



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Capacidad Biodegradable de las Especies *Tenebrio molitor* y
Galleria mellonella, en la Contaminación por Poliestireno y PEBD,
Vítor, Arequipa, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Guillén Almonte, Tatiana Yosseline (ORCID: 0000-0002-2891-0706)

Paredes Gamarra, Rocío Milagros (ORCID: 0000-0003-2859-6101)

ASESOR:

Dr. Túllume Chavesta, Milton César (ORCID:0000-0002-0432-2459)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

La presente Tesis está dedicada especialmente a mi maravillosa madre Aldy quien, con todo el amor del mundo, me inculcó valores que me servirán toda la vida, además de sus buenos consejos, paciencia, su constante e incondicional apoyo y aliento, me han permitido cumplir un logro más en mi carrera profesional. A mi abuelita Carmen por siempre entregarme su amor incondicional. Siempre serán las personas más importantes en mi vida y que sin ellas no hubiera podido llegar a este momento.

Llena de alegría y emoción dedico esta Tesis a mi amado Dios y a la Virgen por darme la sabiduría y los conocimientos necesarios para desarrollar esta investigación, a mis adorados padres Isabel y Enrique, por educarme con grandes valores e integridad y por impulsarme a ser grande, a mis hermanos Henry, John por sus buenos consejos, a mis sobrinos queridos y a mi engreída Brielle Ángeles.

Asimismo, dedico esta tesis a mis ángeles: mi hermanito Wilber, mi hermana, amiga mujer Kristel, mi hermanito Roger, mi tía Lutita, mi tío Julito y a mi querido tío Víctor; quienes en vida siempre creyeron en mí y me incitaron a nunca rendirme, que hoy gozan de la gracia de nuestro amado Dios.

Paredes Gamarra, Rocío Milagros.

Agradecimiento

Primero agradecer a Dios y la Virgen que siempre me protegen y guían mis pasos. A mi madre Aldy y mi padre Fernando por siempre impulsarme a seguir adelante, a mi hermano André por darme fuerzas en los momentos más difíciles, agradecerles el constante soporte de todas las decisiones que tomé para llegar hasta aquí.

A mis Tíos Lucho e Ivon por siempre brindarme su cariño y apoyo durante toda mi vida, a Mary, Paul, Johnny, a la familia de Rocío la Tía Sara y a su Mami Isabel que nos alentaron, apoyaron, gracias a todos los que estuvieron involucrados en todo el proceso. A mi mejor amiga Rocío por ser incondicional y estar conmigo a través de todas las adversidades.

Finalmente agradecer a nuestros expertos por su apoyo brindado. Y en especial al Dr. Milton César Túllume Chavesta por sus sabias palabras y consejos durante todo el proceso.

Guillén Almonte, Tatiana Yosseline.

Principalmente agradezco a Dios y la Virgen por cuidarme, protegerme, bendecirme, pero sobre todo por iluminar y encaminarme hacia el éxito de esta investigación. A mis bendecidos padres por ser mi sostén y la motivación de seguir adelante, a mi tía Sara y amigo Johnny por todo el apoyo brindado, a mis mejores amigos Paul y Tatiana por ser incondicionales y alentarme en todo momento para poder lograr mis propósitos.

De manera muy especial agradezco el asesoramiento profesional del Dr. Milton Túllume Chavesta, quien nos motivó, orientó y aconsejó sabiamente para culminar esta investigación, del mismo modo agradezco a los expertos que tuvieron la disposición para apoyarnos con la validación de los instrumentos y a todos los profesionales que intervinieron en el proceso.

Pero principalmente quiero agradecerme por ser perseverante e intrépida y por no dejarme abatir pese a que las circunstancias no fueron las mejores, agradecerme por las noches de desvelo que hoy son el fruto de ascender un escalón más en mi vida profesional.

Paredes Gamarra, Rocío Milagros.

Índice de contenidos

| | |
|---|-----|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| III. METODOLOGÍA..... | 14 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 14 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 14 |
| 3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis..... | 14 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 16 |
| 3.5. Procedimientos..... | 18 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 20 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 20 |
| IV. RESULTADOS..... | 21 |
| V. DISCUSIÓN..... | 40 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 43 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 45 |
| REFERENCIAS..... | 47 |
| ANEXOS..... | 54 |

Índice de tablas

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 1. | Características del PEBD..... | 10 |
| Tabla 2. | Clasificación Taxonómica <i>Galleria mellonella</i> | 11 |
| Tabla 3. | Clasificación Taxonómica <i>Tenebrio molitor</i> | 12 |
| Tabla 4. | Características de la Muestra..... | 15 |
| Tabla 5. | Descripción de los Instrumentos de Recolección de Datos.. | 17 |
| Tabla 6. | Validadores de Instrumentos..... | 17 |
| Tabla 7. | Rango de Confiabilidad de Cronbach..... | 17 |
| Tabla 8. | Resultados de la Confiabilidad “Coeficiente Alfa de Cronbach”..... | 18 |
| Tabla 9. | PRUEBA DE NORMALIDAD..... | 21 |
| Tabla 10. | Capacidad de biodegradación <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> | 22 |
| Tabla 11. | Peso Consumo de <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> con Poliestireno y Polietileno..... | 23 |
| Tabla 12. | Deceso de especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> . | 23 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ciclo Biológico de Galleria mellonella..... | 11 |
| Figura 2. Ciclo Biológico de Tenebrio molitor..... | 12 |
| Figura 3. Proceso de la Investigación..... | 18 |
| Figura 4. Galleria mellonella – 200 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Temperatura Promedio..... | 24 |
| Figura 5. Galleria mellonella – 300 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Temperatura Promedio..... | 25 |
| Figura 6. Galleria mellonella – 200 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Humedad Promedio..... | 26 |
| Figura 7. Galleria mellonella – 300 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Humedad Promedio | 27 |
| Figura 8. Tenebrio molitor – 200 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Temperatura Promedio..... | 28 |
| Figura 9. Tenebrio molitor – 300 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Temperatura Promedio..... | 29 |
| Figura 10. Tenebrio molitor – 200 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Humedad Promedio | 30 |
| Figura 11. Tenebrio molitor – 300 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Humedad Promedio..... | 31 |
| Figura 12. Galleria mellonella – 200 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Temperatura Promedio..... | 32 |
| Figura 13. Galleria mellonella – 300 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Temperatura Promedio..... | 33 |
| Figura 14. Galleria mellonella – 200 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Humedad Promedio | 34 |
| Figura 15. Galleria mellonella – 300 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Humedad Promedio | 35 |
| Figura 16. Tenebrio molitor – 200 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Temperatura Promedio..... | 36 |
| Figura 17. Tenebrio molitor – 300 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Temperatura Promedio..... | 37 |
| Figura 18. Tenebrio molitor – 200 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Humedad Promedio | 38 |
| Figura 19. Tenebrio molitor – 300 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Humedad Promedio | 39 |

Resumen

En los últimos años la contaminación por residuos plásticos se ha acrecentado enormemente debido a que son accesibles por su bajo precio, como consecuencia de ello, un claro ejemplo es la isla de plástico ubicada entre Hawái y California con 80 mil toneladas acumuladas, los intentos por erradicar los residuos plásticos no son suficientes, es por ello que la presente investigación busca determinar si la capacidad biodegradable de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* posibilita la reducción de la biodegradación por la contaminación de poliestireno y polietileno. Es de diseño experimental, con una población de 200 y 300 individuos de las dos especies y una dieta entre 10 – 65gr. de poliestireno y polietileno para cada especie, en un periodo de tiempo entre 8 - 32 horas. También se consideró la toma de las condiciones termohigrométricas para cada especie. Del mismo modo, se controló los pesos de ingreso y salida en cada prueba. Los resultados arrojaron que, *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* posibilitan la biodegradación del poliestireno y polietileno. Además, se concluye que la *Galleria mellonella* tuvo un consumo más elevado que el *Tenebrio molitor*. Por lo tanto, podemos afirmar que la especie *Galleria mellonella* tiene mayor capacidad de biodegradación.

Palabras Clave: Biodegradación, poliestireno, polietileno, *Tenebrio molitor*, *Galleria mellonella*.

Abstract

In recent years, plastic waste pollution has increased enormously because they are accessible due to their low price, as a result, a clear example is the plastic island located between Hawaii and California with 80 thousand tons accumulated, attempts to eradicate plastic waste are not enough, which is why this research seeks to determine whether the biodegradable capacity of the species *Tenebrio molitor* and *Galleria mellonella* enables the reduction of biodegradation by polystyrene and polyethylene pollution. It is of experimental design, with a population of 200 and 300 individuals of the two species and a diet between 10 - 65gr. of polystyrene and polyethylene for each species, in a period of time between 8 - 32 hours. The thermohygro-metric conditions for each species were also taken into account. In the same way, the inlet and outlet weights were controlled in each test. The results showed that *Tenebrio molitor* and *Galleria mellonella* enable the biodegradation of polystyrene and polyethylene. In addition, it is concluded that *Galleria mellonella* had a higher consumption than *Tenebrio molitor*. Therefore, we can affirm that the *Galleria mellonella* species has a higher biodegradation capacity.

Keywords: Biodegradation, polystyrene, polyethylene, polyethylene, *Tenebrio molitor*, *Galleria mellonella*.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo la contaminación se convirtió en un problema que se viene arrastrando año tras año y más aun con la situación que estamos atravesando, lo que nos llevó a un incremento significativo en el uso de materiales plásticos; causando un desafío ambiental determinante para nuestro tiempo. El 42% del plástico en uso, es destinado al empaquetado de alimentos y productos manufacturados (National Geographic, 2021). En ese mismo contexto, cinco billones de bolsas plásticas son utilizadas alrededor del mundo cada año, en promedio cada minuto son empleadas unos diez millones de bolsas (Minam, 2018). Siendo uno de los problemas más graves de contaminación, el uso masivo de bolsas en nuestra vida cotidiana. La producción global de plástico será duplicada en los siguientes 10 a 15 años. Si queremos evitar el peor de los escenarios es exigible un replanteamiento completo de la forma en la que producimos, usamos y tratamos el plástico (Fundación Aquae, 2021).

Los residuos plásticos en el 2016 fueron de 300 millones de t. aproximadamente, lo que llevó a contaminar ríos, lagos y océanos (Toledo, 2016). La contaminación por los desechos plásticos se ha venido incrementando, el Programa de la ONU, reporta que cada año llegan a los océanos ocho millones de t. de residuos plásticos aproximadamente, afectando la vida marina y la cadena alimenticia humana (ONU, 2017).

Según Greenpeace (2016), la generación de plásticos a nivel mundial ha incrementado los últimos 50 años, en particular en las últimas décadas. En el 2002 la cifra era de 204 millones de toneladas, para el 2013 la cifra se incrementó en un 50%: a 299 millones de t. Se proyecta que para el 2020 aumentarán los 500 millones de t. en el año, suponiendo un incremento de 900%, mucho más alto que los niveles de 1980. Además, se sabe estadísticamente que China viene a ser el mayor generador de plásticos, le sigue Europa, Norte América y Asia (excluyendo China). Dentro de Europa, más de 2/3 de la demanda de plásticos se concentran en cinco países: Alemania (24,9%), Italia (14,3%), Francia (9,6%), Reino Unido (7,7%) y España (7,4%) (p. 4).

Según Lebreton y Andrady (2019) en sus proyecciones, mostraron que gran parte de los residuos plásticos urbanos (91%) se trasladaban a través de cuencas hidrográficas de más de 100 km², lo que indica, que los ríos son los principales

medios de llegada de los residuos plásticos al océano. Además, el crecimiento de los residuos plásticos podría disminuir si en global se realizara una reducción de los plásticos en los residuos sólidos urbanos. En el mismo año, la producción de plásticos llegó a 368 millones de toneladas, 2,5% más que el año anterior (9 millones de toneladas). Dentro de esta cantidad quien más predomina es: Asia 51% (incluyendo a China 31% y Japón 3%), Europa 16%, Oriente Medio y África 7%, América Latina 4% (Plastics Europe, 2020, p. 16-17).

En América Latina y el Caribe, según la ONU Medio Ambiente, por día se generan 541.000 t. de residuos urbanos, lo que representa el 10% de basura mundial. La proyección es que esta cifra siga en aumento y que para el 2050 se alcance las 671.000 toneladas por día de desechos urbanos, representando un incremento del 25%; si bien la cobertura de recolección mejoró en los últimos años, aún existe 145.000 toneladas por día que son echadas a basurales de cielo abierto que no pasan por ningún tipo de reciclaje, de los cuales 17.000 toneladas por día corresponden a desechos plásticos (ONU, 2018).

En promedio en Perú, cada ciudadano utiliza al año unos 30 kilos de plástico y alrededor de 3 000 millones de bolsas plásticas (polietileno), aproximadamente 6000 bolsas por min. (MINAM, 2018). En la misma situación se encuentra el poliestireno expandido (EPS) o Tecnopor comúnmente llamado, que es un derivado del petróleo. Para fabricarlo, el poliestireno es inyectado de aire, por eso es muy ligero, económico, en cambio su reciclaje es poco rentable, difícil, y muy costoso ya que tiene un mínimo de recuperación de material (alrededor del 75% es aire). Generando un problema agregado ya que la cantidad de poliestireno generada excede el espacio en los rellenos sanitarios, más aún, que en el Perú sólo tenemos 12 rellenos, de los 200 que el país necesita; por ende, el mayor porcentaje de desechos termina en botaderos, avenidas, bordes de los ríos y por último en el mar, llegando a fragmentarse y ser alimento de animales, causando su muerte o ingresando directamente a nuestros hogares: en los alimentos marinos que consumimos (Delgado, 2018).

La Autoridad Regional de Medio Ambiente de Arequipa (2018), refiere que cada semana se desechan unos 2 millones de bolsas plásticas, lo que conlleva a una alarmante preocupación regional en esa ciudad. Además, en un informe del Ministerio del Ambiente (2015), indicó que la ciudad de Arequipa consumía y

producía unas 52 t. de plástico en sus actividades domésticas y comerciales. De igual manera Fuentes Gina (2018), indico que los distritos con mayor influencia son Hunter, Cerro Colorado, José Luis Bustamante y Rivero, Paucarpata y Alto Selva Alegre. Además, la Gerencia Regional de Salud (2018), señaló que la ciudad consumió entre 2 a 3 toneladas de plásticos desechables.

De acuerdo a la problemática coyuntural es que se plantea el **problema general**: ¿Cómo la capacidad biodegradable de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, posibilita la reducción de la contaminación por poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021? y como **problemas específicos**: ¿El peso consumo de la especie *Galleria mellonella* es mayor al peso consumo del *Tenebrio molitor*, afectando la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021?; ¿De qué manera el deceso de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021?; ¿Las condiciones termohigrométricas de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, afectan en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021?

Esta investigación tiene la finalidad de determinar la capacidad de biodegradación de productos como: poliestireno y polietileno (PEBD); así mismo, busca generar una reducción en la contaminación en el ambiente; la **justificación de manera teórica**: Permite conocer en mejor medida la capacidad que tienen las especies para biodegradar el poliestireno (TECNOPOR) y polietileno de baja densidad (PEBD), debido a que esta alternativa nos ayudará a combatir y reducir la contaminación de los residuos antes mencionados. Toledo (2018): Nos comenta que la larva *Galleria mellonella*, a través de su alimentación con residuos plásticos, esta larva puede biodegradar el polietileno. **Justificación práctica**: Al respecto en reducir la contaminación generada por el uso excesivo de poliestireno y polietileno de baja densidad y la utilidad del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) y el gusano de cera (*Galleria mellonella*), tienen la habilidad de biodegradar estos plásticos, y sin necesidad de utilizar productos adicionales que afectan al ambiente. **Justificación social**: Con el resultado de este presente estudio se está contribuyendo a la salud de la población, a la fauna silvestre, por la reducción de los desechos de poliestireno (TECNOPOR) y polietileno de baja densidad (PEBD).

Justifica metodológicamente: Establece con datos concretos la especie más idónea para reducir la contaminación y mejorar la capacidad de biodegradación del poliestireno (TECNOPOR) y polietileno de baja densidad (PEBD), así como la capacidad de supervivencia y Condiciones termohigrométricas de cada especie.

Del mismo modo, se tiene como **objetivo general:** Establecer si la capacidad de biodegradación de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, posibilita la reducción de la contaminación por poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021. Además, se tiene como **objetivos específicos** los siguientes: Determinar si el peso consumo de la especie *Galleria mellonella* es mayor al peso consumo del *Tenebrio molitor*, afectando la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021. Estimar si el deceso de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021. Evaluar si las condiciones termohigrométricas de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, afectan en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021.

Al finalizar formulamos la **hipótesis General:** La capacidad de biodegradación de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, posibilita la reducción de la contaminación por poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021 y sus **hipótesis específicas:** El peso consumo de la *Galleria mellonella* es mayor al peso consumo del *Tenebrio molitor*, afectando la reducción en la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021. El deceso de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021. Las condiciones termohigrométricas de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, afectan en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Se detalla los antecedentes de investigaciones, estudios y artículos a nivel nacional e internacional y que tiene similitud con la investigación actual. Como Antecedentes Nacionales tenemos a: Daviran (2017). Este estudio tuvo como objetivo general evaluar de qué manera la biodegradación de la espuma de poliestireno por la larva de *Tenebrio molitor* favorece la productividad de abono. La muestra tomada fue de 10 bloques de espuma de densidad 10 y 10 bloques de 40, las mismas que fueron puestas a biodegradación y a análisis de laboratorio. Emplearon la ficha de observación experimental como instrumento de recolección de datos. El diseño fue experimental. Los resultados obtenidos para D10 en consumo, excreta y biomasa en 4 días fueron de 0,0416g, 0,0307g. y 0,0848 g, D40: 0,1460g., 0,1635 g, 0,3529 g. Para 8 días las eficiencias fueron de 12,20% de consumo con EPS D10, 2,60% en excreta con EPS D40 y una disminución de biomasa de 2,84% con EPS D10 por 4 días. Los parámetros finales de nutrientes de Nitrógeno, fósforo extractable y potasio disponible son: EPS D10 de: 3,92%; 0,27%; 0,78% y 1,18%; 0,3% y 0,69% para el EPS D40 respectivamente.

Siesquen, Trujillo (2019). Dicho estudio tuvo como objetivo evidenciar la capacidad del gusano de cera (*Gallería mellonella*), para biodegradar los contenedores de poliestireno expandido (Tecnopor). La muestra utilizada fue de 41g de masa de contenedores de Tecnopor, divididas en 12 sub muestras consiguiendo una masa de 3.4166 g para cada uno. El instrumento empleado para este estudio fue una ficha de recolección de datos, se consideró la fecha, hora, peso inicial y final del Tecnopor. El diseño fue experimental. Los resultados indicaron que no existe significancia entre las masas (Fanova = 3.323, gl = 2, p = 0.231), sin embargo, los tiempos si influyen en la biodegradación (Fanova = 40,49, gl = 2, p = 0.024). La diferencia entre las 24 y 72 horas fue de 0,125 gr, indicando una reducción considerable de Tecnopor respecto al tiempo. Entre 48 y 72 horas fue idónea para reducir relativamente el Tecnopor, admitiendo la hipótesis alterna (p = 0.061).

Velasco (2017). Dicho estudio tuvo como objetivo general determinar la medida de biodegradación del Polietileno de baja densidad mediante el uso del lepidóptero *Gallería mellonella* en el 2017. La muestra tomada fue de 20 bolsas

plásticas (Polietileno de baja densidad). El instrumento fue el registro de biodegradación de las bolsas, para poder observar el peso de la biodegradación considerándose la hora, y el peso de plástico. El diseño fue experimental. Los resultados indicaron que el tamaño idóneo del lepidóptero es de 20mm a 27mm debido a que puede movilizarse mejor y obtener una mejor biodegradación de las bolsas plásticas además su mordedura es más fuerte, y haciendo que su consumo sea mayor, en comparación con un lepidóptero del tamaño de 0,6 o 0,7 mm no tiene mandíbulas tan grandes y su recorrido es corto, tardando en degradar 4 días un pequeño agujero en la bolsa plástica, la diferencia es significativa en comparación con los lepidópteros de mayor tamaño que logran hacerlo en 12 horas teniendo mejores resultados en relación a la biodegradación.

Albarracin (2020). El presente estudio tuvo como objetivo general evaluar las Condiciones termohigrométricas y ambientales de *Tenebrio molitor* que influye en la biodegradación de poliestireno. La muestra fue no probabilística, técnica de muestreo basadas en un juicio subjetivo del investigador, en lugar de hacer la selección al azar. El diseño fue experimental. El resultado obtenido fue que el consumo en diferentes % de sustrato fue más competente en el tratamiento que tuvo una proporción de 15% a diferencia de los de 8% y 3%. El proceso de biodegradación se ve afectado a temperaturas mayores a 28°C, disminuyendo el consumo de poliestireno y a temperaturas menores de 11°C a 20°C el consumo de poliestireno es ideal.

