor  $P \leq 0.05$  se rechaza Ho

**Tabla 16**

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	399.00	133.000	48.84	0.000
Lineal	2	383.59	191.793	70.43	0.000
Tipo de residuo	1	103.25	103.253	37.91	0.000
Temperatura	1	280.33	280.333	102.94	0.000
Interacciones de 2 términos	1	15.41	15.413	5.66	0.045
Tipo de residuo* temperatura	1	15.41	15.413	5.66	0.045
Error	8	21.79	2.723		
Total	11	420.78			

En la **Tabla 16**, de análisis de varianza, muestra los resultados del análisis estadístico, mediante el ANOVA, determinando por el software Minitab 18.

En la **Tabla 16**, se puede observar en la columna Valor F, el factor Tipo de residuo tiene un valor estadístico de 37.91.

En los resultados de Valor P, se considera que hay significancia para un nivel de confianza de un 95%, cuando en valor es menor a 0.05. De tal manera que en la columna Valor P, el factor Tipo de residuo tiene un valor estadístico de 0.000, concluyendo que es menor a 0.05, por lo tanto, se comprueba que hay significancia en el diseño factorial.

En la tabla de ANOVA en el factor Tipo de residuo, observamos que los grados de libertad (GL) para este factor es 1, en este caso para hallar el valor en nuestra tabla estadística F de Fisher es intercalarse los grados de libertad con los del error que según la tabla de análisis de varianza son de 8. Según la tabla F de Fisher nos da un valor de 5.32. Como se aprecia en la imagen.

**Figura 18**

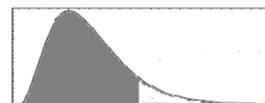
*Distribución de Fisher*



$$1 - \alpha = 0.95$$

$$1 - \alpha = P(F \leq f_{(\alpha, n_1, n_2)})$$

**DISTRIBUCIÓN F – FISHER**



F(n <sub>1</sub> ,n <sub>2</sub> )	GRADOS DE LIBERTAD DEL NUMERADOR (n <sub>1</sub> )																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25	30	40	
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.4	246.5	247.3	248.0	249.3	250.1	251.1	
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.42	19.43	19.44	19.45	19.46	19.46	19.47	
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.71	8.69	8.67	8.66	8.63	8.62	8.59	
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.87	5.84	5.82	5.80	5.77	5.75	5.72	
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.64	4.60	4.58	4.56	4.52	4.50	4.46	
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.96	3.92	3.90	3.87	3.83	3.81	3.77	
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.53	3.49	3.47	3.44	3.40	3.38	3.34	
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.24	3.20	3.17	3.15	3.11	3.08	3.04	
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.03	2.99	2.96	2.94	2.89	2.86	2.83	
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.86	2.83	2.80	2.77	2.73	2.70	2.66	
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.74	2.70	2.67	2.65	2.60	2.57	2.53	
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.64	2.60	2.57	2.54	2.50	2.47	2.43	
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.55	2.51	2.48	2.46	2.41	2.38	2.34	
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.48	2.44	2.41	2.39	2.34	2.31	2.27	
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.42	2.38	2.35	2.33	2.28	2.25	2.20	
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.37	2.33	2.30	2.28	2.23	2.19	2.15	
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.33	2.29	2.26	2.23	2.18	2.15	2.10	
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.29	2.25	2.22	2.19	2.14	2.11	2.06	
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.26	2.21	2.18	2.16	2.11	2.07	2.03	
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.22	2.18	2.15	2.12	2.07	2.04	1.99	
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.20	2.16	2.12	2.10	2.05	2.01	1.96	
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.17	2.13	2.10	2.07	2.02	1.98	1.94	
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.00	1.96	1.91	
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.13	2.09	2.05	2.03	1.97	1.94	1.89	
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.96	1.92	1.87	
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.09	2.05	2.02	1.99	1.94	1.90	1.85	
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.97	1.92	1.88	1.84	
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.06	2.02	1.99	1.96	1.91	1.87	1.82	
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.89	1.85	1.81	
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.04	1.99	1.96	1.93	1.88	1.84	1.79	
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.04	1.99	1.94	1.91	1.88	1.82	1.79	1.74	
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.95	1.90	1.87	1.84	1.78	1.74	1.69	
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	1.97	1.92	1.87	1.84	1.81	1.75	1.71	1.66	
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.95	1.89	1.85	1.81	1.78	1.73	1.69	1.63	

*Nota:* Recuperado de UTP [Universidad Tecnológica del Perú].