Huaranca (2021). El objetivo de este estudio fue determinar la eficiencia de larva del *Tenebrio molitor Linnaeus* en la biodegradación del poliestireno como su consumo. La muestra para poliestireno extruido y expandido fue 27.872 g y 26.984 g, con 800 larvas jóvenes del *T. Molitor*, entre 1 - 1.5 cm. Los instrumentos utilizados fueron las fichas de recolección de datos. El diseño fue experimental. Los resultados indicaron que las larvas de *T. Molitor* que fueron alimentadas al poliestireno expandido consumieron 0.226 g en promedio, con una eficiencia de 3.4%, 9.2% más de masa larvario, con una producción de fécula de 0.346 g, y con una tasa de supervivencia de 88.3%, por otro lado las larvas expuestas al P. extruido, consumieron 0.128 g., con una eficiencia de

1.8%, con una reducción de 1.0% de masa larvario, con una producción de 0.231 g de fécula, y con una tasa de supervivencia de 89.5%.

Como Antecedentes Internacionales tenemos a: Rodrigues, De Castro, Minoru & Bernardino (2018). Tienen como objetivo analizar, controlar y medir la biodegradación de las bolsas de plástico compuesto de HDPE, mediante larva y polilla de *Galleria mellonella*. utilizaron 4 contenedores sellados con película de plástico y con mínima abertura. El primero tuvo 2 polillas en estado adulto con polietileno (5cm x 5 cm), en el segundo contenedor se introdujo 2 polillas dentro de una bolsa cerrada, en el tercero colocaron una larva dentro de una bolsa y por último el cuarto contenedor se colocó una larva junto a una bolsa (5cm x 5 cm) durante 28 días, con un intervalo de 7 día para realizar el pesaje. A la segunda semana hubo mortalidad de las especies y solo 2 larvas sobrevivieron, por lo que optaron por utilizar miel para alimentarlas. Destacando que en la primera semana el peso Total del plástico fue de 6,2575 g, mientras que en la cuarta semana fue de 6,2354 g. Como resultado se comprobó que los individuos de *Galleria mellonella* en fase larvaria consumían más plástico que los individuos adultos, degradando un 12,5% más que los individuos en fase adulta, puesto que, se obtuvo 0.0219 g de polietileno consumido en todo el proceso.

Márquez (2019). Buscó evaluar la capacidad de biodegradación de la polilla de cera, además de la supervivencia y crecimiento. Por ello realizó cinco tratamientos con alimentación diferente: Cera y levadura (C), Polietileno (P), Poliuretano (Po), C + P y C+ Po, cada tratamiento tuvo 60 larvas (10-15mm) y cuadrados de 2 cm de lado para polietileno y poliuretano (calibre 0.90) con una recolección de datos cada 7 días y hasta 34 días, el experimento se realizó en una cámara ambiental. Finalmente, se pudo observar que en la primera y segunda semana las larvas que fueron alimentadas con cera presentaron un mayor consumo de materiales plásticos, del mismo modo, se pudo observar un mayor crecimiento en su masa corporal, mientras que en las larvas que no fueron alimentadas con cera disminuyeron significativamente su masa corporal.

López (2020). Tiene como objetivo determinar la supervivencia de larvas de los coleópteros: *Tenebrio molitor* y *Dermestes sp.*, con una dieta basada en polietileno y poliestireno. Se realizó: un ensayo y dos réplicas de 10 días cada

uno. Realizaron dos tratamientos (polietileno y poliestireno) y un control. Utilizaron 40 larvas y se colocaron individualmente en recipientes plásticos. Como resultado el tratamiento de control tuvo alta escala de supervivencia. Además, *Tenebrio molitor* y *Dermestes sp.* tienen mayor supervivencia con poliestireno, y tienen la capacidad de biodegradar, pero *Tenebrio molitor* es más eficiente para biodegradar poliestireno. Mientras que, para polietileno, ninguna de las dos especies tuvo capacidad de biodegradación.

Cardozo (2020). El objetivo de su trabajo de investigación fue evaluar la capacidad de consumo y biodegradación del poliestireno expandido por larvas de *Tenebrio molitor* en condiciones de laboratorio. Su diseño fue experimental y se realizaron 4 tratamientos (T1-10, T2-20, T3-30 y T4-40 larvas entre 14-20mm), cada uno con 5 réplicas y 500 mg de poliestireno. Para cuantificar la biodegradación pesaron la excreta de las larvas en cada tratamiento cada 7 días por 6 meses. Como resultado: el T3 con 30 larvas obtuvo mayor consumo de poliestireno expandido en el primer y segundo mes.

Jiang, Su, Zhao & Wang (2021). Pretenden encontrar organismos eficaces de degradación de poliestireno comparar la diferencia de degradación entre las 3 especies, además de determinar sus capacidades de alimentación y sus tasas de supervivencia. Las larvas de cada especie se dividieron en 2 grupos (200 larvas por grupo). Cada grupo se crió en un recipiente de plástico de polipropileno, y el grupo tratado se alimentó con bloques de espuma de poliestireno (3,0 g por grupo) como única dieta. Como control, las larvas de *Galleria mellonella* se criaron con cera de abeja (3,0 g) y las de *Tenebrio molitor* y *Zophobas atratus* (3,0 g) cada uno. Cada 5 días se realizó la medición de supervivencia y pérdida de masa de plástico y finalizó el día 30. Los resultados muestran que *Zophobas atratus* tiene mayor capacidad de consumo de masa de poliestireno, así mismo, una tasa de supervivencia mayor a las otras 2 especies.

Daviran (2017), cita a ANAPE, sf., párr.2 quien define al poliestireno como:

“Un material plástico celular y firme generado a partir de perlas ya expandidas de poliestireno expandible o copolímeros, con una estructura celular cerrada y llenadas de aire”. (pág.31)

Así mismo, Albarracin (2020), cita a López (2013), quien define al poliestireno como:

“Un elemento termoplástico, es maleable al calor existen diferentes tipos de poliestireno el Telgopor y el poliestireno de cristal. Su creación data de la década de los años 30 en Alemania y actualmente es uno de los plásticos más utilizados en el mundo, produciéndose millones de toneladas por ser utilizado en envases térmicos y el embalaje de artículos”. (pág.23)

Siesquen y Trujillo (2019), citan a Newell (2010), quien indica:

“El poliestireno, tiene como fórmula: $(C_8H_8)_n$, es obtenido del hidrocarburo (petróleo o gas natural), su elaboración y estructura es de estireno y aire respectivamente, conserva la temperatura, reconocida desde 1930, procedente del benceno que procede de la destilación del petróleo, de gran demanda en el mercado por su precio rentable, es rígido, excelente aislador térmico, su uso es muy constante, como por ejemplo en productos de envases descartables en restaurantes que expenden comidas”. (pág. 5)

Espejo (2019), citan a Vieyra (2009), quien indica:

“El polietileno es químicamente el polímero más simple y popular del mundo por ser un material versátil y tener estructura muy simple, la más simple de todos los polímeros comerciales y se presenta con su unidad repetitiva $(CH_2-CH_2)_n$, una molécula de polietileno es una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrogeno unidos a cada átomo de carbono. El Polietileno de baja densidad tienen características diferentes; alto nivel de ramificaciones, no tóxicos, flexible, liviano, transparente, inerte al contenido impermeable, poca estabilidad dimensional, pero de fácil procesamiento y bajo costo y sus aplicaciones son bolsa de todo tipo, bolsa transparente sin cierre, envasado de alimentos y productos industriales, película delgada, base para pañales desechables contenedores herméticos domésticos, tubo y pomos y tubería para riego”. (pág.14)

Velasco (2017), cita a Empresa Markina (2012), que indica:

“El polietileno de baja densidad LDPE, es un tipo de plástico utilizado como bolsas de un solo uso, embalajes, lonas de terrenos y edificios, los acorchamientos agrícolas, los contenedores de residuos, las tuberías, etc.

Esto es por su gran resistencia a la electricidad, y se utiliza para aislar cables, como pueden ser los de las antenas”.

Tabla 1. Características del PEBD

| CARACTERÍSTICAS DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD |
|---|
| Alta resistencia |
| Resistencia térmica |
| Resistencia química |
| Tiene una mayor flexibilidad |

Fuente: Velasco (2017), cita a Empresa Markina (2012).

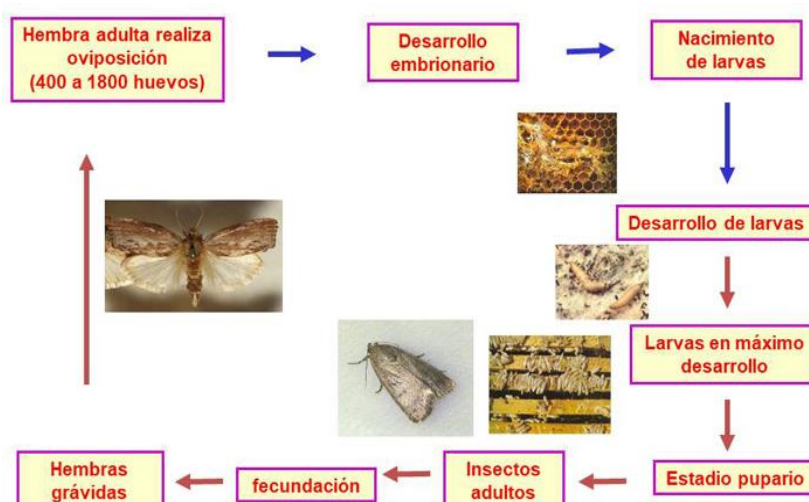
De igual manera Velasco (2017), cita a Mariano (2011), quien refiere que:

“El polietileno de baja densidad es posiblemente el polímero más popular del mundo. De este polímero se hacen las bolsas de almacén, frascos de champú, juguetes para niños, e inclusive chalecos antibalas, debido a que es un material tan variable tiene una estructura muy simple, la más simple de todos los polímeros comerciales”. (pág. 8)

Según Bombelli, J. Howe y Bertocchini (2017), la biodegradación de PE se sujeta a la acción de los microorganismos en el intestino de la larva, dado que, durante todo su crecimiento se alimentan de cera de abeja que está compuesta de una variedad de compuestos lipídicos, que termina produciendo etilenglicol. Concluyendo que, al parecer en el enlace CH₂-CH₂ de estos compuestos alifáticos llega a ser uno de los motivos de la digestión.

Galleria mellonella o comúnmente llamada gusano de cera es un insecto lepidóptero. Para el desarrollo de estos insectos, la temperatura y la humedad son muy importantes, para que el huevo de *G. mellonella* llegue a eclosionar la temperatura ideal es de 30-32°C y toma alrededor de 8 a 10 días. Además, toma 30 días adicionales en formar la cápsula de pupa hasta llegar a su etapa de adulto (más 12 días) (Fundación Amigos de las Abejas, 2019).

Figura 1. Ciclo Biológico de *Galleria mellonella*



Fuente: Fundación Amigos de las Abejas (2019).

Según Rodríguez (2015), las larvas de *Galleria mellonella* que recién salen del huevo miden 1.2mm aproximadamente, con coloración blanquecina y algo translúcidas, además de ser muy activas y en estado adulto pueden llegar a medir hasta 27mm y van cambiando a un color más oscuro. También, da a conocer que, su estado en larva se prolonga si está a bajas temperaturas, esto coincide con Marquina-Bazán & Carbajal de Wilson (2017), que sus resultados mostraron que a una temperatura ambiente de 21°C el desarrollo de vida de *Galleria mellonella* L. tiene una mayor duración.

Según Siesquen y Trujillo (2019), la Taxonomía de la *Galleria mellonella* es:

Tabla 2. Clasificación Taxonómica *Galleria mellonella*

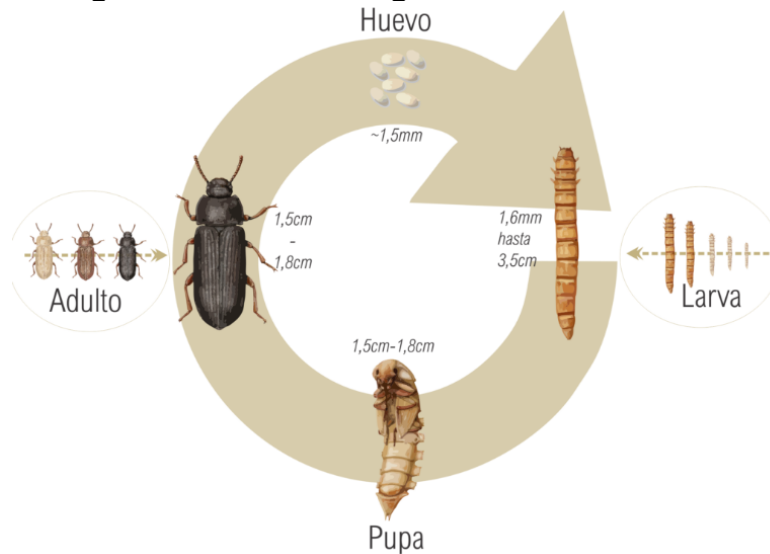
| TAXONOMIA | |
|--------------|-------------------|
| REINO | Animalia |
| FILO | Arthropoda |
| CLASE | Insecto |
| ORDEN | Lepidóptera |
| SUBORDEN | Glossata |
| DIVISIÓN | Ditrysia |
| SUPERFAMILIA | Pyraloidea |
| FAMILIA | Pyralidae |
| GÉNERO | Galleria |
| ESPECIE | <i>mellonella</i> |

Fuente: Siesquen y Trujillo (2019).

Los lepidópteros son polillas de habito nocturno con cientos de especies, estos lepidópteros son inofensivos, su alimentación se basa en néctar de plantas y

tienen un ciclo de vida reducido, en cambio, las lepidópteras diurnas son mariposas que también se alimentan de néctar (Idalsoaga, 2014).

Figura 2. Ciclo Biológico de *Tenebrio molitor*



Fuente: Ecoproten, (2020).

Tabla 3. Clasificación Taxonómica *Tenebrio molitor*

| TAXONOMIA | |
|----------------|--------------------------------------|
| REINO | Animalia |
| PHYLUM | Arthropoda |
| CLASE | Insecta |
| ORDEN | Coleoptera |
| FAMILIA | Tenebrionidae |
| GÉNERO | Tenebrio |
| ESPECIE | <i>T. molitor</i> , Linnaeus en 1758 |

Fuente: Citado por Álvarez y Botache (2019) Blazco-Zumeta s.f.

Según Yang et al. (2015), las larvas de *Tenebrio molitor* Linnaeus tienen cuatro fases de vida: huevo, larva, pupa y adulto. Además de tener un tamaño de aproximadamente 20 a 25 mm de longitud, mucho mayor al de los gusanos de la cera. Y que son capaces de alimentarse netamente de espuma de poliestireno. Incluso son individuos utilizados para la alimentación de animales, ya que, es son rentables y de fácil crianza; se alimentan de salvado de trigo, zanahoria, papa, entre otros. Medrano (2019), indica que el *Tenebrio molitor*, es un coleóptero de coloración castaño oscuro con un cuerpo compacto de bordes paralelos. En su estado adulto mide alrededor de 18 mm de largo por 4 mm de ancho. Ribeiro, Abelho y Costa (2018), indica que, para un crecimiento

óptimo del *Tenebrio molitor*, el individuo debe estar a una temperatura entre 25-28°C y humedad relativa entre 60-75%.

En su fase inicial (huevo) el *Tenebrio molitor* es de color traslúcido, muy frágil y de cubierta lisa. En su estado larva viven entre 2 a 3 meses. Al llegar a pupa o ninfa (de 20 días) son de forma curvada y triangular y tienen mínimo movimiento. Una vez se transforman en escarabajo; los jóvenes tienen un color marfil y a los 2-3 días cambian a marrón-negro, además de vivir aproximadamente entre 2 a 3 meses. En cambio, en etapa adulta tienen color negro y su ciclo de vida es de 5 meses, así mismo, a los 10 a 12 días son sexualmente activos, tienen hábito nocturno y no tienen la habilidad de volar. Por otra parte, la temperatura ideal para su crecimiento y desarrollo es de 28-34°C y una humedad del 40% (Sarmiento, 2018).

La FAO (2018), indica que, la contaminación del suelo es un desorden en la biodiversidad que destruye el ambiente, limita la materia orgánica y su habilidad de actuar como filtro, ya que contamina las aguas subterráneas, desequilibrando los nutrientes adquiridos, además de que esta contaminación llega a la cadena alimentaria en los habitantes ocasionando enfermedades a corto y largo plazo.

Rodríguez, McLaughlin y Pennock (2019), nos indican que, la contaminación de suelo se refiere a la existencia de un químico o una sustancia fuera de lugar y/o presente en una cantidad más alta de lo normal teniendo consecuencia sobre cualquier organismo al que no están destinados. Así mismo, algunos de las fuentes de contaminación pueden ser residuos domiciliarios, de municipalidades, ganaderos entre otros, que terminan en el suelo sin un tratamiento adecuado.

Se define como contaminación ambiental a la existencia de agentes físicos, químicos o biológicos o la combinación de estos en el ambiente en diversas formas y cantidades y, que puedan ser dañinos para la salud y el confort de la población, del mismo modo, que perjudiquen la vida animal o vegetal por consecuencia de estos agentes (MINAM, 2017).

Residuos sólidos es definido como las sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido que ya no son necesarios pero que pueden ser reutilizados en algunas ocasiones (MINAM, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación buscó una solución para reducir la contaminación generada por el uso excesivo de plásticos y Tecnopor, a través de la utilización de *Galleria mellonella* (Gusano de Cera) y *Tenebrio molitor* (Gusano de Harina) por medio de su alimentación. Fue del tipo aplicada, ya que utilizó los conocimientos adquiridos para resolver un problema en particular. (Ríos, 2017). Tuvo un enfoque cuantitativo debido a que utilizó la recolección de datos para probar la hipótesis basados en datos estadísticos, con el fin de fijar conductas y demostrar sus teorías (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

Hernández et al. (2006). Se refieren al diseño experimental como aquel manejo o manipulación adrede de una o más variables independientes con la finalidad de observar y analizar los resultados de la misma (pág. 160).

El experimento puro son aquellas investigaciones que cumplen con el control y la validez interna como: manipulación de una o más variables independientes y una o más dependientes, de igual manera se pueden realizar prepruebas, pruebas y pospruebas para analizar el desarrollo de los grupos o individuos antes y después del tratamiento experimental (Hernández et al., 2014).

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Contaminación por poliestireno y PEBD.

Variable independiente: Capacidad de biodegradación. (Ver Anexo N°1).

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

Según Hernández et al. (2014), la población viene a ser la manifestación detallada de las características que engloba en

conjunto al desarrollo del estudio, tales como lugar y tiempo y estos criterios deberán de ir acorde a los objetivos del mismo.

En esta investigación se tomó a los gusanos de *Galleria mellonella* y *Tenebrio molitor* como población y el Poliestireno Expandido como Tecnopor en su presentación de platos y táper de comida y Polietileno como bolsas de despacho.

Muestra

Para Hernández et al. (2014), la muestra es una parte de la población sobre el cual se obtendrá la información necesaria (pág. 173). También indicó que, la muestra no probabilística es un proceso que no se somete a fórmulas de probabilidad, sino que es decidido por el investigador o investigadores, por lo que son escogidas de acuerdo a otros criterios de investigación (pág. 176) Por lo tanto, como muestra utilizamos 200 y 300 individuos de *Galleria mellonella* y *Tenebrio molitor*, con 25gr., 35gr., 40gr., 50gr., 55gr. y 65gr., de Polietileno y Poliestireno respectivamente.

Tabla 4. Características de la Muestra

| MUESTRA | | | | | |
|----------------------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------|-------------|
| <i>Galleria mellonella</i> | | | <i>Tenebrio molitor</i> | | |
| Individuos | Poliestireno | Polietileno | Individuos | Poliestireno | Polietileno |
| Pre Prueba | | | Pre Prueba | | |
| 8 horas | | | 8 horas | | |
| 200 | 10gr. | 10gr. | 200 | 10gr. | 10gr. |
| 300 | 20gr. | 20gr. | 300 | 20gr. | 20gr. |
| Prueba | | | Prueba | | |
| 16 horas | | | 16 horas | | |
| 200 | 25gr. | 25gr. | 200 | 25gr. | 25gr. |
| 300 | 35gr. | 35gr. | 300 | 35gr. | 35gr. |
| 24 horas | | | 24 horas | | |
| 200 | 40gr. | 40gr. | 200 | 40gr. | 40gr. |
| 300 | 50gr. | 50gr. | 300 | 50gr. | 50gr. |
| 32 horas | | | 32 horas | | |
| 200 | 55gr. | 55gr. | 200 | 55gr. | 55gr. |
| 300 | 65gr. | 65gr. | 300 | 65gr. | 65gr. |

Fuente: Elaboración propia.

Muestreo

Molina (2015) definió el muestreo intencional o deliberado como un muestreo en el que, el investigador decide directamente sobre la parte que debe constituir la muestra. Por lo tanto, en la presente

investigación el muestreo lo establecemos de manera conveniente según la disponibilidad de la población anteriormente mencionada. El muestreo no probabilístico se refiere a la elección que no utilizó fórmulas de probabilidad, sino fue por la elección del o los investigadores. (Hernández et al., 2014, p.176).

Unidad de análisis

En este punto se realizó la recolección del polietileno y poliestireno con la finalidad de reducir sus efectos de contaminación, empleando la *Galleria mellonella* y *Tenebrio molitor*, para ello se hizo un registro inicial y final de pesos tanto del polietileno y el poliestireno, para analizar cuál de las dos especies anteriormente mencionadas tienen mayor capacidad de biodegradación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

El método de observación reside en anotar de manera sistemática, válida y confiable las conductas y situaciones observables, mediante un conjunto de categorías y subcategorías (Hernández, 2014).

Todos los datos obtenidos fueron producto de la observación, además de haber llevado un registro continuo y escrito en los instrumentos de recolección de datos, por último, contaremos con un registro digital que ayudó al control y seguimiento de los datos recogidos y que se hizo de manera fotográfica.

Instrumentos de recolección de datos

Como instrumentos, se empleó las fichas de recolección de datos. Aquí se midió: tiempo, masas y más aspectos que nos llevaran a los resultados esperados. (Ver Anexo N°3 y N°5).

Tabla 5. Descripción de los Instrumentos de Recolección de Datos

| Instrumento | Técnica |
|--|--|
| Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: " <i>Galleria mellonella</i> - Poliestireno y Polietileno". | Observación, pesaje y registro de datos. |
| Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: " <i>Tenebrio molitor</i> - Poliestireno y Polietileno". | Observación, pesaje y registro de datos. |

Fuente: Elaboración propia.

Validación de instrumentos

La presente investigación se sometió a un proceso examinado detalladamente por un grupo de 3 profesionales especializados en materia ambiental que calificaron y validaron los instrumentos de recolección de datos, este proceso es nombrado Juicio de Expertos (Anexo N°3)

Tabla 6. Validadores de Instrumentos

| N° | Apellidos y Nombres | Apto o No apto |
|----|-----------------------------------|----------------|
| 1 | Dr. Milton César Túllume Chavesta | APTO |
| 2 | Dr. Luis Johan Núñez Gamboa | APTO |
| 3 | Mg. Jorge Rogelio Vargas Febres | APTO |
| 4 | Mg. Percy Arturo Gínez Choque | APTO |

Fuente: Elaboración propia.

Confiabilidad de instrumentos

Una vez validados los instrumentos de recolección de datos a través de 10 criterios, se procedió a realizar la prueba de Confiabilidad Coeficiente Alfa de Cronbach (Anexo N°4), detallando sus rangos a continuación:

Tabla 7. Rango de Confiabilidad de Cronbach

| RANGO | CONFIABILIDAD |
|--------------|------------------|
| menor a 0,69 | No aceptable |
| 0,70 | Mínimo aceptable |
| 0,80 a 0,90 | Excelente |
| 1 | Perfecta |

Fuente: Oviedo. H, Campo. A. (2005) Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach.

Tabla 8. Resultados de la Confiabilidad “Coeficiente Alfa de Cronbach”

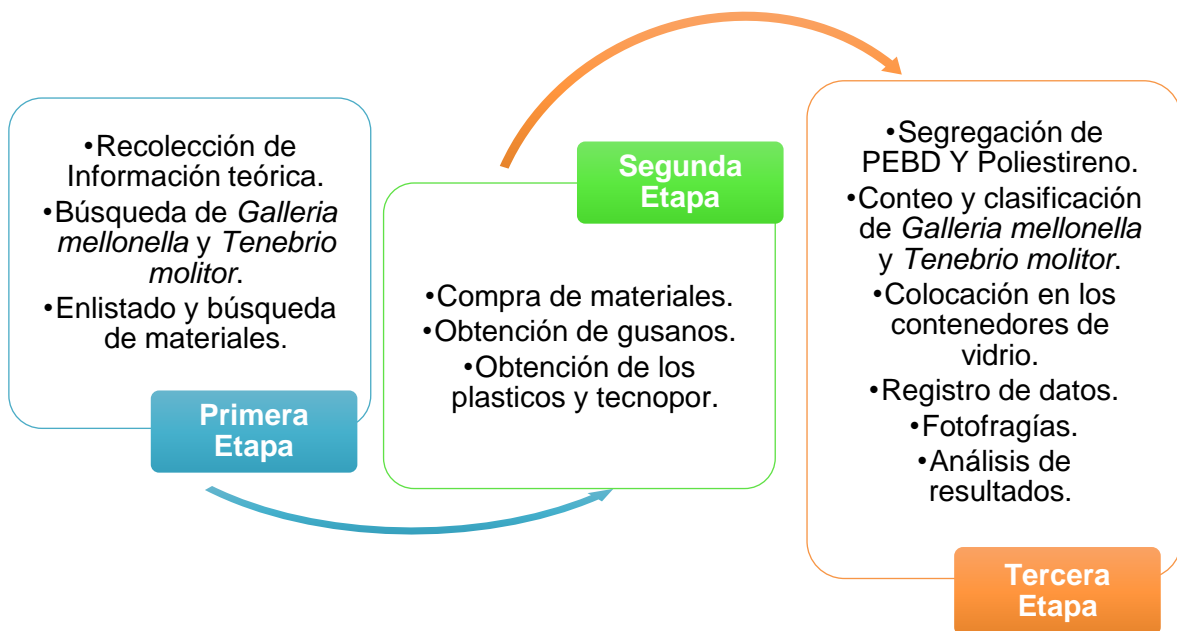
| Nº | Coeficiente Alfa de Cronbach | Puntaje |
|----|--|-------------|
| 1 | Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: “ <i>Galleria mellonella</i> - Poliestireno y Polietileno”. | 0.98 |
| 2 | Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: “ <i>Tenebrio molitor</i> - Poliestireno y Polietileno”. | 0.98 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

De acuerdo al puntaje calificado por los 4 expertos en base a los 10 criterios de cada instrumento de recolección de datos se procedió a realizar el Coeficiente Alfa de Cronbach en el software Microsoft Excel, evidenció que los instrumentos tienen un puntaje de 0.98 como resultado para cada uno, y de acuerdo al rango de confiabilidad se considera una puntuación perfecta para su utilización. (Ver Tablas N°07 - N°09).

3.5. Procedimientos

Figura 3. Proceso de la Investigación



Fuente: Elaboración propia.

Primera Etapa

Recolección de información; se recolectó toda la información necesaria para las bases teóricas, de igual modo, realizamos una búsqueda de manera virtual para encontrar posibles lugares de compra, además de información que nos facilite varias opciones donde ubiquemos los materiales necesarios. Del mismo modo

realizamos la búsqueda del lugar donde se comprará la *Galleria mellonella* y *Tenebrio molitor* y su disponibilidad. Luego se determinó el diseño del contenedor donde se realizarán las pruebas experimentales con los gusanos de Cera y Harina, también cómo se recolectará los residuos plásticos y Tecnopor. Así mismo, se enlistó todos los materiales a utilizar.

Segunda Etapa

Se programó el tiempo que necesitaremos para comprar todos los materiales mencionados más adelante; incluyendo los gastos de transporte, alimentación, hospedaje, materiales adicionales, entre otros. También, coordinamos con los vendedores la fecha y hora de compra y recojo de los gusanos de *Galleria mellonella* y *Tenebrio molitor*. Por otro lado, se envió a manufacturar 4 contenedores de vidrio con medidas de 40x20x25cm., donde colocaremos a los gusanos. Y finalmente, se recolectaron los residuos de plástico y tecnopor con la colaboración de amigos y familiares.

Tercera Etapa

Al tener listo todos los materiales y especies, se procedió con su traslado al Valle de Vitor.

Se realizó la segregación del material recolectado, separando y limpiando tanto platos, contenedor de comida de Tecnopor (Poliestireno) como bolsas de despacho (Polietileno). Luego se decidió dividir los 4 contenedores en 2 para obtener 8, debido a la cantidad de muestras a realizar.

Se realizó la contabilización de los individuos en 4 grupos (2 grupos de 200 individuos y 2 grupos de 300 individuos por cada tipo de gusano).

Una vez contabilizado se procedió a colocar los gusanos de cera y harina en cada contenedor junto a las cantidades de plásticos y tecnopor asignados. (Ver Tabla N°04).

Finalmente se registraron todos los datos obtenidos en las mediciones de cada muestra empleando la balanza digital (Pesos

de Poliestireno y Polietileno) y el Termohigrómetro digital (Temperatura y Humedad Relativa de cada contenedor), así como, la toma de evidencias fotográficas para finalmente realizar el análisis de los resultados y determinar la especie con mejor capacidad de biodegradación.

3.6. Método de análisis de datos

La data recogida durante el proceso de experimentación fue analizada a través del uso del software Microsoft Office Excel y el software R-Studio, que servirán para analizar la data obtenida y lograr una mejor interpretación de nuestros resultados.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación cuenta con información que ha sido producto de búsqueda de diferentes autores, en artículos científicos, tesis, libros; además del asesoramiento brindado en el Taller de Elaboración de Tesis. Así mismo, siguiendo con el manual de la ISO 690 y los procedimientos establecidos por la Universidad César Vallejo. Todos estos datos fueron fruto de la investigación realizada de manera honesta y responsable.

IV. RESULTADOS

CONSTRASTACION DE LA HIPOTESIS GENERAL: (Anexo N°9)

Para la HIPÓTESIS GENERAL primero se realizó la prueba de normalidad para tasa de consumo por *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* tanto para poliestireno como para polietileno:

Tabla 9. PRUEBA DE NORMALIDAD

| TASA CONSUMO - POLIESTIRENO | |
|--|--|
| <i>Tenebrio molitor</i> | <i>Galleria mellonella</i> |
| <p>H0: La tasa de consumo de poliestireno de la especie <i>Tenebrio molitor</i> se ajusta a una Distribución Normal.</p> <p>H1: La tasa de consumo de poliestireno de la especie <i>Tenebrio molitor</i> NO se ajusta a una Distribución Normal.</p> <p>$\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia</p> | <p>H0: La tasa de consumo de poliestireno de la especie <i>Galleria mellonella</i> se ajusta a una Distribución Normal.</p> <p>H1: La tasa de consumo de poliestireno de la especie <i>Galleria mellonella</i> NO se ajusta a una Distribución Normal.</p> <p>$\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia</p> |
| Resultado: p-value = 0.3866 | Resultado: p-value = 0.3801 |
| <p>Interpretación: Con un nivel de significación de 0.05, existe suficiente evidencia estadística para aceptar H0. Por lo tanto, podemos afirmar que la tasa de consumo de poliestireno de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> se ajustan a una Distribución Normal.</p> | |
| POLIETILENO | |
| <i>Tenebrio molitor</i> | <i>Galleria mellonella</i> |
| <p>H0: La tasa de consumo de polietileno de la especie <i>Tenebrio molitor</i> se ajusta a una Distribución Normal.</p> <p>H1: La tasa de consumo de polietileno de la especie <i>Tenebrio molitor</i> NO se ajusta a una Distribución Normal.</p> <p>$\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia</p> | <p>H0: La tasa de consumo de polietileno de la especie <i>Galleria mellonella</i> se ajusta a una Distribución Normal.</p> <p>H1: La tasa de consumo de polietileno de la especie <i>Galleria mellonella</i> NO se ajusta a una Distribución Normal.</p> <p>$\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia</p> |
| Resultado: p-value = 0.2862 | Resultado: p-value = 0.3869 |
| <p>Interpretación: Con un nivel de significación de 0.05, existe suficiente evidencia estadística para aceptar H0. Por lo tanto, podemos afirmar que la tasa de consumo de polietileno de la especie <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> se ajustan a una Distribución Normal.</p> | |

Fuente: Elaboración propia.

* Se concluyó que, como los datos se distribuyen normalmente usamos la Prueba Estadística T para muestras pareadas. Por lo tanto:

HIPOTESIS GENERAL:

H0: La capacidad de biodegradación de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, **NO** posibilita la reducción de la contaminación por poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021.

H1: La capacidad de biodegradación de las especies *Tenebrio Molitor* y *Galleria mellonella*, posibilita la reducción de la contaminación por poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021.

Tabla 10. Capacidad de biodegradación *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*

| POLIESTIRENO | |
|---|--|
| <i>Tenebrio molitor</i> | <i>Galleria mellonella</i> |
| $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia | $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia |
| RESULTADO: p-value = 0.0003124 | RESULTADO: p-value = 0.0008925 |
| Interpretación: Con un nivel de significación de 0.05, existe suficiente evidencia estadística para rechazar H0 . Por lo tanto, podemos afirmar que la capacidad de biodegradación de la especie <i>Tenebrio molitor</i> , posibilita la reducción de la contaminación de poliestireno, Vítor, Arequipa, 2021. | Interpretación: Con un nivel de significación de 0.05, existe suficiente evidencia estadística para rechazar H0 . Por lo tanto, podemos afirmar que la capacidad de biodegradación de la especie <i>Galleria mellonella</i> , posibilita la reducción de la contaminación de poliestireno, Vítor, Arequipa, 2021. |
| POLIETILENO | |
| <i>Tenebrio molitor</i> | <i>Galleria mellonella</i> |
| $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia | $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia |
| RESULTADO: p-value = 0.001586 | RESULTADO: p-value = 0.001773 |
| Interpretación: Con un nivel de significación de 0.05, existe suficiente evidencia estadística para rechazar H0 . Por lo tanto, podemos afirmar que la capacidad de biodegradación de la especie <i>Tenebrio molitor</i> , posibilita la reducción de la contaminación de polietileno, Vítor, Arequipa, 2021. | Interpretación: Con un nivel de significación de 0.05, existe suficiente evidencia estadística para rechazar H0 . Por lo tanto, podemos afirmar que la capacidad de biodegradación de la especie <i>Galleria mellonella</i> , posibilita la reducción de la contaminación de polietileno, Vítor, Arequipa, 2021. |

Fuente: Elaboración propia.

HIPOTESIS ESPECIFICA 1:

H0: El peso consumo de la especie *Galleria mellonella* es igual o menor al peso consumo del *Tenebrio molitor*, afectando la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021.

H1: El peso consumo de la especie *Galleria mellonella* es mayor al del *Tenebrio molitor*, afectando la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021.

Tabla 11. Peso Consumo de *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* con Poliestireno y Polietileno

| <i>Galleria mellonella</i> – <i>Tenebrio molitor</i> | |
|--|---|
| POLIESTIRENO | POLIETILENO |
| $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia | $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia |
| RESULTADO: p-value = 0.009636 | RESULTADO: p-value = 0.03433 |
| Interpretación: Con un nivel de significación de 0.05, existe suficiente evidencia estadística para rechazar H0 . Por lo tanto, podemos aceptar H1 : el peso consumo de la especie <i>Galleria mellonella</i> es mayor al peso consumo de la especie <i>Tenebrio molitor</i> , afectando en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno. | Interpretación: Con un nivel de significación de 0.05, existe suficiente evidencia estadística para rechazar H0 . Por lo tanto, podemos afirmar H1 : el peso consumo de la especie <i>Galleria mellonella</i> es mayor al peso consumo de la especie <i>Tenebrio molitor</i> , afectando en la reducción de la biodegradación por contaminación de polietileno. |

Fuente: Elaboración propia.

HIPOTESIS ESPECIFICA 2:

H0: El deceso de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, **NO** afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021.

H1: El deceso de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021.

Tabla 12. Deceso de especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*

| <i>Galleria mellonella</i> | | | |
|--|-------------------------|--|-------------------------|
| Poliestireno | | Polietileno | |
| $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia | | $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia | |
| 200 | p-value = 0.7756 | 200 | p-value = 0.9982 |
| 300 | p-value = 1 | 300 | p-value = 0.9998 |
| <i>Tenebrio molitor</i> | | | |
| Poliestireno | | Polietileno | |
| $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia | | $\alpha = 0.05$ Nivel de Significancia | |
| 200 | p-value = 0.9993 | 200 | p-value = 0.994 |
| 300 | p-value = 0.999 | 300 | p-value = 0.9996 |

Fuente: Elaboración propia.

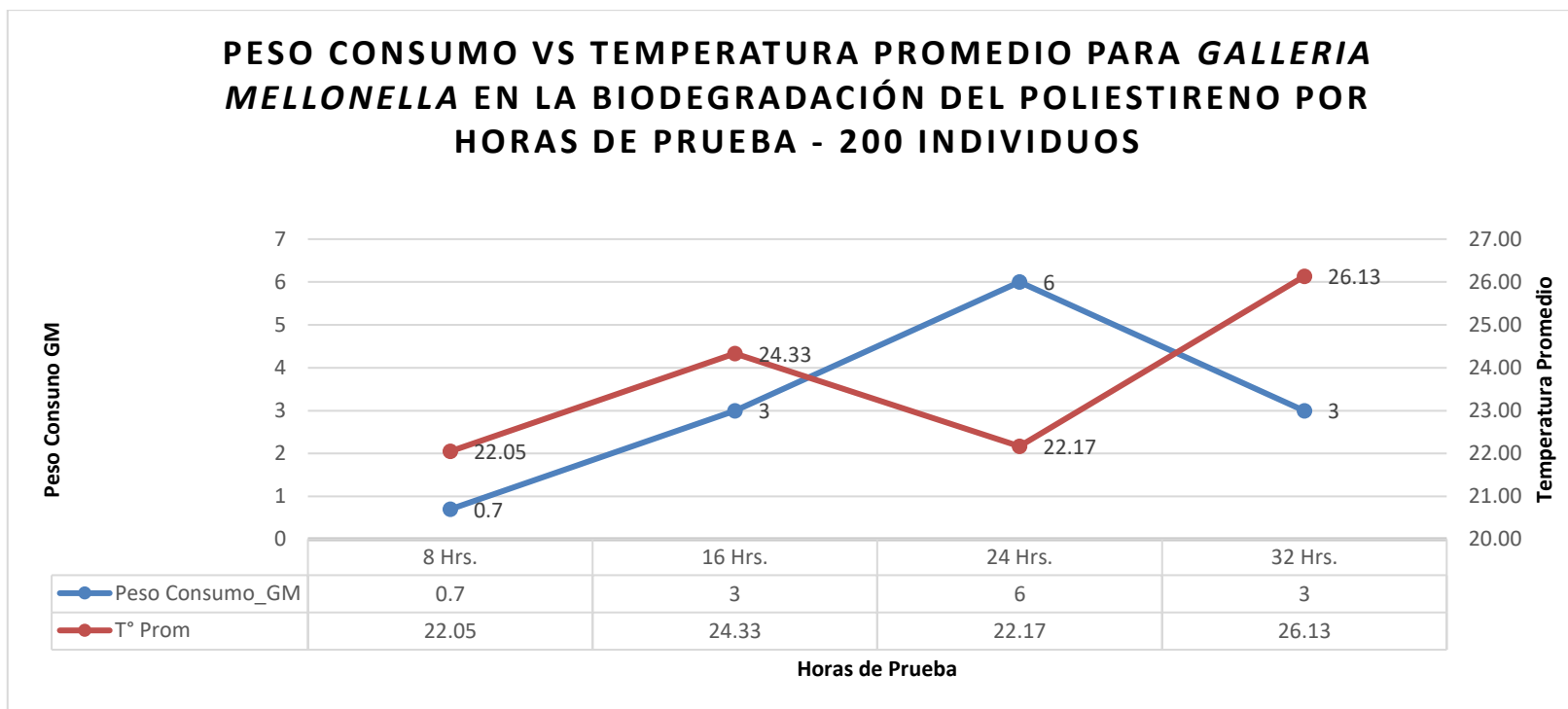
INTERPRETACIÓN: Con un nivel de significación de 0.05, siendo este menor a los p-value, existe suficiente evidencia estadística para **aceptar H0**. Por lo tanto, podemos afirmar que el deceso de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, no afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021.

HIPOTESIS ESPECIFICA 3:

H0: Las condiciones termohigrométricas de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, afectan en la reducción de la biodegradación por la contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021.

H1: Las condiciones termohigrométricas de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, **NO** afectan en la reducción de la biodegradación por la contaminación de poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021.