Concluyendo que el valor F, del factor tipo de residuo es de 37.91, es mayor al valor obtenido en la distribución F de Fisher de 5.32, por lo tanto, rechazamos la Hipótesis nula, y aceptamos la Hipótesis alterna, concluyendo que el factor tipo de residuo si influye en la reducción de residuos orgánicos domésticos, ver **Figura 18**.

### 4.3.2. Hipótesis específica 2

Empleamos el método ANOVA, se analizaron los factores tipo de residuo, como se puede observar la tabla (), este método permite realizar el análisis de la varianza estadística.

Hipótesis:

- Ho: El factor temperatura no influye en la reducción de residuos orgánicos consumidos por la "periplaneta americana".
- Ha: El factor temperatura si influye en la reducción de residuos orgánicos consumidos por la "periplaneta americana".

Valor  $P > 0.05$  se acepta Ho

Valor  $P \leq 0.05$  se rechaza Ho

**Tabla 17**

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	399.00	133.000	48.84	0.000
Lineal	2	383.59	191.793	70.43	0.000
Tipo de residuo	1	103.25	103.253	37.91	0.000
Temperatura	1	280.33	280.333	102.94	0.000
Interacciones de 2 términos	1	15.41	15.413	5.66	0.045
Tipo de residuo* temperatura	1	15.41	15.413	5.66	0.045
Error	8	21.79	2.723		
Total	11	420.78			

En la **Tabla 17** de análisis de varianza, muestra los resultados del análisis estadístico, mediante el ANOVA, determinando por el software Minitab 18.

En la tabla 14, se puede observar en la columna Valor F, el factor Temperatura tiene un valor estadístico de 102.94.

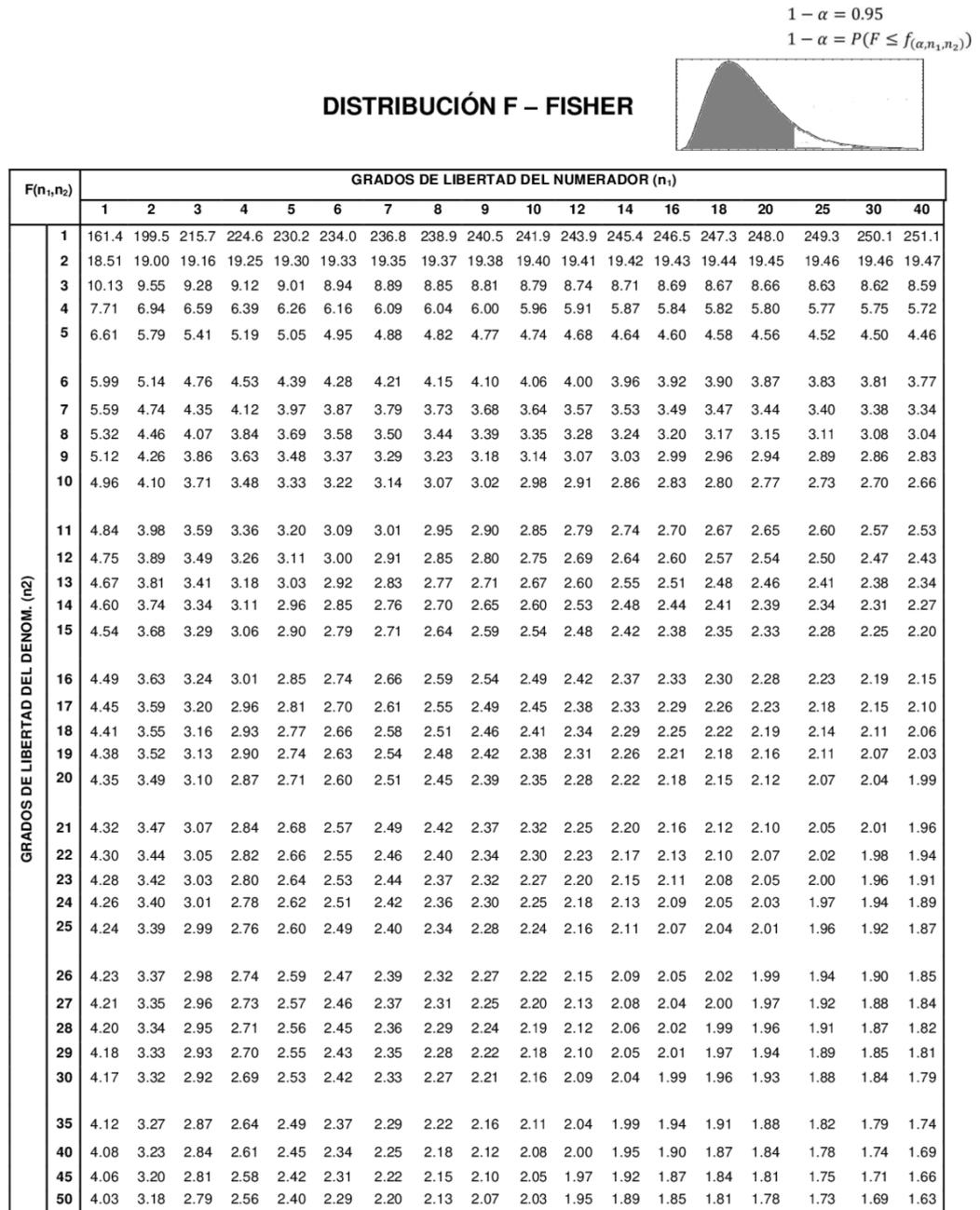
En los resultados de Valor P, se considera que hay significancia para un nivel de confianza de un 95%, cuando en valor es menor a 0.05. De tal manera que en la columna Valor P, el factor Temperatura tiene un valor estadístico de 0.000, concluyendo que es menor a 0.05, por lo tanto, se comprueba que hay significancia en el diseño factorial.