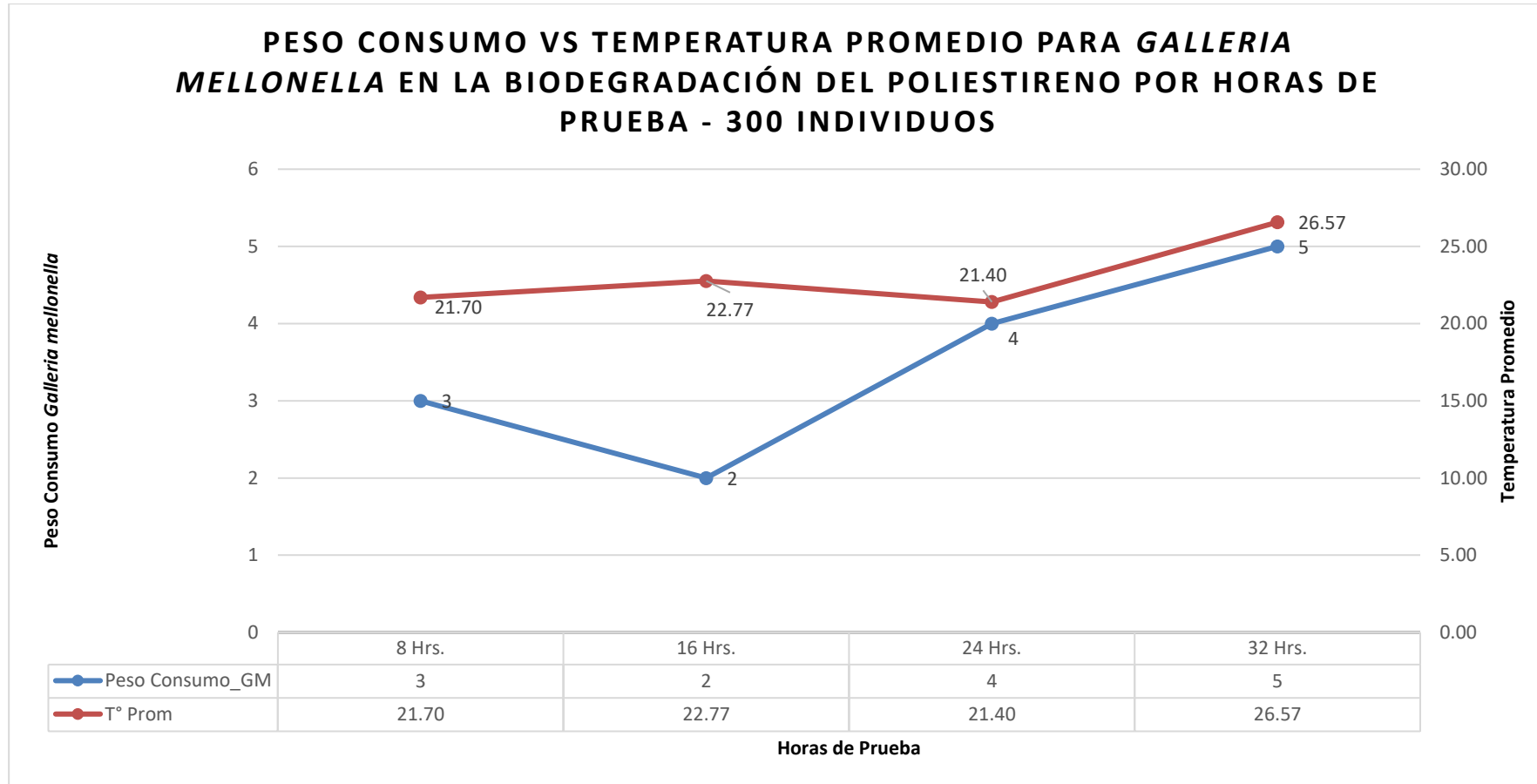
Figura 4. *Galleria mellonella* – 200 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Temperatura Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°04, el mayor consumo de poliestireno por la *Galleria mellonella* es de 6gr. en la prueba de 24 horas a una temperatura promedio de 22.17°C, lo que se concluye que dicha temperatura favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno. Aceptando **H0**.

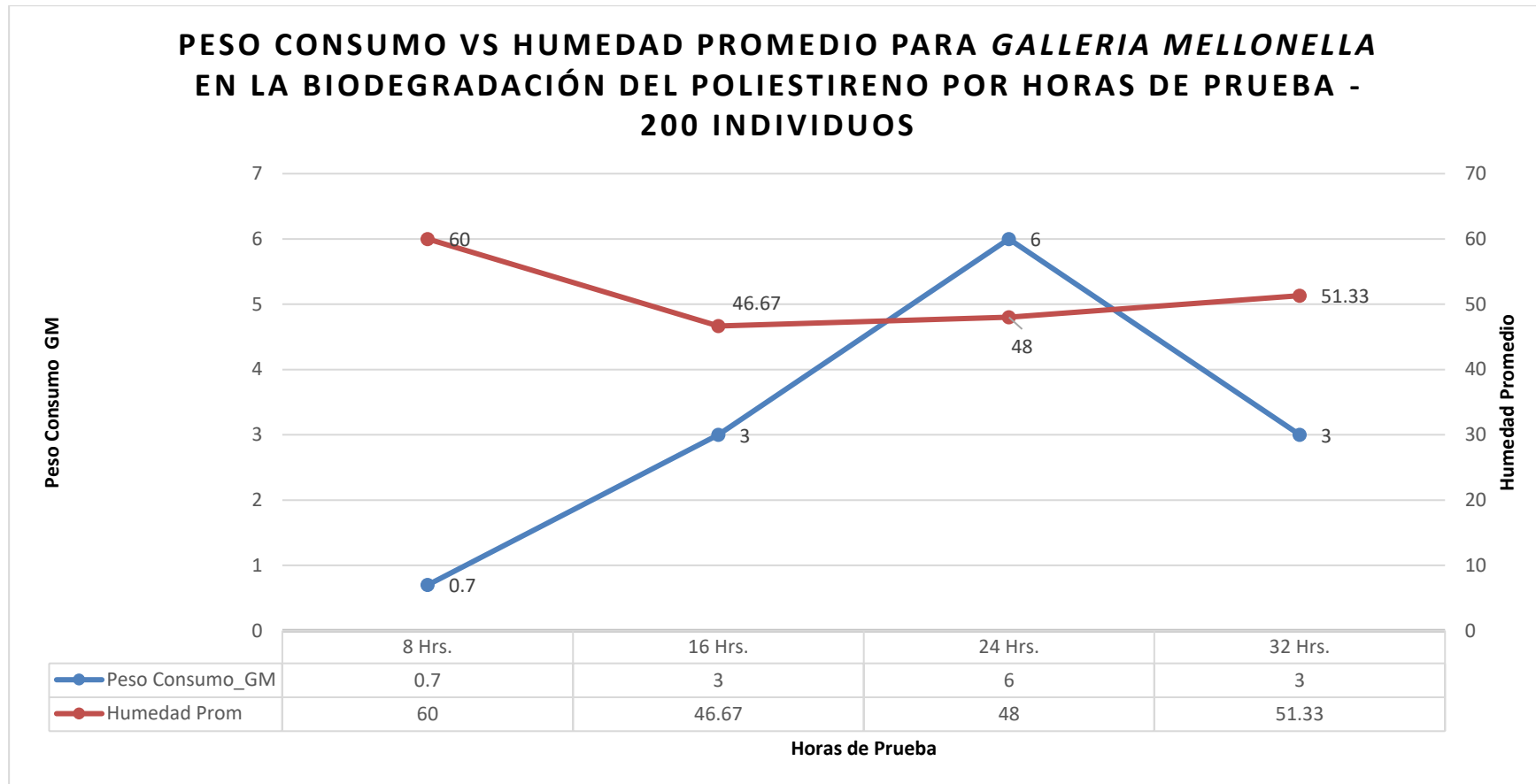
Figura 5. *Galleria mellonella* – 300 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Temperatura Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°05, el consumo más alto de poliestireno por la *Galleria mellonella* es de 5gr. en la prueba de 32 horas a una temperatura promedio de 26.57°C, concluyendo que dicha temperatura favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno. Aceptando **H0**.

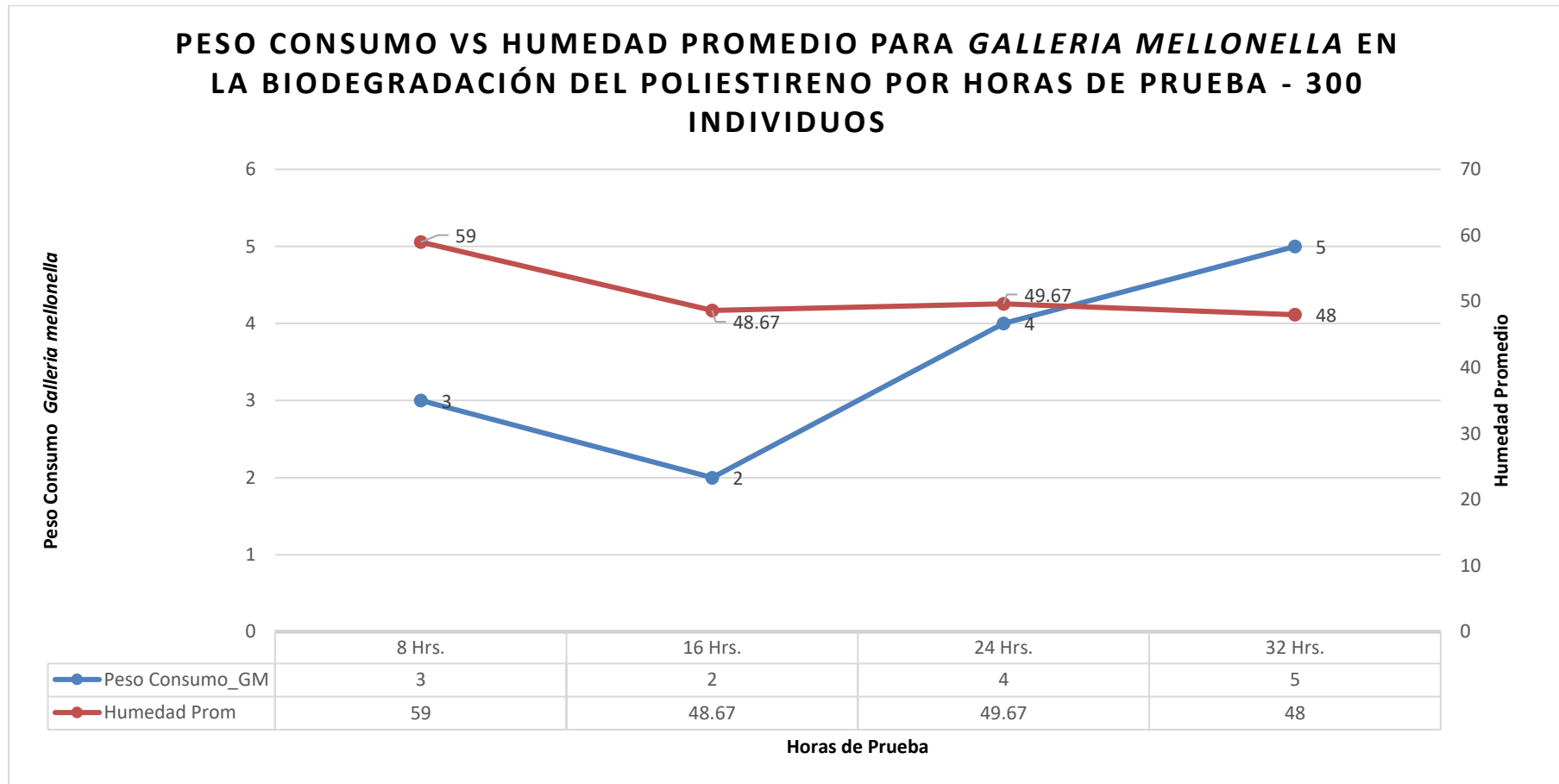
Figura 6. *Galleria mellonella* – 200 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Humedad Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°06, el mayor consumo de poliestireno por la *Galleria mellonella* es de 6gr. en la prueba 24 horas a una humedad relativa promedio de 48%, lo que se concluye que dicha humedad relativa favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno. Aceptando **H0**.

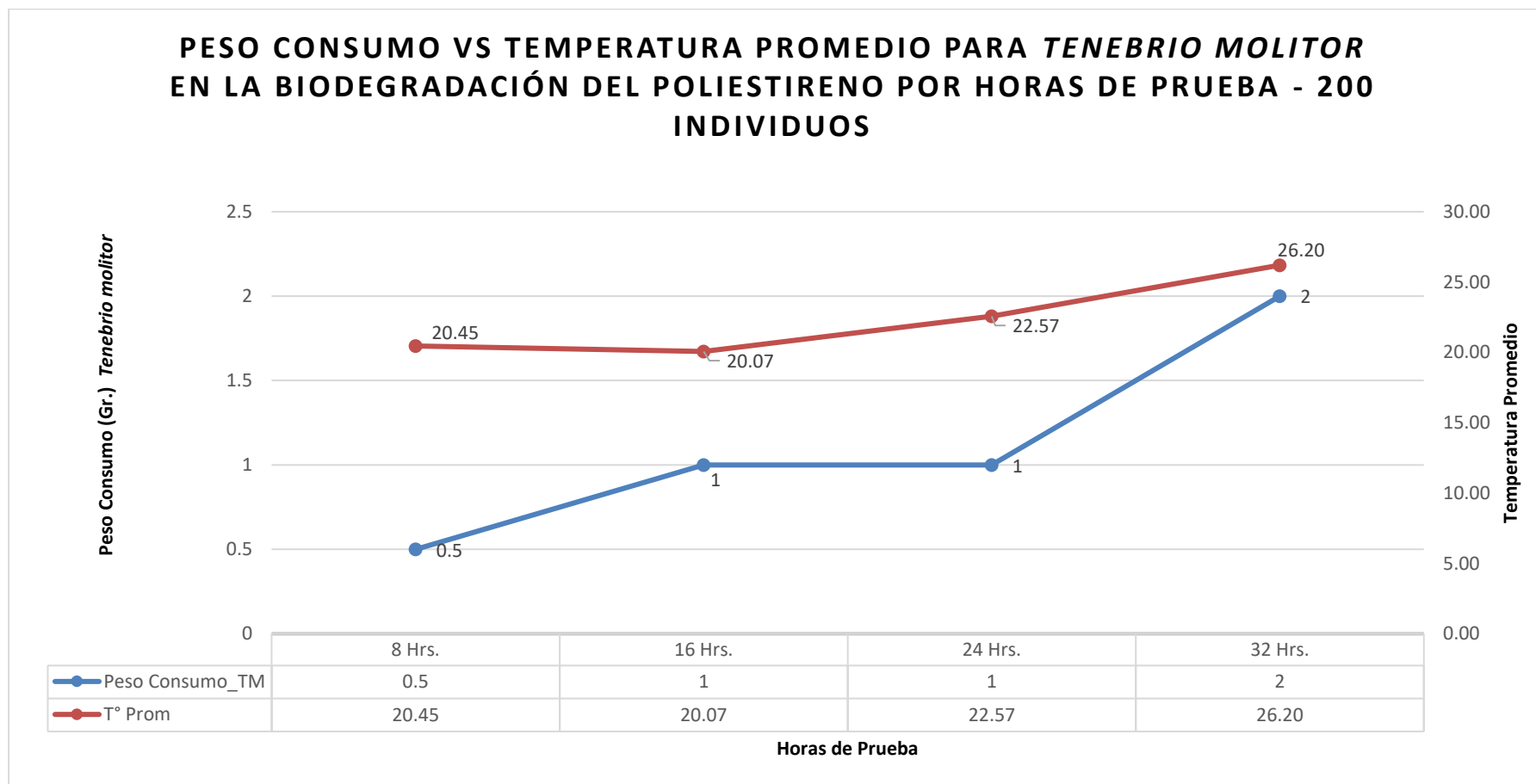
Figura 7. *Galleria mellonella* – 300 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Humedad Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°07, el mayor consumo de poliestireno por la *Galleria mellonella* es de 5gr. en la prueba de 32 horas a una humedad relativa promedio de 48% respectivamente, lo que se concluye que dicho porcentaje de humedad relativa favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno. Aceptando **H0**.

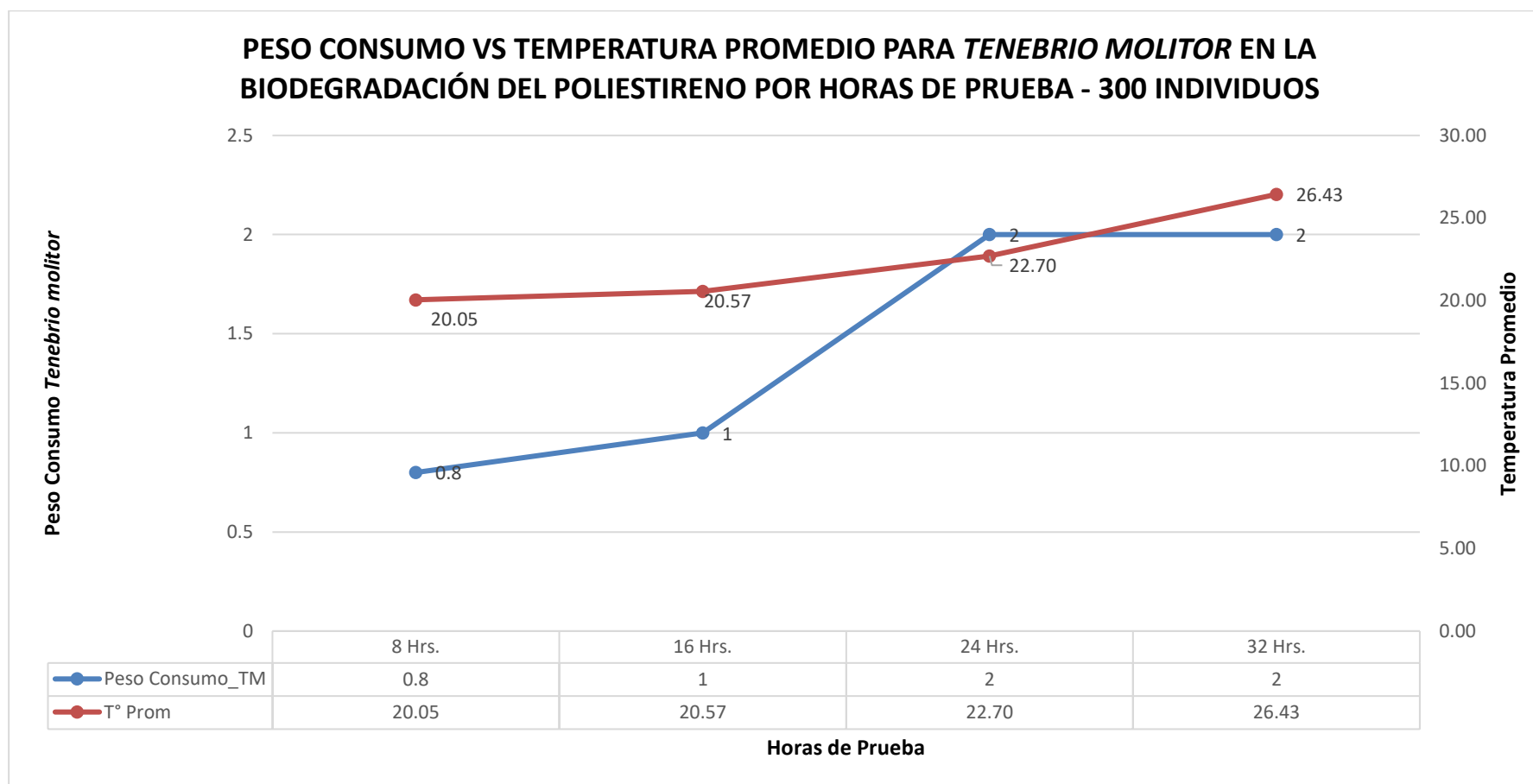
Figura 8. *Tenebrio molitor* – 200 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Temperatura Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°08, el mayor consumo de poliestireno por *Tenebrio molitor* es de 2gr. en la prueba de 32 horas a una temperatura promedio de 26.20°C, lo que se concluye que dicha temperatura favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno. Aceptando **H0**.