En la tabla de ANOVA en el factor temperatura, observamos que los grados de libertad (GL)

para este factor es 1, en este caso para hallar el valor en nuestra tabla estadística F de Fisher es intercalaron los grados de libertad con los del error que según la tabla de análisis de varianza son de 8. Según la tabla F de Fisher nos da un valor de 5.32. Como se aprecia en la imagen.

**Figura 19**

Distribución de Fisher



*Nota:* Recuperado de UTP [Universidad Tecnológica del Perú].

Concluyendo que el valor F, del factor temperatura es de 102.94, es mayor al valor obtenido en la distribución F de Fisher de 5.32, por lo tanto, rechazamos la Hipótesis nula, y aceptamos la Hipótesis alterna, concluyendo que el factor temperatura si influye en la reducción de residuos orgánicos domésticos, ver *Figura 19*.

**Hipótesis General:**

Mediante el análisis de varianza, las pruebas realizadas por cada Hipótesis especifican permitieron comprobar que la “*Periplaneta americana*” sí influye en la reducción de residuos orgánicos domésticos.

#### **4.4. Discusiones**

- Se determinó a través del diseño factorial 2<sup>2</sup> que ambas variables, tipo de residuos (frutas y verduras) y temperatura (22 °C a 32 °C), tienen un efecto en la reducción o consumo de los residuos orgánicos domésticos por la especie “*Periplaneta americana*”, siendo la temperatura uno de los factores que influye más en la reducción de ambos tipos de residuos. Concluyendo que si se supera los 30 °C en la crianza de esta especie “*Periplaneta americana*” su eficiencia es mayor a comparación que si la temperatura fuera menor a 30 °C. El rango determinado como recomendado para el consumo de materia orgánica coincide con estudios anteriores que proponen el rango de 20 °C y 29 °C como el rango con mayor consumo de materia orgánica, la diferencia de 1 grado se relaciona con el tipo de materia orgánica, la cual para el caso de estudio presente es del tipo verduras.
- Se determinó que el tipo de residuo más consumido por la especie “*Periplaneta americana*” en los 15 días de monitoreo (3 repeticiones), es el tipo de residuo orgánico verdura, donde la especie “*Periplaneta americana*” redujo 29.6 gramos en su nivel más alto (32 °C), a diferencia que el tipo de residuo orgánico frutas fue reducido 26 gramos en su nivel más alto (32 °C). Es por ello que la especie “*Periplaneta americana*” tiene mayor deseo o afinidad al consumir y por ende reducir los residuos orgánicos domésticos de verduras.
- Sumado a ello se evaluó la cantidad de muertes en cada criadero de “*Periplaneta americana*” obteniendo el menor valor en el criadero N°03 con solo 10 muertes a comparación del criadero N°02, si esto es relacionado con las condiciones que se dieron desde un inicio se puede ver que ambos criaderos mantienen las mismas temperaturas que son 32°C, la diferencia estuvo en que en el criadero N°02 se utilizó