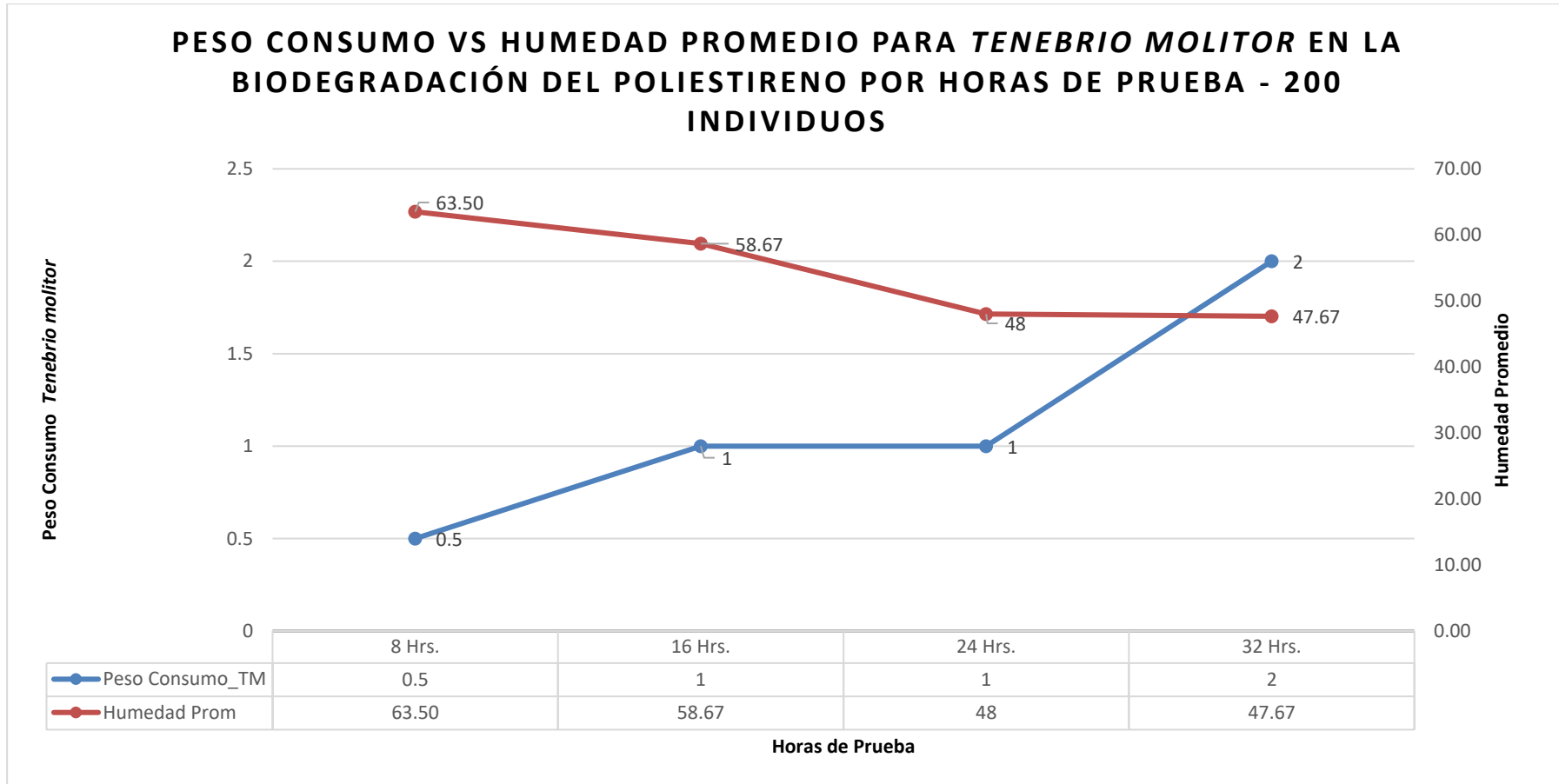
Figura 9. *Tenebrio molitor* – 300 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Temperatura Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°09, los consumos más altos de poliestireno por *Tenebrio molitor* son de 2gr. en las pruebas de 24 y 32 horas con temperaturas promedio de 22.70°C y 26.43°C respectivamente, lo que se concluye que ambas temperaturas promedio favorecieron a la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno. Aceptando **H0**.

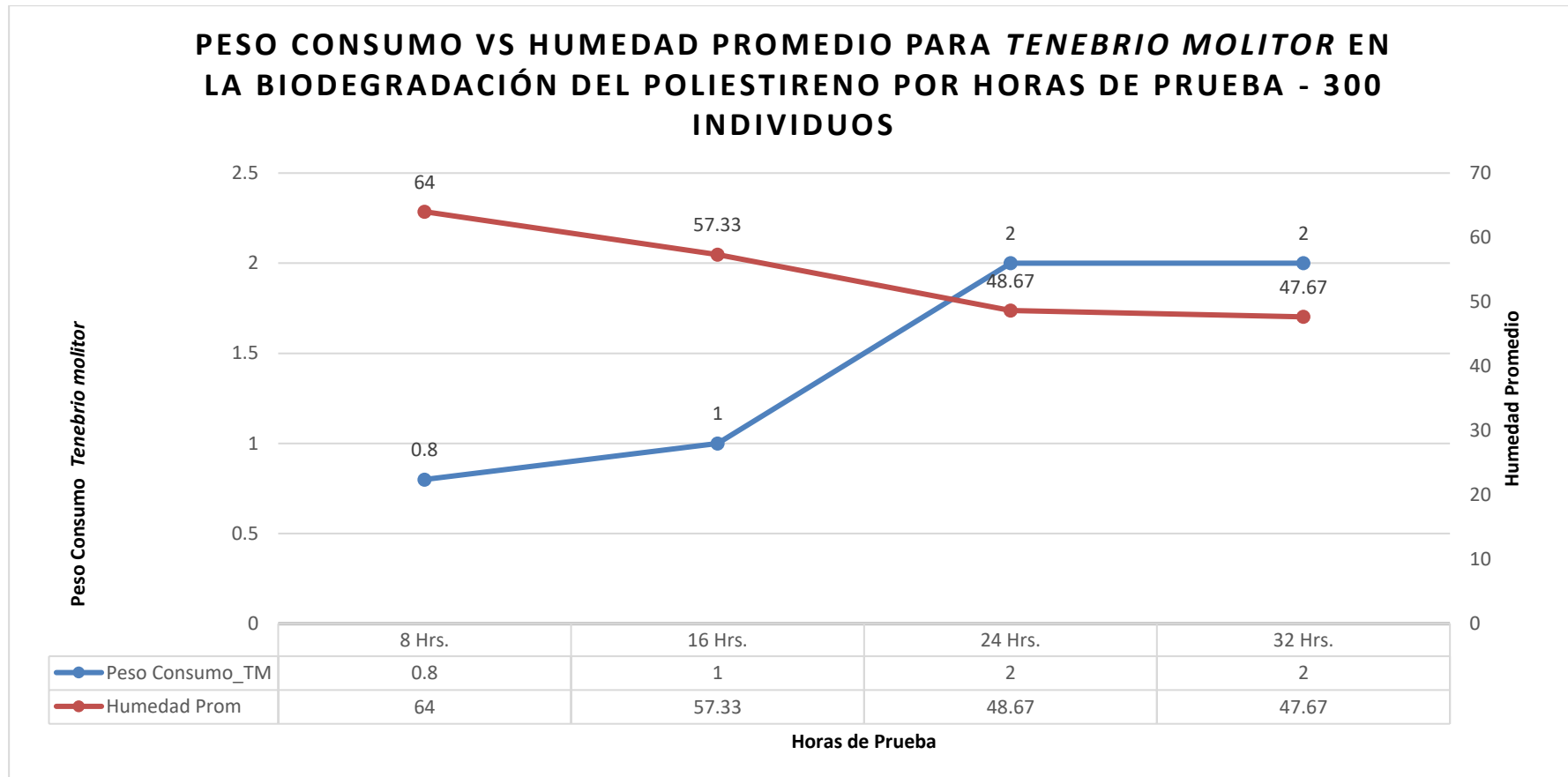
Figura 10. *Tenebrio molitor* – 200 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Humedad Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°10, el mayor consumo de poliestireno por *Tenebrio molitor* es de 2gr. en la prueba de 32 horas a una humedad relativa promedio de 47.67%, lo que se concluye que dicha humedad relativa favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno. Aceptando **H0**.

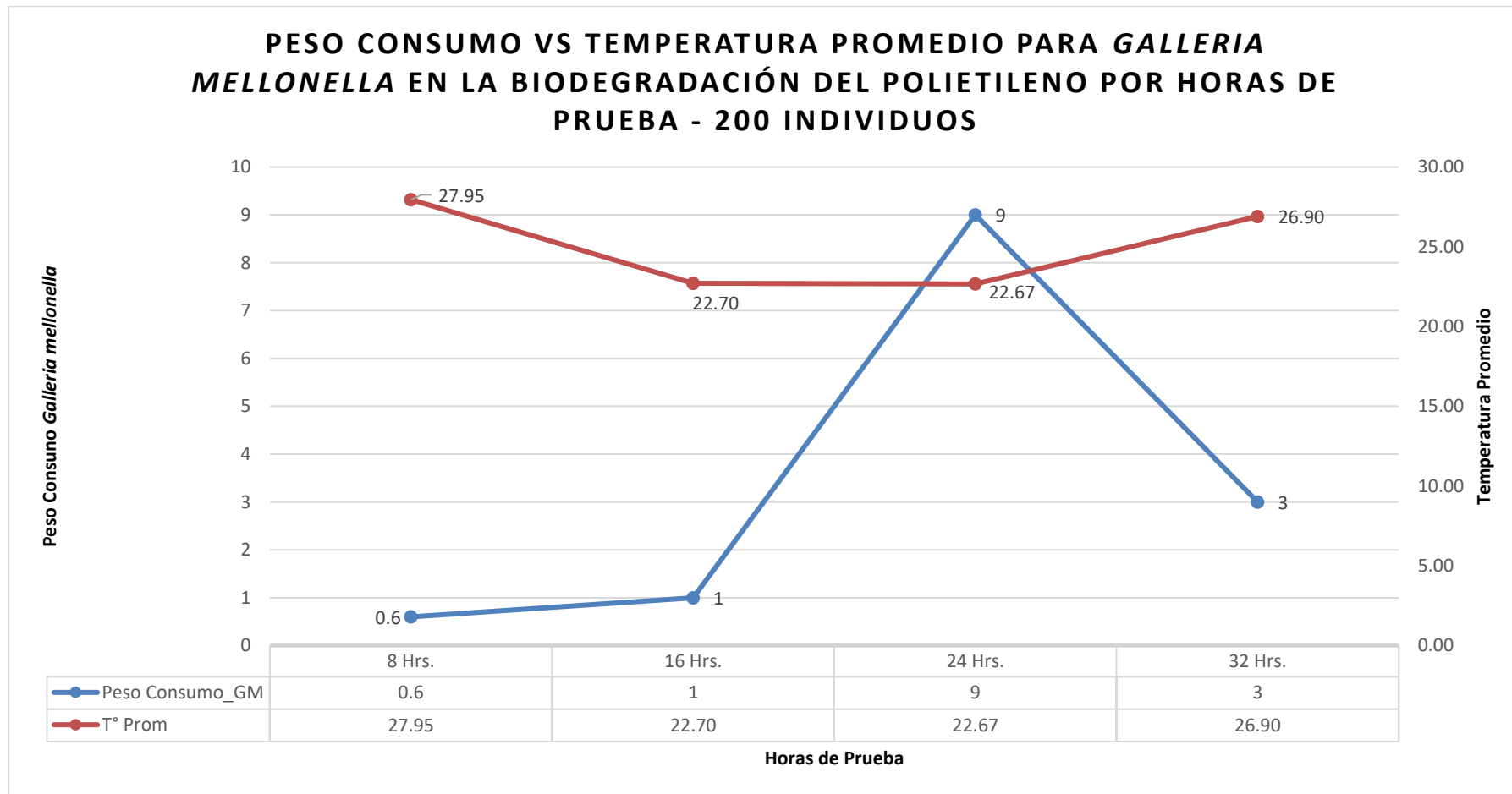
Figura 11. *Tenebrio molitor* – 300 individuos: Peso Consumo Poliestireno vs Humedad Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°11, los consumos más alto de poliestireno por *Tenebrio molitor* son de 2gr. en las pruebas de 24 y 32 horas con humedades relativas promedio de 48.67% y 47.67%, lo que se concluye que ambos porcentajes de humedad relativa favorecieron a la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno. Aceptando **H0**.

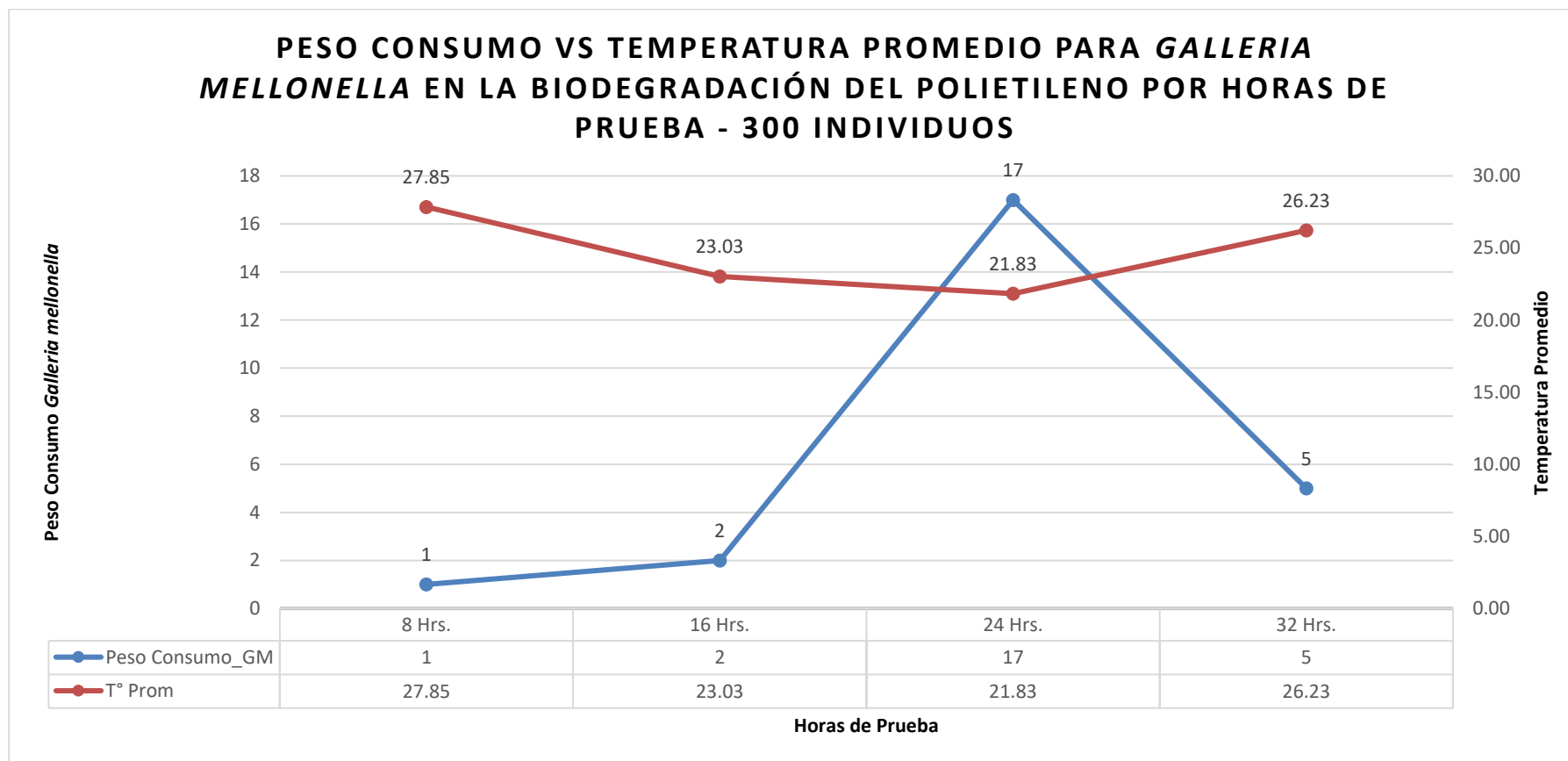
Figura 12. *Galleria mellonella* – 200 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Temperatura Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°12, el mayor consumo de polietileno por la *Galleria mellonella* es de 9gr. en la prueba de 24 horas a una temperatura promedio de 22.67°C, concluyendo que dicha temperatura favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de polietileno. Aceptando **H0**.

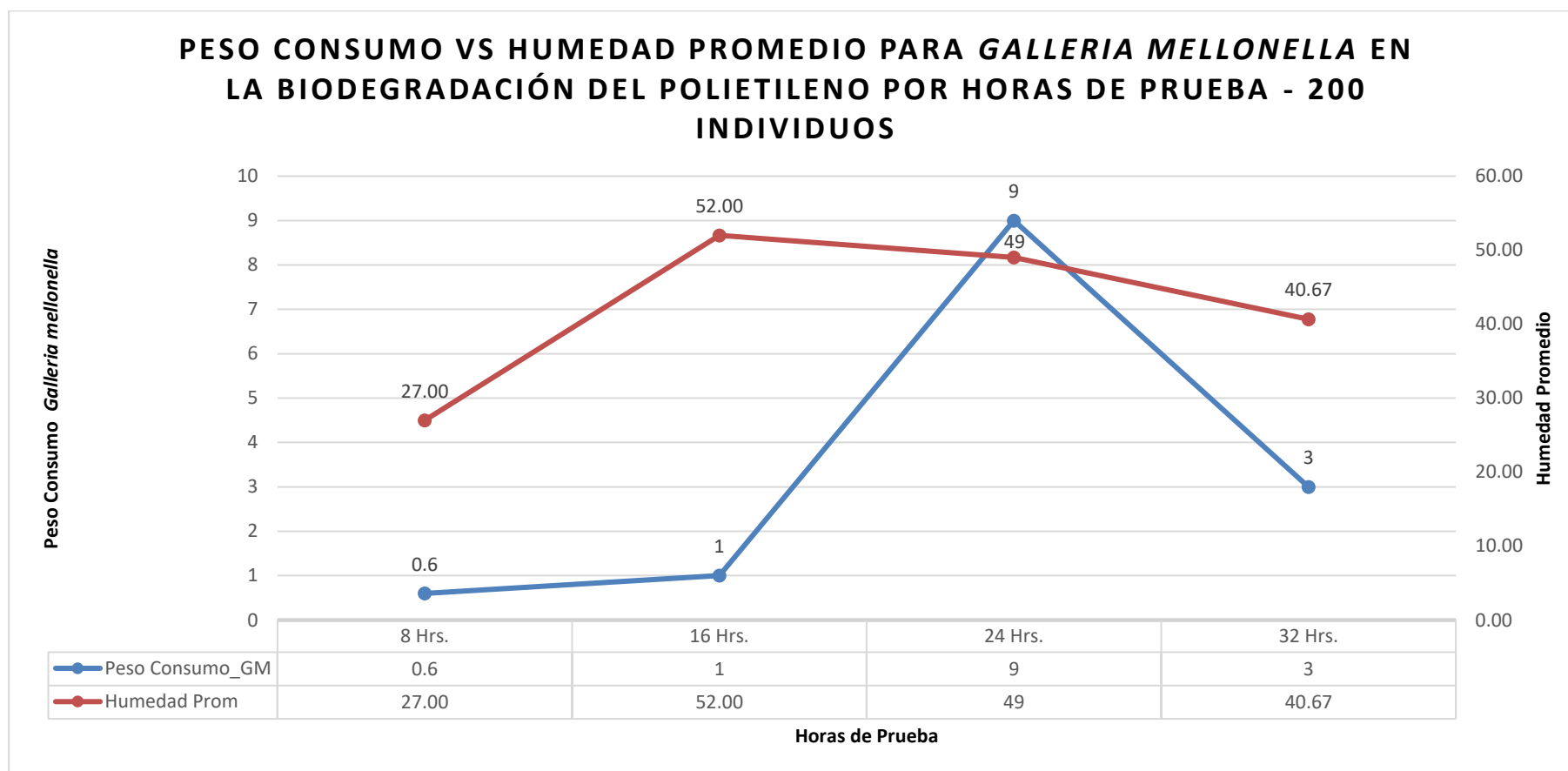
Figura 13. *Galleria mellonella* – 300 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Temperatura Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°13, el mayor consumo de polietileno por la *Galleria mellonella* es de 17gr. en la prueba de 24 horas a una temperatura promedio de 21.83°C, concluyendo que dicha temperatura favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de polietileno. Aceptando **H0**.