frutas y en el criadero N°03 verduras lo que hizo que la influencia este netamente en la alimentación de dichas especies. El exceso de temperatura es una condición determinante para los experimentos, se presentaron investigaciones donde se buscó aislar un ambiente en condiciones de alta presencia de humedad y alta temperatura para evaluar cuanto de polietileno de baja densidad (LDPE), en el caso de la presente investigación se condicionaron la temperatura del ambiente y la disponibilidad de material para consumir.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES:

- Con respecto al objetivo principal, se concluye que, la especie “*Periplaneta americana*” tiene la capacidad de reducir los residuos orgánicos domiciliarios hasta un 20.5% total de 112 gramos de residuos orgánicos domiciliarios en los 4 criaderos realizados y temperatura por encima de 30°C.
- Mediante los resultados se comprueba que la especie *Periplaneta americana* tiene la capacidad de poder reducir la cantidad de residuos sólidos orgánicos debido a que lo utiliza como su alimento. Si bien es cierto la eficiencia que ha arrojado este trabajo de investigación es 20%, menor a lo que se tenía planteado mediante la hipótesis general ha logrado demostrar la capacidad de reducción.
- En este caso no se comprueba la hipótesis, debido a muchos factores que han podido influir en el tipo de espécimen utilizado. Se puede considerar debido a que las condiciones quizás no han podido desempeñar el mayor consumo de residuos. Se debe considerar que tipos de residuos se les ha podido brindar a esta especie ya que se sabe que a ciertas verduras o frutas son intolerantes en el sentido de que no soportan el aroma y/o sabores, es por ello que ese factor también ha podido ser de influencia, su necesidad de alimentación en base a ello ha debido de bajar ya que las Periplanetas americanas por lo general pueden resistir de 2 a 3 meses sin alimentarse. También ha podido influir la temperatura, la luz solar, entre otros factores que comprenden a las condiciones en las que se encontraban.
- Es de conocimiento que los manejos de residuos orgánicos tienen un costo considerable y elevado, con la reducción de los residuos por la especie “*Periplaneta americana*”, mediante su crianza se puede reducir costos en la disposición final de los residuos orgánicos, de esta manera que es una opción distinta que puede contribuir con esta problemática que afecta el desarrollo de ciudad en nuestro país.
- Concluyendo en base a las Figuras elaboradas en base al diseño experimental

que el tipo de residuo verdura en su nivel más alto (32 °C) tiene en promedio 29.6 gramos de residuos consumidos por la especie “*Periplaneta americana*”. A diferencia del tipo de residuos fruta que en su nivel más alto (32 °C) tiene en promedio 26 gramos de residuos consumidos por la especie “*Periplaneta americana*”. Por ende, podemos decir que la especie “*Periplaneta americana*” tiende a consumir más el tipo de residuo verdura a una mayor temperatura.

- Concluyendo también que a mayor temperatura la especie “*Periplaneta americana*” consume a mayor nivel ambos tipos de residuos debido a la necesidad de agua para las cucarachas ya que tienen cierta afinidad a los lugares húmedos y ambos residuos contienen cierta cantidad de líquidos y nutrientes.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar otras variables que influyen en el proceso operacional para la especie “*Periplaneta americana*”, variables como humedad, % de muertes por día de la especie a fin de proporcionar una mayor información y conocimiento sobre el uso de esta especie para reducir los residuos orgánicos.
- Se recomienda que a pesar de que esta especie tiene una capacidad asombrosa de adaptarse a distintos hábitats, la crianza de estas se haga en lugares apropiados que tengan las condiciones y cuenten con parámetros que facilite la reproducción de esta.
- Se recomienda fomentar e informar a la población, los beneficios que trae este insecto como alternativa para reducir los residuos orgánicos domésticos, de tal manera que a futuro pueda implementarse en cantidades mayores lo cual traerá impactos positivos para la población y el medio ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOFIGURAS

1. **FERNÁNDEZ, Y.** xataka. [En línea] 2 de Mayo de 2018. <https://www.xataka.com/ecologia-y-naturaleza/un-granjero-chino-esta-criando-millones-de-cucarachas-para-tratar-los-residuos-organicos-de-su-ciudad>.
2. **ESPINOZA, FIGUEROA y CHANGOLUISA, ZAMBRANO.** *Evaluación en Mesocosmos de la Descomposición de Residuos Sólidos Domésticos mediante Cucarachas Americanas Periplaneta americana (Linnaeus, 1758) en la Amazonía Ecuatoriana.* (Trabajo de Investigación Titulada), Ecuador : 2020.
3. **MORALES, J.** *Biotransformación de residuos orgánicos a partir de manejo ex situ de Hermetia Illucens (L., 1758) (Dipera: Stratiomyidae) como alternativa para la gestión sostenible de los desechos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito.* Universidad Central del Ecuador, Quito : s.n.
4. **HUARIPATA, J. y CARRASCO, A.** *Eficiencia de la Larva de Mosca Soldado Negro (Hermetia Illucens) para aprovechar los Residuos Orgánicos Municipales - Cajamarca 2021.* Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca : 2022.
5. **VILCA, C.** *Periplaneta americana y la minimización de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Pucusana, 2019.* Universidad César Vallejo, Lima : 2019.
6. **CASTILLO, K.** *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 Huanuco 2019 .* Universidad de Huanuco, Huánuco : 2020.
7. **RIVAS, J.** *Capacidad Biodegradativa de la Cucaracha Periplaneta americana (Linnaeus, 1758) sobre la bolsa plástica y el film para la Elaboración de Abono.* Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María: 2020.
8. **GARITA, N. y ROJAS, J.** *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost.* [En línea] [Citado el: 1 de Marzo de 2023.] <https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y..>
9. **HURTADO, C.** *Empleo del Insecto Periplaneta Americana, para la Reducción de Residuos Sólidos Orgánicos.* 5, Lima : s.n., 2021, Vol. II. ISSN.
10. **PONCE, G. y CANTÚ, P.** *Cucarachas: Biología e Importancia en Salud Pública.* 3, Ciudad Mexico : Respyn - Revista Salud Pública y Nutrición, 2005, Vol. 6.
11. **MANUAL PARA EL CONTROL DE CUCARACHAS.** Nebraska : University of Nebraska, 2007, Vol. II.
12. **GIMENEZ J. y KELVIN J..** *Crianza de Cucarachas (Periplaneta americana) Mediante Residuos de Cocina para Disminuir la Acumulación de Residuos Sólidos Orgánicos en la Ciudad de Huánuco 2019.* Universidad de Huánuco, Huánuco : 2020.
13. **CARHUAVILCA, D.** *Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2011 -2019.* Lima : Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020.

14. . **MUNIZAFÁ, J. y GARCÍA, A.** *Generación de Residuos Domésticos y su Variabilidad en Comunidades deTamaño Intermedio.* 3, México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2013, Vol. 29. ISSN.
15. **VANEGAS, N. y BELTRÁN, C.** *Manual de Reciclaje y Plan de Socialización para la disposición final de Residuos Sólidos en el barrio BELlaFlore de la localidad de Ciudad Bolívar.* Universidad Católica de Colombia , Bogotá : 2016.
16. **WOLF, M.** *Ecológicamente Correcto.* [En línea] 16 de Noviembre de 2009.[Citado el: 1 de Marzo de 2023.]  
<http://ecologicamentecorrecto.blogspot.com/2009/11/descomposicion-de-los-residuos.html>.