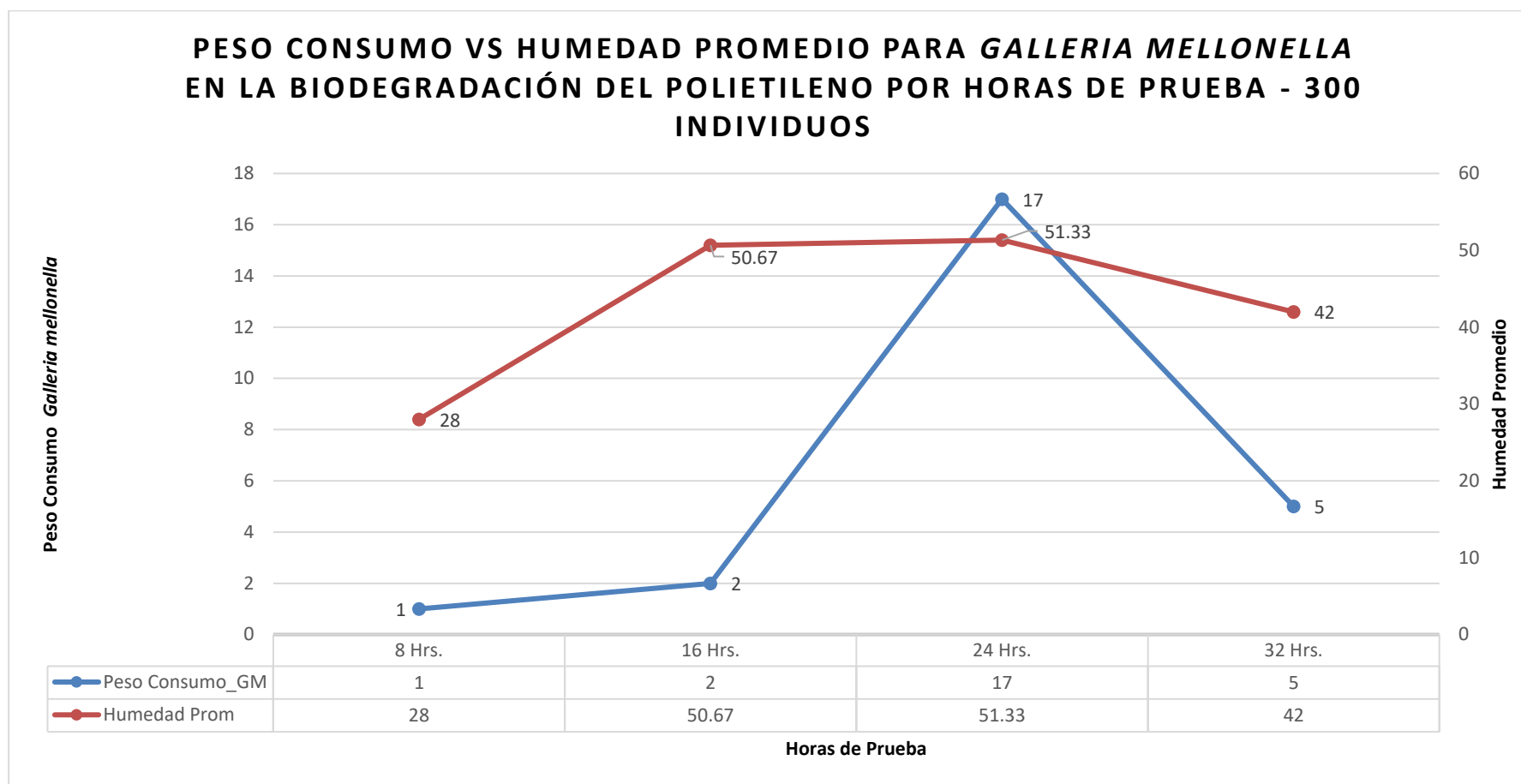
Figura 14. *Galleria mellonella* – 200 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Humedad Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°14, el mayor consumo de polietileno por la *Galleria mellonella* es de 9gr. en la prueba de 24 horas a una humedad relativa promedio de 49%, concluyendo que dicha humedad favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de polietileno. Aceptando **H0**.

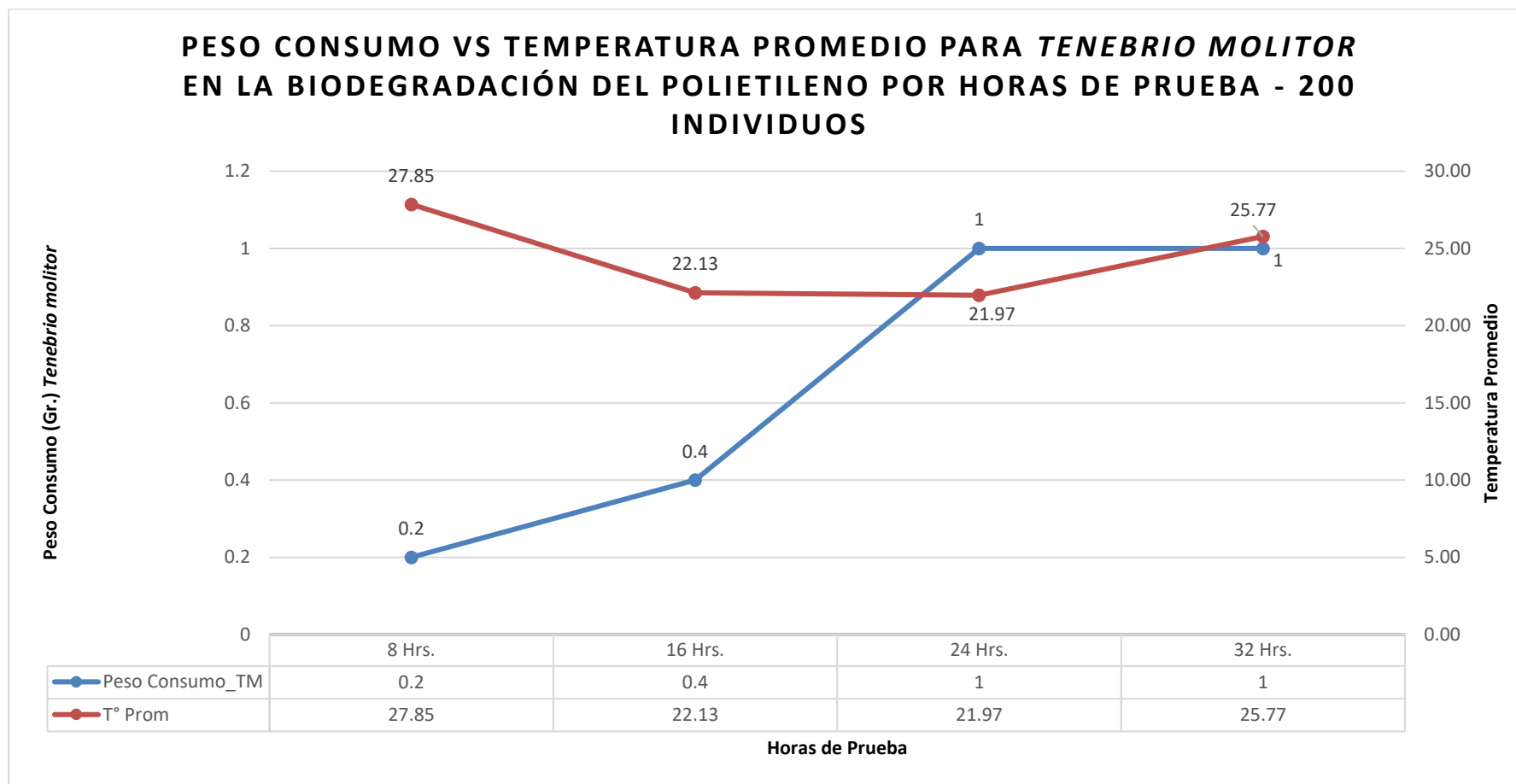
Figura 15. *Galleria mellonella* – 300 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Humedad Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°15, el mayor consumo de polietileno por la *Galleria mellonella* es de 17gr. en la prueba de 24 horas a una humedad relativa promedio de 51.33%, concluyendo que dicha humedad favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de polietileno. Aceptando **H0**.

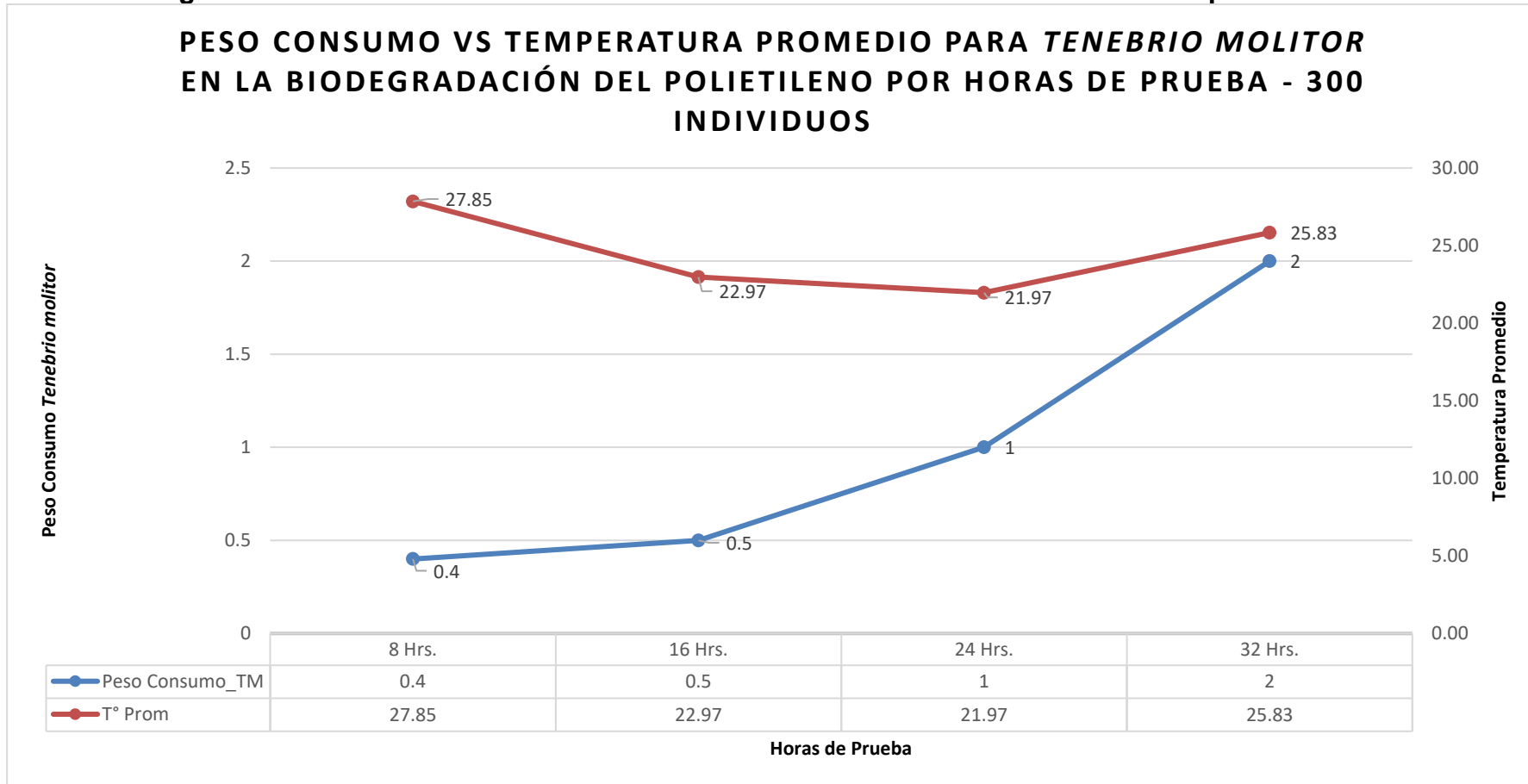
Figura 16. *Tenebrio molitor* – 200 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Temperatura Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°16, los consumos más altos de polietileno por *Tenebrio molitor* son de 1gr. en las pruebas de 24 y 32 horas a temperaturas promedio de 21.97°C y 25.77°C respectivamente, concluyendo que ambas temperaturas favorecieron a la reducción de la biodegradación por contaminación de polietileno. Aceptando **H0**.

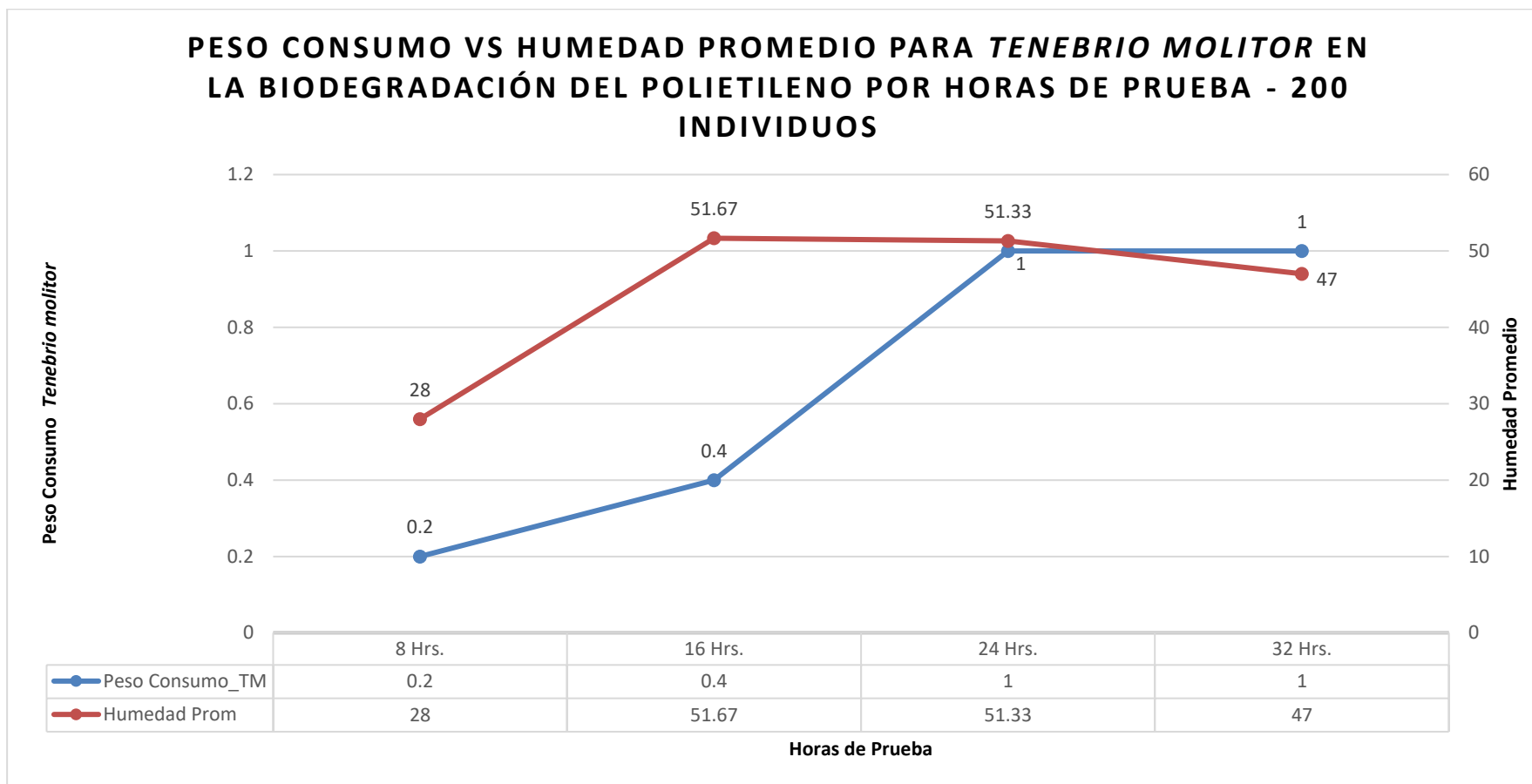
Figura 17. *Tenebrio molitor* – 300 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Temperatura Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°17, el mayor consumo de polietileno por *Tenebrio molitor* es de 2gr. en la prueba de 32 horas a una temperatura promedio de 25.83°C, concluyendo que dicha temperatura favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de polietileno. Aceptando **H0**.

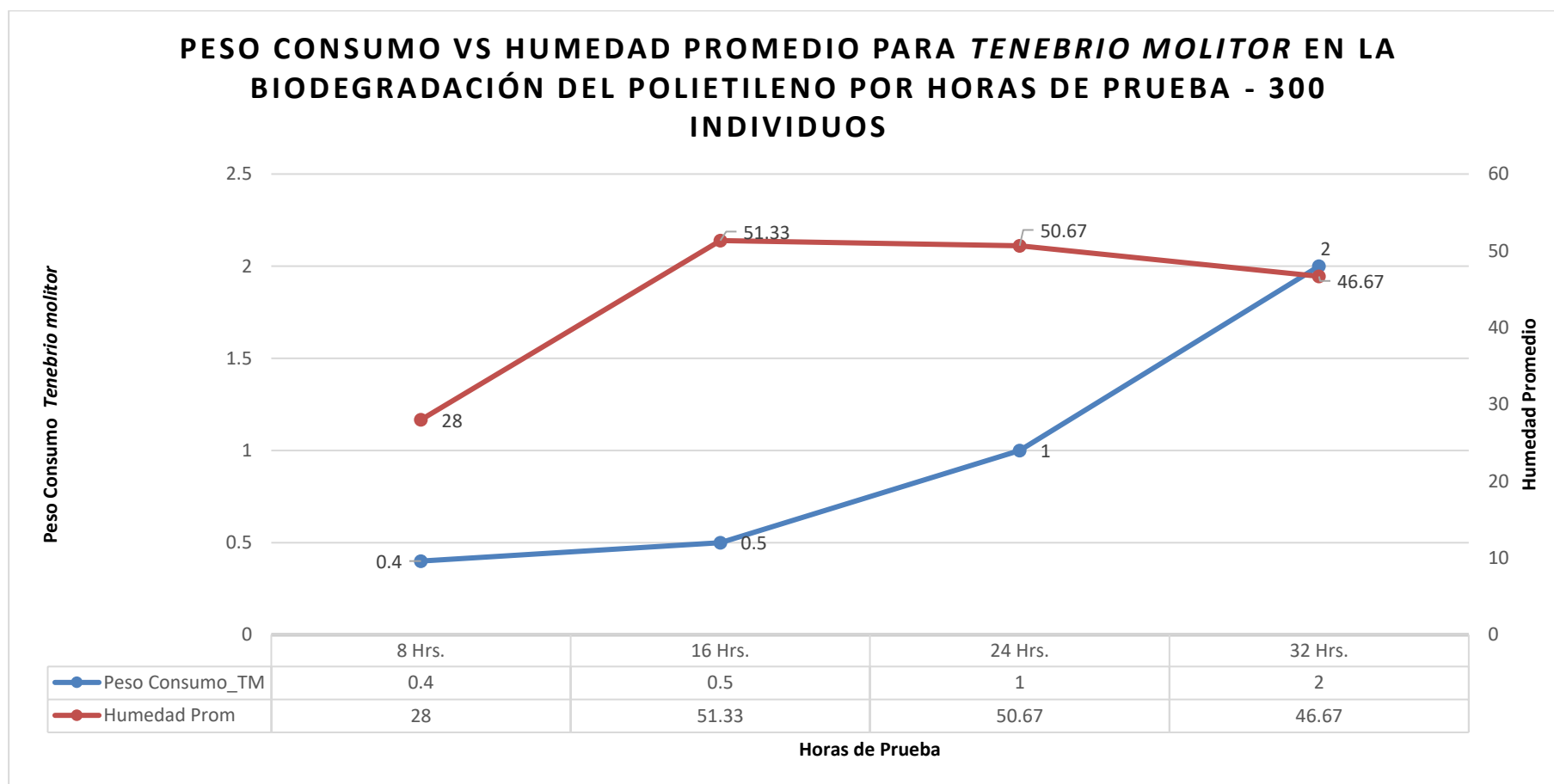
Figura 18. *Tenebrio molitor* – 200 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Humedad Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°18, los consumos más altos de polietileno por *Tenebrio molitor* son de 1gr. en las pruebas de 24 y 32 horas a humedades relativas promedio de 51.33% y 47% respectivamente, concluyendo que ambos porcentajes de humedad favorecieron a la reducción de la biodegradación por contaminación de polietileno.

Figura 19. *Tenebrio molitor* – 300 individuos: Peso Consumo Polietileno vs Humedad Promedio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En relación al análisis de la Figura N°19, el mayor consumo de polietileno por *Tenebrio molitor* es de 2gr. en la prueba 32 horas a una humedad relativa promedio de 46.67%, concluyendo que dicho porcentaje de humedad favoreció a la reducción de la biodegradación por contaminación de polietileno. Aceptando **H0**.