## **ANEXOS**

### ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuál es la eficiencia de la cucaracha “Periplaneta americana” para reducir los residuos orgánicos domésticos?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECIFICO</b> - ¿Cuáles son las condiciones de operación en la utilización de la especie “Periplaneta americana” en la reducción de los residuos orgánicos domésticos? - ¿Cuál es la temperatura óptima para la reducción de los tipos de residuos orgánico-domésticos por la especie Periplaneta americana? - ¿Cuál es el tipo de residuos domestico que tiene mayor degradación por la especie Periplaneta americana?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Evaluar la eficiencia de la especie “Periplaneta americana” para reducir los residuos orgánicos domiciliarios.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> - Determinar las condiciones de operación en la utilización de la especie “Periplaneta americana” en la reducción de los residuos orgánicos domésticos. - Determinar la temperatura óptima para la reducción de los tipos de residuos orgánicos domésticos por la especie Periplaneta americana. - Determinar el tipo de residuos domésticos que tienen mayor degradación por la especie Periplaneta americana.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La especie Periplaneta americana tiene la capacidad de reducir un 50% de los residuos orgánicos domésticos.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b> - No se generó el primer objetivo específico 1, porque tiene un carácter descriptivo. - La especie Periplaneta americana es más eficiente en su proceso de reducción en los residuos orgánicos domésticos a 30 ° C. - El residuo que tiene mayor degradación de la especie son de residuos orgánicos de verduras.</p>	<p><b>VARIABLE</b> <b>DEPENDIENT</b> <b>E</b> Procesamiento de los 2 tipos de residuos orgánicos domésticos.</p> <p><b>VARIABLE</b> <b>INDEPENDIE</b> <b>NTE</b> La Especie “Periplaneta americana”.</p>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</b> Nuestra investigación presenta la metodología científica.</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Es aplicada.</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Nivel explicativo.</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> Comprende a un diseño factorial 2<sup>2</sup>.</p> <p><b>POBLACION</b> Cantidad de residuos orgánicos domiciliarios que pueden ser generados.</p> <p><b>MUESTRA</b> Residuos orgánicos que se están utilizando para alimentar a las <i>Periplanetas americanas</i>.</p>

## **ANEXO 2: EVIDENCIA FOTOFIGURA**

**Almacenamiento de la especie “Periplaneta americana” recolectada.**



**Colocación de trampas, para captura con cebo.**



**Captura de manera directa y recolección de especímenes.**



**Traspaso de la especie “Periplaneta americana” a los Criaderos correspondientes.**



### Trampas con cebo para captura indirecta.



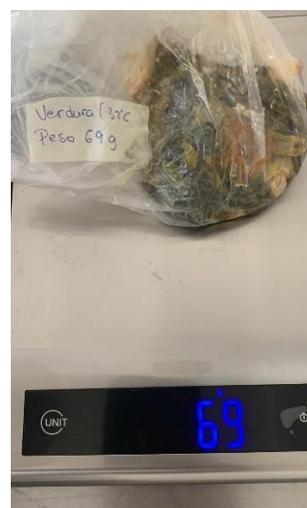
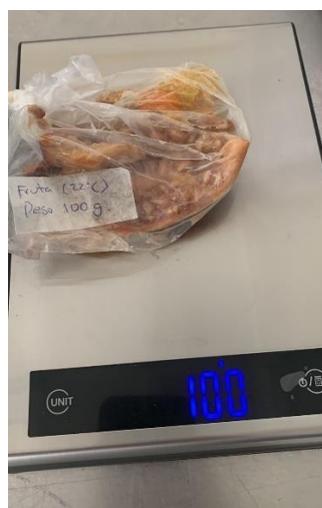
### Preparación de Criaderos.



## Almacenamiento de los Residuos Orgánicos Domiciliarios



## Pesaje de Residuos orgánicos Domiciliarios.



**Toma de mediciones con el termo-higrómetro.**



**Consumo de residuos de frutas por la “Periplaneta americana”.**



## Consumo de residuos de Verduras por la “Periplaneta americana”.



Muerte de “Periplanetas americanas” durante las 3 corridas.



**Criaderos colocados en la zona cubierta de la luz solar.**



**Nido donde habitan las 50 “Periplanetas americanas”.**



**Criaderos colocados en neveras para mantener la temperatura más baja.**



**Protector para evitar la luz solar.**



## ANEXO 2: FICHA TÉCNICA

### FICHA TÉCNICA

#### TERMOHIGROMETRO DIGITAL CON CABLE SENSOR

MARCA: BOECO

MODELO: SH-110

Este medidor de temperatura y humedad le permitirá comprobar el nivel de humedad y la temperatura rápidamente en todo un ambiente.

Además posee un sensor externo adicional para control de temperatura externa (cable de 2mt.) de lectura rápida. Ideal para control de cadena de frío.

Excelente opción para las boticas, farmacias, almacenes, control de vacunas, etc.

- Pantalla LCD
- Rango de Temperatura Interna:  $-10^{\circ}$   $+50^{\circ}\text{C}$  ( $+14$   $+122^{\circ}\text{F}$ ) Indoor
- Rango de Temperatura Externa:  $-50$   $+70^{\circ}\text{C}$  ( $-58$   $+158^{\circ}\text{F}$ ) Outdoor
- Periodo de medida de Temperatura y Humedad: 10 sec.
- Rango de Humedad: 20 % RH a 99% RH
- Precisión de temperatura entre  $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Precisión de Humedad entre  $\pm 5\%$  RH
- **Función de hora**
- Memoria de Máxima y Mínima Temperatura
- Función de  $^{\circ}\text{C}$  y  $^{\circ}\text{F}$
- Batería: 1.5V – AAA
- Cable sensor: 2 mt.
- Dimensiones de la pantalla LCD 80 x 64 mm
- Dimensiones del equipo: 96 x 110 x 20 mm
- Garantía: 12 meses
- Procedencia: China
- Peso: 160 gr.



Lectura de T° y %HR Interna



Lectura de T° Externa



## ANEXO 3: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Obregon Chavez Maria del Rosario  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinador SSO/IA - Taller Mecanico y Transporte  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Industrial  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha Técnica  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Arian Chavez Figue - Elianne Quispe Marca

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación:
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación:

Si
-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

95%
-----

Ilo, 13 de Mayo del 2023

Ing. CIP MARIA DEL ROSARIO OBREGON CHAVEZ  
 Registro 145211 - INDUSTRIAL  
 DNI: 43933335

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Huapaya Bustamante Linda Massiel  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Soldaduras Especiales Nino E.I.R.L.  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha técnica  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Chavez Tique Anon - Quispe Marca Elianne

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación:
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación:

Si
-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

95%
-----

 Linda M. Huapaya Bustamante  
INGENIERA AMBIENTAL  
CIP. N° 305001

Ilo, 13 de Mayo del 2023

DNI: 70200762

## INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN – FICHA TÉCNICA

Título: “Eficiencia de la especie “periplaneta americana” para la reducción de Residuos Orgánicos Domésticos”

Para la evaluación de reducción de residuos orgánicos de frutas y verduras en 5 días se utilizó las siguientes fichas:

DATOS		EVALUACIONES				Observaciones
		CRI - 01	CRI - 02	CRI - 03	CRI - 04	
Fecha	Día/Mes/Año					
	Hora					
Residuos Orgánicos Domésticos Frutas	Inicial					
	Final					
Residuos Orgánicos Domésticos Verdura	Cantidad Inicial (g)			-----	-----	
	Cantidad Final (g)			-----	-----	
Periplaneta Americana	Cantidad Inicial (g)	-----	-----			
	Cantidad Final (g)	-----	-----			
Temperatura	Cantidad Inicial (Unidad)					
	Cantidad final (Unidad)					
Humedad	(°C)					
	(%)					

  
 Lidia M. Higuera Bustamante  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 CIP. N° 305001

  
 Ing. CP. MARIA DEL ROSARIO ORAZON CANIZ  
 Registro 145211 - INDUSTRIAL

## ANEXO 4: FICHA TÉCNICA ITEM N° 55



### FICHA TÉCNICA

#### ITEM No. 55 "GRAMERA DE 500 GR"

FOTO GUIA O ILUSTRACION



Imágenes solo como referencia

CODIGO CLASIFICADOR DE BIENES	IDENTIFICACION ADICIONAL REQUERIDA	UNIDAD DE MEDIDA	CALIDAD MINIMA	ESPECIFICACIONES TECNICAS MINIMAS
41111500 y los demás que se indican en el estudio previo.	Gramera exactitud ordinaria con calibración interna, verificable.	UND	Calidad y características iguales o superiores a las descritas	Ver numerales uno (1), dos (2), tres (3) y, cuatro (4).

#### 1. ESPECIFICACIONES GENERALES

DIMENSIONES (Alto x Ancho x Largo)	Desde 90x250x 150 mm hasta 120x460X460 mm
PESO	Desde 1 Kg hasta 3 Kg
CORRIENTE	110 V

#### 2. CARACTERISTICAS GENERALES

tiene un plato de pesado redondo o cuadrangular. Ambos platos de pesado han sido fabricados en acero inoxidable AISI 304 y pueden ser utilizados para todo tipo de tareas de laboratorio, producción, investigación.

La alimentación de energía requiere 110V por medio de un adaptador de red de 12V.

Los rangos de pesado máximo de las balanzas analíticas ordinarias son: De 500 g con una capacidad de lectura de balanza de 0,001 g.