V. DISCUSIÓN

Conforme al **objetivo general** de esta investigación, los resultados alcanzados indican que la capacidad de biodegradación de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* posibilitan la reducción de la contaminación por polietileno y el PEBD, Vítor, Arequipa, 2021. De manera similar, Cardozo (2020), indica que, el *Tenebrio molitor* tiene la capacidad para consumir el poliestireno a menor escala, así mismo se evidencia que la cantidad de individuos empleados y el tiempo de exposición, no representa un factor determinante en este estudio al momento de biodegradar el poliestireno. Además, en los resultados de la investigación de Álvarez y Botache (2019), determinaron que, el *Tenebrio molitor* biodegrada tanto el poliestireno como el polietileno, no obstante, afirman que la cantidad biodegradada de polietileno es menor a la del poliestireno. No obstante, Bombelli, J. Howe & Bertocchini (2017), en su artículo de investigación indicaron que, la *Galleria mellonella* posee una capacidad rápida de biodegradación de polietileno con una biodegradación promedio de 0,023 gr. Mientras tanto, Deras (2018), como resultado de su estudio señaló que, las larvas de *Galleria mellonella* no tienen la capacidad de biodegradar el polietileno de baja densidad, debido a que no se encuentran en su medio natural y la crianza en condiciones de laboratorio con alimentación artificial hace imposible asimilar y aprovechar el polietileno de baja densidad.

Para más información sobre la comparación de los pesos finales ir a ANEXOS:

- ANEXO N°7: Capacidad de biodegradación – Poliestireno (Figura N°01: Pesos finales *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* – 200 individuos Figura N°02: Pesos finales *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* – 300 individuos)

- ANEXO N°8: Capacidad de biodegradación – Polietileno

(Figura N°03: Pesos finales *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* – 200 individuos Figura N°04: Pesos finales *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* – 300 individuos).

De acuerdo al **primer objetivo específico** de este estudio; los resultados señalaron que, el peso consumo de la especie *Galleria mellonella* es mayor al peso consumo de la especie *Tenebrio molitor*. afectando en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y polietileno (Anexo N°10). Asimismo, Siesquen y Trujillo (2019), en sus resultados obtenidos indicaron que, hubo una disminución

significativa de 0,12 gr del poliestireno en relación al tiempo entre 24 y 72 horas, concluyendo que, la *Galleria mellonella* biodegrada el poliestireno. Aunado a esto, en su artículo de investigación Jiang et al. (2021), concluyeron que, el consumo del poliestireno fue más elevado por parte de la *Galleria mellonella* con un consumo de 3.08 gr y el *Tenebrio molitor* con 0.19 gr, indicando así que la especie con mayor capacidad de biodegradación es la *Galleria mellonella*. Así también, Daviran (2017), en sus resultados, indica una influencia de biodegradación del poliestireno poco eficiente por parte del *Tenebrio molitor*.

En relación al **segundo objetivo específico** de este estudio se observa que, los resultados obtenidos en las pruebas realizadas evidencian que los decesos del *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* no afectan en la reducción de la biodegradación de la contaminación por poliestireno (Anexo N°11), puesto que, el número de decesos para *Tenebrio molitor* va de 1 a 9 individuos, para la *Galleria mellonella* el número de decesos va de 2 a 8 individuos. Del mismo modo, ocurre para la biodegradación por contaminación del polietileno, donde el *Tenebrio molitor* tiene decesos que va 3 a 16 individuos y la *Galleria mellonella* de 2 a 6 decesos de individuos, por consiguiente, la cantidad de decesos de ambas especies no afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación por poliestireno y PEBD. Vitor, Arequipa, 2021. Así también, Jiménez et al. (2019), concluyeron que, el *Tenebrio molitor* logra consumir el poliestireno sin que arriesgue significativamente su supervivencia. En el mismo sentido, López (2020), en sus conclusiones estableció que, las larvas del *Tenebrio molitor* muestra mayor supervivencia en el consumo de poliestireno. No obstante, Deras (2018), indica que, la *Galleria mellonella* no debe ser alimentada únicamente de polietileno, puesto que afecta de manera negativa en su crecimiento y supervivencia, concluyendo que no es viable considerar a esta especie como una alternativa en la biodegradación por contaminación de residuos plásticos. Lo que corrobora, Márquez (2019), mencionando que, existen desigualdades considerables en los decesos de las larvas de *Galleria mellonella* alimentadas con poliestireno y polietileno, debido a que estos plásticos no proporcionan los elementos necesarios para su correcto desarrollo.

En relación al **tercer objetivo específico**, los resultados de esta investigación indican que, la mayor cantidad de consumo de poliestireno que realizaron las

especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* en relación a la temperatura promedio oscila entre los 21.4°C y 26.57°C y en relación a la Humedad relativa promedio oscila entre los 47.67% y 49.67%, ambas condiciones se evidencian en las pruebas de 24 y 32 horas. En el mismo sentido, se observa que la mayor cantidad de consumo de polietileno que realizaron las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* en relación a la temperatura promedio oscila entre los 21.86°C y 25.83°C y en relación a la Humedad relativa promedio oscila entre los 47.67% y 48.67%, ambas condiciones se evidencian en las pruebas de 24 y 32 horas. Muy por el contrario, Albarracín (2020), concluyó que, el consumo de poliestireno por *Tenebrio molitor* influye favorablemente a temperaturas promedio de 16°C con inclinación a temperaturas bajas y su consumo disminuye a temperaturas de 29°C en promedio. Acercándose a nuestro resultado, Márquez (2019), en su investigación indica que, la temperatura óptima para la biodegradación de polietileno por *Galleria mellonella* es de 27°C y 70% humedad, sin embargo, este último valor difiere a la humedad obtenida en la presente investigación.

VI. CONCLUSIONES

- Considerando el **objetivo general** de esta investigación, se concluye que las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* tienen la capacidad de biodegradación, posibilitando la reducción de la contaminación por poliestireno y polietileno, Vitor, Arequipa, 2021; importante señalar que, las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* tuvieron un comportamiento de biodegradación favorable. El consumo del poliestireno por el *Tenebrio Mellonella* y *Galleria mellonella* fue de un 6% y un 18% respectivamente en relación al peso inicial del Total de la población utilizada. Del mismo modo, consumieron el polietileno con un porcentaje del 25% para la *Galleria mellonella* y 4% para el *Tenebrio molitor*, cabe señalar que, esta especie muestra un comportamiento con escasa movilidad a diferencia de la *Galleria Mellonella*, que es un gusano enérgico.
- De acuerdo al **primer objetivo específico** de este estudio, se concluye que, el peso consumo de la especie *Galleria mellonella* es mayor al peso consumo del *Tenebrio molitor*, afectando la reducción de la biodegradación por contaminación del poliestireno y polietileno, Vitor, Arequipa, 2021; en vista de los resultados alcanzados se demostró que, la *Galleria mellonella* tiene un peso de consumo Total de 43% en relación al poliestireno y polietileno, muy por el contrario, el *Tenebrio molitor*, obtuvo un resultado porcentual del 10% en el consumo de los mismos. No obstante, el *Tenebrio molitor*, en la mayoría de las pruebas de poliestireno no deja gran evidencia de consumo, pero observando con detenimiento se puede apreciar las pequeñas mordidas que ejercen. Aunado a esto, se encontraron los trozos con clara evidencia del consumo ya que, dejan rastros de color y textura similar a la del algodón; en el caso del polietileno sus mordidas evidentemente pequeñas son un punto en contra, porque dificulta el proceso al momento de clasificar los trozos consumidos.
- Conforme al **segundo objetivo específico** de este estudio, se concluye que, el deceso de las especies *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, no afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021. Por lo tanto, podemos considerar que, los resultados encontrados no tienen suficiente relevancia como para considerar

que afecten en el proceso de biodegradación del poliestireno y polietileno, esto se evidencia tras el análisis del desarrollo de este estudio; el porcentaje de decesos para 200 y 300 individuos de *Galleria mellonella* representa un 6% y 3% del Total de horas de prueba tomadas al poliestireno, sin embargo, el *Tenebrio molitor*, tiene un porcentaje más elevado que representa el 7 y 5% del Total de horas de prueba. Respecto al polietileno el porcentaje de decesos para 200 y 300 individuos de *Galleria mellonella* representa un 7 y 5% del Total de horas de prueba tomadas; sin embargo, el *Tenebrio molitor*, tiene un porcentaje más elevado que representa el 16 y 8% del Total de horas de prueba. Por otro lado, es preciso mencionar que los decesos se dieron en las pruebas de 24 y 32 horas para ambos residuos.

- De acuerdo al **tercer objetivo específico** de esta investigación, se concluye que, las especies consumieron más poliestireno en una temperatura promedio oscilante entre los 21.4°C y 26.57°C y una humedad relativa entre los 47.67% y 49.67%. Del mismo modo, para el consumo de polietileno se dio en temperatura promedio que oscilan entre los 21.86°C y 25.83°C, con una humedad relativa promedio que va entre los 47.67% y 48.67%, es importante mencionar que, estas condiciones se dieron durante las pruebas de 24 y 32 horas. Además, se observó que el *Tenebrio molitor* es más sensible a la luz, así como también al clima frío, debido a este último su comportamiento cambia y disminuye su movilidad.

VII. RECOMENDACIONES

En este estudio se obtuvieron resultados interesantes como, por ejemplo, el consumo Total de las especies *Galleria mellonella* y *Tenebrio molitor*, se evidenciaron un consumo Total para ambos contaminantes del 53%, quedando un 47% sin ser consumido debido al tiempo (3 días con 8 horas) considerado para el desarrollo de esta investigación. Por ello es necesario recomendar a los nuevos investigadores ampliar el espacio de tiempo para futuras investigaciones.

Se recomienda que para investigaciones, con periodos de tiempo más prolongados y con mayor cantidad de especies de *Galleria mellonella* y *Tenebrio molitor*, se considere establecer medios de crianza con una dieta relativamente balanceada entre la cera de abeja, así como miel de abeja, glicerina y sustrato (pan molido, salvado de trigo, pulpa de tomate, zanahoria rallada) respectivamente para cada especie y que no únicamente se les alimente con los contaminantes a biodegradar. Sin embargo, durante el proceso de toma de prueba deben de ser alimentadas únicamente con ello para que se acostumbren al material y se evidencie su consumo.

Tener mucho cuidado al manipular las especies, debido a que, en el caso de la *Galleria mellonella* es un individuo suave al tacto.

Así mismo, se observó que el *Tenebrio molitor* al momento de su alimentación a base de poliestireno, no deja evidencia notoria en los trozos. Por lo tanto, se recomienda observar con detenimiento las pequeñas mordidas que ejercen estos gusanitos.

Recomendamos realizar más investigaciones respecto a estas dos especies a fin de hallar una solución sostenible con el ambiente para combatir la contaminación por residuos plásticos como en este caso el poliestireno y polietileno.

Finalmente se recomienda considerar que, si se utiliza contenedores de derivados de madera prensada MDF, lo más probable es que el *Tenebrio molitor* se alimente de ello (Anexo N°6), así también y no menos importante se debe considerar que los contenedores empleados deben de estar herméticamente cerrados, pero con pequeños agujeros para su oxigenación, ya que la *Galleria mellonella* es una

especie que transpira cuando no tiene suficiente oxígeno y en muchas ocasiones los gusanos más pequeños mueren.

REFERENCIAS

- ALBARRACIN Liendo, Renza L. Evaluación de las Condiciones termohigrométricas y ambientales en *Tenebrio molitor* que influye en la biodegradación de poliestireno. Tesis (Ingeniero Ambiental). Tacna: Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ingeniería, 2020.
Disponible en:
<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1701/Albarracin-Liendo-Renza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ALVAREZ E. Dolly N. y Botache L. Lina M. Biodegradación de plástico con larvas del coleóptero *Tenebrio molitor* como un aporte interdisciplinar a la biotecnología ambiental. Trabajo de Grado (Título de Licenciada en Biología). Bogotá D.C: Universidad Pedagógica Nacional. 2020.
Disponible en:
http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12205/Biodegradacion_de_Plastico_con_Larvas_Tm%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arequipeños usan hasta tres toneladas de plástico a la semana. [en línea]. Diario El Pueblo. 6 junio 2018. [fecha de consulta: 5 diciembre 2021].
Disponible en:
<https://diarioep.pe/arequipenos-usan-hasta-tres-toneladas-de-plastico-a-la-semana/>
- Bolsas de plástico: usamos 500.000 millones al año. Fundación AQUAE. [en línea]. 20 febrero 2021. [Fecha de consulta: 25 de octubre 2021].
Disponible en:
<https://www.fundacionaquae.org/usamos-500-000-millones-de-bolsas-al-ano/>
- BOMBELLI Paolo, J. HOWE Christopher y BEROCCHINI Federica. Polyethylene bio-degradation by caterpillars of the wax moth *Galleria mellonella*. Science Direct. Current Biology. [en línea]. Vol 27. 24 abril 2017.
Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982217302312>
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.02.060>
- CARDOZO Sánchez, Marby Lizeth. Biodegradación del poliestireno expandido por larvas de *Tenebrio molitor* l. (Coleóptera: Tenebrionidae), en condiciones de laboratorio. Proyecto de Investigación (Título de Ingeniera Ambiental). Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, 2020.
Disponible en:
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/34873>
- DAVIRAN Yance, Peter A. Biodegradación de la Espuma de Poliestireno por la Larva de *Tenebrio molitor* para producción de Abono. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Escuela profesionales de Ingeniería Ambiental, 2017.
Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22578/Daviran_YP.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- DA SILVA C. Franciele, GONÇALVES Elizandra, VALDIVIA A. Beatriz A., BENTO Gisele G., DA SILVA C. Thiago L., SOLEMAN H. Salma S. y DA

SILVA Rudney. Estimadores de consistencia interna en las investigaciones en salud: el uso del coeficiente alfa. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. [en línea]. Vol. 23. Nº1. marzo 2015.

Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342015000100019&script=sci_arttext&tIng=en

ISSN 1726-4634.

- DELGADO Amalia. El Tecnopor: la amenaza invisible. Clima de cambios. Pontificia Universidad Católica del Perú. [en línea]. 10 Julio 2018.

Disponible en:

<https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/el-tecnopor-la-amenaza-invisible/>

- DERAS Hernández Gonzalo A. Efecto del consumo de polietileno de baja densidad en el desarrollo de la polilla de la cera (*Galleria mellonella*, Lepidóptera: Pyralidae). Tesis (Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura). Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2018.

Disponible en:

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6367/1/IAD-2018-T011.pdf>

- Destruidores de cera: Lepidópteros (polilla de cera). [en línea] Fundación Amigos de las Abejas. 23 enero 2019. [Fecha de consulta: 14 diciembre 2021].

Disponible en:

<https://abejas.org/las-abejas/patologias-de-las-abejas/polilla-mayor-de-la-cera-galleria-mellonella-y-polilla-menor-de-la-cera-achroia-grisella/>

- ESPEJO Morales, Carmen P. Eficiencia de la biodegradación de residuos polietileno y poliestireno expandido por acción de la oruga *Galleria mellonella*. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Escuela académico profesional de Ingeniería Ambiental, 2019.

Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51015/EspejoMCP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- FAO. La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [en línea]. 02 mayo 2018.

Disponible en:

<https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/>

- HANCCO Nelly. Arequipa desecha 2 millones de bolsas a la semana. [en línea]. Diario Correo. 8 julio 2018. [fecha de consulta: 5 diciembre 2021].

Disponible en:

<https://diariocorreo.pe/edicion/arequipa/arequipa-desecha-2-millones-de-bolsas-la-semana-828983/>

- HERNANDEZ S., Roberto, FERNANDEZ C., Carlos y BAPTISTA L., Pilar. Metodología de la Investigación. [en línea]. Sexta Edición. México: McGraw-Hill. INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2014.

ISBN: 9781456223960

- HERNANDEZ S., Roberto, FERNANDEZ C., Carlos y BAPTISTA L., Pilar. Metodología de la Investigación. [en línea]. Cuarta Edición. México: McGraw-Hill. INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2006.

ISBN: 9701057538

- HUARANCCA Ñahuincopa, Cosme P. Biodegradación de poliestireno, por la acción de larvas de *Tenebrio molitor linnaeus*, a nivel de laboratorio. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, 2021.
Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/67647/Huarancca_%c3%91CP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IDALSOAGA, Marcela. Lepidópteros nocturnos y diurnos: el curioso fenómeno del aumento de polillas y mariposas. [en línea]. Diario El Rancagüino. 15 noviembre 2015.
Disponible en:
<http://www.elrancaguino.cl/2015/11/15/lepidopteros-nocturnos-y-diurnos-el-curioso-fenomeno-del-aumento-de-polillas-y-mariposas/>
- Insectorium. Insect farm: Una alternativa nutricional sostenible para atender la creciente demanda de alimento. [en línea]. 30 enero 2020.
Disponible en:
<https://insectorium.es/>
- JIANG Shan, SU Tingting, ZHAO Jingjing and WANG Zhanyong. Biodegradation of Polystyrene by *Tenebrio molitor*, *Galleria mellonella*, and *Zophobas Atratus* Larvae and Comparison of Their Degradation Effects. *MDPI. Polymers* 2021. [en línea]. Vol. 13. 14 octubre 2021.
Disponible en:
<https://www.mdpi.com/2073-4360/13/20/3539>
<https://doi.org/10.3390/polym13203539>
- JIMENEZ et al. (2019). Caracterización morfológica de *Tenebrio molitor* alimentado con poliestireno. Jóvenes en la Ciencia [en línea]. Volumen 5. n.º 1. 23 noviembre 2020. [Fecha de consulta: 02 de marzo 2022]. Conclusión.
Disponible en:
<http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/3486>
ISSN 2395-9797
- LA ONU lucha por mantener los océanos limpios de plásticos. Objetivos de desarrollo sostenible. [en línea]. 12 mayo 2017. Organización de las Naciones Unidas.
Disponible en:
<https://news.un.org/es/story/2017/05/1378771>
- LEBRETON Laurent y ANDRADY Anthony. Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Nature*. [en línea]. 29 enero 2019. [fecha de consulta: 14 diciembre 2021]
Disponible en:
<https://www.nature.com/articles/s41599-018-0212-7>
ISSN 2662-9992
- LÓPEZ Paredes, Michelle Katherine. Supervivencia de larvas de dos especies de escarabajos *Tenebrio molitor* y *Dermestes sp.* expuestas a dietas basadas en dos tipos de plásticos (polietileno y poliestireno). Proyecto de Investigación (Licenciada en Ciencias Biológicas y Ambientales). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2020.
Disponible en:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21338>

- MÁRQUEZ Pérez, Andrés Camilo. Viabilidad de la biodegradación de polietileno y poliuretano por la polilla de la cera (*Galleria mellonella*): factores que afectan tasas de degradación y supervivencia. Tesis (Título de Ecólogo). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2019.
Disponible en:
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/44251>
- MARQUINA B. Robert y CARBAJAL de W. Aida. Efecto de la temperatura en el ciclo de desarrollo de *Galleria mellonella* (Lepidóptera: Pyralidae). REBIOL: Revista de Investigación Científica. [en línea]. Vol. 37. 26 octubre 2018.
Disponible en
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/issue/view/341>
ISSN: 2313-3171
- MEDRANO V., Luis Carlos. Larvas de gusano de harina (*Tenebrio molitor*) como alternativa proteica en la alimentación animal. Monografía (Título de Zootecnista). Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Colombia, 2019.
Disponible en:
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28001>
- MINAM. Aprende a prevenir los efectos del mercurio. Salud y Ambiente. [en línea]. 20 febrero 2017.
Disponible en:
<https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-1.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-1-1.pdf>
- MINAM. Aprende a prevenir los efectos del mercurio. Residuos y áreas verdes. [en línea]. 20 febrero 2017.
Disponible en:
<https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-2.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-2.pdf>
- MINAM. Cifras del mundo y el Perú. Ministerio de Medio Ambiente. [en línea]. 05 octubre 2018. [Fecha de consulta: 25 de octubre 2021].
Disponible en:
<https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- MIRANDA, David. 20 datos sobre el problema del plástico en el mundo. *National Geographic* [en línea]. 17 noviembre 2021. [Fecha de consulta: 25 de octubre 2021].
Disponible en:
https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/20-datos-sobre-problema-plastico-mundo_15282
- MOLINA M., Víctor. Métodos de muestreo. Unidad III: Inferencia Estadística 215. Catedra de Caculo Estadístico y Biometría – Facultad de Ciencias Agrarias – Uncuyo. 2015.
Disponible en:
https://www.academia.edu/17345331/Muestreo?from=cover_page
- Objetivos de desarrollo sostenible: Como la basura afecta al desarrollo de América Latina. ONU. [en línea]. 12 octubre 2018.