Tara en todos los rangos para realizar varias veces

Memoria para mínimo 99 valores

Calibración externa

Alimentación por baterías recargables y adaptador a 110V

Certificación de calibración

#### 3. ESPECIFICACIONES TECNICAS MINIMAS

Rango de Taraje:	Desde 0 a 500 gr.
Tiempo de respuesta:	Máximo 3 segundos.
Unidades de medida:	Kg, lb, oz, HL
Funciones:	Función HOLD, indicador sobrecargas

Av. Eldorado No. 66 – 63  
PBX: 324 10 00 Fax: 315 34 48  
Código postal: 111321  
[www.educacionbogota.edu.co](http://www.educacionbogota.edu.co)  
Información: Línea 195





<b>Pantalla:</b>	LCD con dígitos desde 35mm altura, iluminación de fondo
<b>Calibración:</b>	Automatica (peso externo)
<b>Temperatura operativa:</b>	Desde 0... + 40°C
<b>Carcasa:</b>	Plastica en ABS
<b>Plato de pesado:</b>	Acero inoxidable AISI 304 removible
<b>Teclas de funcionamiento:</b>	Táctil
<b>Pata de nivelación:</b>	Si

#### 4. ACCESORIOS INCLUIDOS

Cargador de baterías
Baterías recargables

Av. Eldorado No. 66 – 63  
PBX: 324 10 00 Fax: 315 34 48  
Código postal: 111321  
[www.educacionbogota.edu.co](http://www.educacionbogota.edu.co)  
Información: Línea 195



## ANEXO 5: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 051



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

N° DE CERTIFICADO

MT - 3468 - 2022

DIRECCIÓN : GRUPO 01 MZA. C LOTE. 12 SEC. 08 LIMA - LIMA -  
VILLA EL SALVADOR

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**

Marca : E-ACCURA  
Modelo : No indica  
N° de Serie : A12409551  
Capacidad Máxima : 3 kg  
Capacidad Mínima : 1 kg  
División de Escala (d) : 0,05 kg  
División de Verificación (e) : 0,05 kg  
Clase de Exactitud : III  
Procedencia : No Indica  
Identificación : BD-001  
 $\Delta T$  del Local : 10 °C (\*)  
Tipo : Electrónica Digital  
Ubicación : Almacén De Alimentos

**FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Fecha de calibración : 2022-11-04  
Fecha de emisión : 2022-11-06  
Lugar de calibración : Instalaciones de SERVICIOS E  
INVERSIONES PATZY S.R.L.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

**REVISADO:**

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que

realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Gamarra Rodríguez Dennis  
Gerente Técnico

PGC-16-r01/Octubre 2021/Rev.04

[www.metrindust.com.pe](http://www.metrindust.com.pe)

[informes@metrindust.com.pe](mailto:informes@metrindust.com.pe)

Calle Los Jazmines Mz. G Lt. 13  
El Agustino, Lima.

915972598 | 917607794  
998699562 | 925033922 | 945111762

Página : 1 de 3



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de METRINDUST	Juego de Pesas 1 mg a 100 mg Clase de Exactitud M2	MT - 4857 - 2021 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST	Pesa 1 kg Clase de Exactitud M2	MT - 4856 - 2021 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST	Pesa 1,75 kg Clase de Exactitud M2	MT - 4630 - 2021 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST	Juego de Pesas 2,25 kg Clase de Exactitud M2	MT - 0333 - 2022 Noviembre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST	Juego de Pesas 3 kg Clase de Exactitud M2	MT - 0334 - 2022 Noviembre 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,4 °C	24,6 °C
Humedad Relativa	48 %	49 %

Medición N°	Carga (gr)	I (gr)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (gr)	I (gr)	ΔL (mg)	E (mg)
1	150,00	150,00	25	0	1	300,01	300,00	25	-10
2		150,00	30	-5	2		300,00	20	-5
3		150,00	25	0	3		300,00	25	-10
4		150,00	25	0	4		300,00	25	-10
5		150,00	25	0	5		300,00	20	-5
6		150,00	30	-5	6		300,00	25	-10
7		150,00	25	0	7		300,00	20	-5
8		150,00	25	0	8		300,00	25	-10
9		150,00	30	-5	9		300,00	25	-10
10		150,00	25	0	10		300,00	20	-5
Emax - Emin   ( mg )				5	Emax - Emin   ( mg )				5
e.m.p. ± ( mg )				150	e.m.p. ± ( mg )				150