- Disponible en:
<https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562>
- OVIEDO Heidi C. y CAMPO-ARIAS Adalberto. Aproximación al uso del coeficiente Alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*. [en línea]. Vol. 34. N°4. 2005.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000400009
 ISSN 0034-7450
 - PLASTICOS EN LOS OCENOS: Datos comparativas e impactos. [en línea]. 25 agosto 2016. GREENPEACE.
 Disponible en:
http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_en_los_oceanos_LR.pdf
 - Plásticos - Situación en 2020. Un análisis de los datos sobre producción, demanda y residuos de plásticos en Europa. Plastics Europe. [en línea]. 21 mayo 2020.
 Disponible en:
<https://plasticseurope.org/es/knowledge-hub/plasticos-situacion-en-2020/>
 - RIBEIRO Nuno, ABELHO Manuela y Costa Rui. A Review of the Scientific Literature for Optimal Conditions for Mass Rearing *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Entomological Science*. [en línea]. Vol. 53. 01 octubre 2018.
 Disponible en:
<https://meridian.allenpress.com/jes/article-abstract/53/4/434/134520/A-Review-of-the-Scientific-Literature-for-Optimal>
<https://doi.org/10.18474/JES17-67.1>
 ISSN: 0749-8004
 - RIOS R., Roger. Metodología para la Investigación y redacción. [en línea]. Málaga, España. Servicios Académicos Intercontinentales S.L. Setiembre 2017.
 Disponible en:
<https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1662/index.html?id=1662>
 ISBN-13: 978-84-17211-23-3
 - RODRIGUES Lucas, DE CASTRO Evandro, Mioru Felipe y BERNARDINO José. Biodegradação de polietileno de alta densidade por meio de larvas e insetos de *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae). *Revista Brasileira de Gestão Ambiental de Sustentabilidade*. [en línea]. Vol. 5. N°10. 31 agosto 2018.
 Disponible en:
<http://revista.ecogestaobrasil.net/v5n10/v05n10a25a.html>
 ISSN: 2359 – 1412
 - RODRIGUEZ Vega, Luis Carlos. CICLO BIOLÓGICO DE *Galleria mellonella* Linnaeus (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE). Tesis (Titulo Ingeniero Agronomo). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.
 Disponible en:
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2107>
 - RODRÍGUEZ E. Natalia, MCLAUGHLIN, Michael y PENNOCK, Daniel. La contaminación del suelo: Una realidad oculta. [en línea]. Roma. FAO. 2019.

Disponible en:

<https://www.fao.org/documents/card/es/c/i9183es/>

ISBN 9789251316399

- SARMIENTO Hernández, Angie Paola. Establecimiento e implementación de un protocolo de cría de gusano de harina *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), como apoyo al programa de conservación de la rana venenosa dorada *Phyllobates terribilis* (Anura: Dendrobatidae) en el Bioparque Wakatá, parque Jaime Duque. Trabajo de Grado (Título para Zootecnista). CCAV Zipaquirá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, 2018.

Disponible en:

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/17749>

- SIEMIANOWSKA Ewa, KOSEWSKA Agnieszka, ALJEWICZ Marek, SKIBNIEWSKA Krystyna A., POLAK-JUSZCZAK Lucyna, JAROCKI Adrian y JĘDRAS Marta. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. Agricultural Sciences. *Scientific Research: An Academic Publisher* [en línea]. Vol. 4 N° 6. 31 junio 2013.

[DOI:10.4236/as.2013.46041](https://doi.org/10.4236/as.2013.46041)

Disponible en:

https://www.scirp.org/html/3-3000443_33693.htm

- SIESQUEN Angulo, Blanca N. y TRUJILLO Ventura, Lourdes M. Utilización del gusano de cera (*Galleria mellonella*) para la biodegradación de los contenedores de poliestireno expandido (tecnopor). Tesis (Ingeniero Ambiental). Moyobaya: Universidad Cesar Vallejo, Escuela académico profesional de Ingeniería Ambiental, 2019.

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47724/Siesquen_ABN-Trujillo_VLM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

https://www.scirp.org/html/3-3000443_33693.htm

- TOLEDO, Claudia. Un gusano como alternativa para el manejo de desechos plásticos. *Revista Análisis de Realidad Nacional* [en línea]. Edición 150. Octubre 2018. [Fecha de consulta: 27 de octubre 2021]. Resumen.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Claudia_Toledo-Perdomo/publication/340223392_Un_gusano_como_alternativa_para_el_manejo_de_desechos_plasticos_Revista_Analisis_de_la_Realidad_Nacional_7150_97-104_2018/links/5e7d621e299bf1a91b7f09ef/Un-gusano-como-alternativa-para-el-manejo-de-desechos-plasticos-Revista-Analisis-de-la-Realidad-Nacional-7150-97-104-2018.pdf

[Un gusano como alternativa para el manejo de desechos plasticos Revista Analisis de la Realidad Nacional 7150 97-104 2018/links/5e7d621e299bf1a91b7f09ef/Un-gusano-como-alternativa-para-el-manejo-de-desechos-plasticos-Revista-Analisis-de-la-Realidad-Nacional-7150-97-104-2018.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Claudia_Toledo-Perdomo/publication/340223392_Un_gusano_como_alternativa_para_el_manejo_de_desechos_plasticos_Revista_Analisis_de_la_Realidad_Nacional_7150_97-104_2018/links/5e7d621e299bf1a91b7f09ef/Un-gusano-como-alternativa-para-el-manejo-de-desechos-plasticos-Revista-Analisis-de-la-Realidad-Nacional-7150-97-104-2018.pdf)

ISSN 2227-9113

- VELASCO Urdiales, Miguel J. Biodegradación del polietileno de baja densidad, mediante el uso del lepidóptero *Galleria mellonella* bajo condiciones térmicas controladas. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, 2017.

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12614/Velasco_UMJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- YANG Yu, YANG Jun, WU Wei-Min, ZHAO Jiao, SONG Yiling, GAO Longcheng, YANG Ruifu y JIANG Lei. *Biodegradation and Mineralization of Polystyrene by Plastic-Eating Mealworms: Part 1. Chemical and Physical Characterization and Isotopic Test*. Environmental Science & Technology. [en línea]. 05 setiembre 2015. [Fecha de consulta: 15 diciembre 2021].
Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/282046766_Biodegradation_and_Mineralization_of_Polystyrene_by_Plastic-Eating_Mealworms_Part_1_Chemical_and_Physical_Characterization_and_Isotopic_Tests
DOI: [10.1021/acs.est.5b02661](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b02661)

ANEXOS

Índice de anexos

| | |
|-------------|--|
| ANEXO N°1. | OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES |
| ANEXO N°2. | MATRIZ DE CONSISTENCIA |
| ANEXO N°3. | VALIDACIÓN DE EXPERTOS |
| ANEXO N°1. | Matriz de Consistencia (Ver Anexo N°2) |
| ANEXO N°2. | Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: “ <i>Galleria mellonella</i> - Poliestireno y Polietileno” |
| ANEXO N°3. | Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: “ <i>Tenebrio molitor</i> - Poliestireno y Polietileno” |
| ANEXO N°4. | CONFIABILIDAD ALFA DE CRONBACH |
| ANEXO N°5. | RECOLECCIÓN DE DATOS |
| ANEXO N°6. | PANEL FOTOGRÁFICO |
| ANEXO N°7. | CAPACIDAD DE BIODEGRADACIÓN POLIESTIRENO |
| ANEXO N°8. | CAPACIDAD DE BIODEGRADACIÓN POLIETILENO |
| ANEXO N°9. | ESTADÍSTICA GENERAL |
| ANEXO N°10. | PORCENTAJE DE PESO CONSUMO |
| ANEXO N°11. | PORCENTAJES DE DECESO |
| ANEXO N°12. | DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES |

ANEXO Nº1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN | |
|----------------------|---------------------------------------|---|--|---|----------------------------------|---------------|
| INDEPENDIENTE | Capacidad de biodegradación | <p>Es la predisposición de un componente a descomponer las moléculas que lo forman por medio de métodos naturales (Singh & Sharma (citado por Márquez, 2019))</p> <p>La biodegradación se da por una disolución química de materiales por acción de bacterias o por agentes biológicos. Generalmente utilizado para la ecología, biomedicina, medio ambiente y no olvidar la gestión de residuos, estos agentes son capaces de descomponer de nuevo dentro de los elementos naturales. (Agustín (citado por Velasco, 2017))</p> | La capacidad de biodegradación será calculada mediante el proceso de pesaje para obtener la diferencia entre los pesos. | Eficiencia de biodegradación | Peso inicial Peso final | Gr Gr. |
| DEPENDIENTE | Contaminación por poliestireno y PEBD | <p>Los residuos plásticos son un problema que abarca todo el mundo, dado que es un producto fácil y barato para su elaboración y perdura por una gran cantidad de tiempo. Por este motivo la población lo utiliza una vez, lo desechan y vuelven a comprar otra sin darse cuenta que, es así como dan inicio a la contaminación, causando daños en la fauna marina y aves, ya que estos lo confunden con alimentos. (Velasco,2017)</p> | Recolección del poliestireno y de polietileno de baja densidad para su posterior clasificación y troceo para colocarlos en los envases de vidrio que ya contienen las especies: <i>Galleria mellonella</i> y <i>Tenebrio molitor</i> | Consumo por <i>Tenebrio molitor</i> Consumo por <i>Galleria mellonella</i> | Peso Consumo Peso Consumo | Gr Gr. |
| | | | | Decesos de especies | Decesos | Unidades |
| | | | | Condiciones termohigrométricas | Temperatura Humedad. | °C % |

ANEXO N°2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|---|---|------------------------------------|--|--|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| Problema General | Objetivo General | Hipótesis General | Variable Independiente | | | | | |
| <p>¿Cómo la capacidad biodegradable de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i>, posibilita la reducción de la contaminación por poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021?</p> | <p>Establecer si la capacidad de biodegradación de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i>, posibilita la reducción de la contaminación por poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021.</p> | <p>La capacidad de biodegradación de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i>, posibilita la reducción de la contaminación por poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021.</p> | <p>Capacidad de biodegradación</p> | <p>Es la predisposición de un componente a descomponer las moléculas que lo forman por medio de métodos naturales (Singh & Sharma (citado por Márquez, 2019)) La biodegradación se da por una disolución química de materiales por acción de bacterias o por agentes biológicos. Generalmente utilizado para la ecología, biomedicina, medio ambiente y no olvidar la gestión de residuos, estos agentes son capaces de descomponer de nuevo dentro de los elementos naturales. (Agustín (citado por Velasco, 2017))</p> | <p>La capacidad de biodegradación será calculada mediante el proceso de pesaje para obtener la diferencia entre los pesos.</p> | <p>Eficiencia de biodegradación</p> | <p>Peso inicial Peso final</p> | <p>Gr. Gr.</p> |

| Problema Específico | Objetivo Específico | Hipótesis Específica | Variable Dependiente | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|--|--|---|---|--|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| ¿El peso consumo de la especie <i>Galleria mellonella</i> es mayor al peso consumo del <i>Tenebrio molitor</i> , afectando la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021? | Determinar si el peso consumo de la especie <i>Galleria mellonella</i> es mayor al peso consumo del <i>Tenebrio molitor</i> , afectando la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021. | El peso consumo de la especie <i>Galleria mellonella</i> es mayor al peso consumo del <i>Tenebrio molitor</i> , afectando la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021. | | Los residuos plásticos son un problema que abarca todo el mundo, dado que es un producto fácil y barato para su elaboración y perdura por una gran cantidad de tiempo. Por este motivo la población lo utiliza una vez, lo desechan y vuelven a comprar otra sin darse cuenta que, es así como dan inicio a la contaminación, causando daños en la fauna marina y aves, ya que estos lo confunden con alimentos. (Velasco,2017) | Recolección del poliestireno y de polietileno de baja densidad para su posterior clasificación y troceo para colocarlos en los envases de vidrio que ya contienen las especies: <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> | Consumo de <i>Tenebrio molitor</i> . | Peso Consumo. | Gr. |
| | | | | | | Consumo de <i>Galleria mellonella</i> | Peso Consumo. | Gr. |
| ¿De qué manera el deceso de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> , afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021? | Estimar si el deceso de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> , afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021. | El deceso de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> , afecta en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021. | Contaminación por poliestireno y polietileno de Baja Densidad | | | Deceso de especies | Deceso | Unidades |
| ¿Las condiciones termohigrométricas de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> , afectan en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021? | Evaluar si las condiciones termohigrométricas de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> , afectan en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021. | Las condiciones termohigrométricas de las especies <i>Tenebrio molitor</i> y <i>Galleria mellonella</i> , afectan en la reducción de la biodegradación por contaminación de poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021. | | | | Condiciones termohigrométricas | Temperatura Humedad Relativa | °C % |

ANEXO Nº3. VALIDACIÓN DE EXPERTOS

ANEXO Nº1. Matriz de Consistencia (Ver Anexo Nº2)

ANEXO Nº2. Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: "Galleria mellonella - Poliestireno y Polietileno"

| Galleria mellonella | | | | | | | |
|-------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------------|----------------|------------------|------------------|
| Poliestireno | | | | | | | |
| INGRESO: 200 INDIVIDUOS | | | | INGRESO: 300 INDIVIDUOS | | | |
| MUESTRA 01 | | PRE-PRUEBA 8H | | MUESTRA 02 | | PRE-PRUEBA 8H | |
| HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |
| PESO INICIAL: 10 GR | | | | PESO INICIAL: 20 GR | | | |
| TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| IN | | RH | | IN | | RH | |
| MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | |
| TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| IN | | RH | | IN | | RH | |
| MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | |
| | | | | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 16H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 16 H | |
| HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |
| PESO INICIAL | | | | PESO INICIAL 35 GR | | | |
| TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| IN | | RH | | IN | | RH | |
| MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| HORA: | | FECHA: | | HORA: | | FECHA: | |
| TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| IN | | RH | | IN | | RH | |

| | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------------|----------------|------------------|------------------|
| | MAX | | RH | MAX | | RH | | |
| | MIN | | RH | MIN | | RH | | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA INGRESO: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| | PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 24 H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 24 H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |
| | PESO INICIAL | 40 GR | | | PESO INICIAL | 50 GR | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| MEDIA | HORA: | | FECHA: | | HORA: | | FECHA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| | PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|-------------|------------------|-----------------------|--------------------|-------------|------------------|--|
| | | | | | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 32 H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 32 H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |
| | PESO INICIAL 55 GR | | | | PESO INICIAL 65 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| MEDIA | HORA: | | FECHA: | | HORA: | | FECHA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
| | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | | | |

Galleria mellonella

Polietileno

| | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------|---------------|------------------|-------------------------|---------------------|---------------|------------------|--|
| INGRESO: 200 INDIVIDUOS | | | | INGRESO: 300 INDIVIDUOS | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRE-PRUEBA 8H | | MUESTRA 02 | | PRE-PRUEBA 8H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |
| | PESO INICIAL: 10 GR | | | | PESO INICIAL: 20 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |

| | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| | PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | | | |
| MUESTRA 01 PRUEBA 16H | | | | MUESTRA 02 PRUEBA 16 H | | | | |
| HORA INGRESO: FECHA INGRESO: | | | | HORA INGRESO: FECHA INGRESO: | | | | |
| INGRESO | PESO INICIAL | | | | PESO INICIAL 35 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| MEDIA | HORA: | | FECHA: | | HORA: | | FECHA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA INGRESO: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| | PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
| | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | | | |
| MUESTRA 01 PRUEBA 24 H | | | | MUESTRA 02 PRUEBA 24 H | | | | |
| INGR ECC | HORA INGRESO: FECHA INGRESO: | | | | HORA INGRESO: FECHA INGRESO: | | | |
| | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | PESO INICIAL 40 GR | | | | PESO INICIAL 50 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| MEDIA | HORA: | | | | FECHA: | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | | | FECHA SALIDA: | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| | PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 32 H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 32 H | | |
| HORA INGRESO: | | | | FECHA INGRESO: | | | | |
| PESO INICIAL 55 GR | | | | PESO INICIAL 65 GR | | | | |
| TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| IN | | RH | | IN | | RH | | |
| MAX | | RH | | MAX | | RH | | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| MEDIA | HORA: | | | | FECHA: | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | | | FECHA SALIDA:7 FEBRERO | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |

| PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | |
|-----------------------|----------------|---------|------------------|-----------------------|----------------|---------|------------------|
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | |

ANEXO Nº3. Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: “Tenebrio molitor- Poliestireno y Polietileno”

| <i>Tenebrio molitor</i> | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------|----------------|------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|------------------|------------------|
| Poliestireno | | | | | | | | |
| INGRESO: 200 INDIVIDUOS | | | | INGRESO: 300 INDIVIDUOS | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRE-PRUEBA 8H | | MUESTRA 02 | | PRE-PRUEBA 8H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |
| | PESO INICIAL: 10 GR | | | | PESO INICIAL: 20 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| | PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| | | | | | | | | |
| | OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | |
| | | | | | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 16H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 16 H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |
| | PESO INICIAL | | | | PESO INICIAL 35 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| MEDIA | HORA: | | FECHA: | | HORA: | | FECHA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | |
| SALID | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA INGRESO: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |

| | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|----------------|--------------------|------------------------|--------------------|----------------|--------------------|------------------|
| | IN | | RH | IN | | RH | | |
| | MAX | | RH | MAX | | RH | | |
| | MIN | | RH | MIN | | RH | | |
| | PESO FINAL | | | PESO FINAL | | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| MUESTRA 01 PRUEBA 24 H | | | | MUESTRA 02 PRUEBA 24 H | | | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |
| | PESO INICIAL 40 GR | | PESO INICIAL 50 GR | | PESO INICIAL 50 GR | | PESO INICIAL 50 GR | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | IN | | RH | | |
| | MAX | | RH | MAX | | RH | | |
| MIN | | RH | MIN | | RH | | | |
| MEDIA | HORA: | | FECHA: | | HORA: | | FECHA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | IN | | RH | | |
| | MAX | | RH | MAX | | RH | | |
| | MIN | | RH | MIN | | RH | | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | IN | | RH | | |
| | MAX | | RH | MAX | | RH | | |
| | MIN | | RH | MIN | | RH | | |
| | PESO FINAL | | | PESO FINAL | | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| MUESTRA 01 PRUEBA 32 H | | | | MUESTRA 02 PRUEBA 32 H | | | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |

| | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|---------------|------------------|--|
| | PESO INICIAL 55 GR | | | | PESO INICIAL 65 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| MEDIA | HORA: | | FECHA: | | HORA: | | FECHA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: 7 FEBRERO | | HORA: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
| | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | | | |
| <i>Tenebrio molitor</i> | | | | | | | | |
| Polietileno | | | | | | | | |
| INGRESO: 200 INDIVIDUOS | | | | INGRESO: 300 INDIVIDUOS | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRE-PRUEBA 8H | | MUESTRA 02 | | PRE-PRUEBA 8H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | |
| | PESO INICIAL: 10 GR | | | | PESO INICIAL: 20 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| MAX | | RH | | MAX | | RH | | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |

| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
|----------------|-----------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------------|----------------|------------------|------------------|--|
| | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 16H | | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 16 H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | |
| | PESO INICIAL | | | | PESO INICIAL 35 GR | | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | | |
| MEDIA | HORA: | | FECHA: | | HORA: | | FECHA: | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| SALIDA | HORA SALIDA: | | FECHA SALIDA: | | HORA INGRESO: | | FECHA SALIDA: | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | | |
| | MIN | | RH | | MIN | | RH | | |
| | PESO FINAL | | | | PESO FINAL | | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | | |
| | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 24 H | | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 24 H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | HORA INGRESO: | | FECHA INGRESO: | | |
| | PESO INICIAL 40 GR | | | | PESO INICIAL 50 GR | | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | | RH | | IN | | RH | | |
| | MAX | | RH | | MAX | | RH | | |
| MIN | | RH | | MIN | | RH | | | |
| MEDIA | HORA: | | FECHA: | | HORA: | | FECHA: | | |



OBSERVACIONES

OBSERVACIONES

ANEXO Nº 4: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Túllume Chavesta Milton César
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Perito Forestal
- 1.3. **Especialidad del validador:** Dr. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: "*Galleria mellonella* - Poliestireno y Polietileno".
- 1.5. **Título de la investigación:** "Capacidad Biodegradable entre *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, en la Contaminación por Poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021"
- 1.6. **Autor del instrumento:** Guillén Almonte, Tatiana Yosseline / Paredes Gamarra Rocío Milagros

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 00-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|----------------------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | 96 |
| 2. Objetividad | Está expresado en conductas observables. | | | | | 96 |
| 3. Actualidad | Adecuado a la coyuntura actual. | | | | | 97 |
| 4. Organización | Existe una organización lógica. | | | | | 97 |
| 5. Suficiencia | Comprende los aspectos de problemática y solución. | | | | | 97 |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos objetivos. | | | | | 96 |
| 7. Consistencia | Basados en aspectos teóricos-científicos. | | | | | 97 |
| 8. Coherencia | Existe entre los objetivos, variables e hipótesis. | | | | | 98 |
| 9. Metodología | La estrategia responde al propósito del objetivo. | | | | | 98 |
| 10. Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | 98 |
| PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN | | | | | | 97 |

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 97 %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 16 de febrero del 2022



Firma del experto informante

CIP: 144820

DNI: 07482588

Teléfono: 966 255 191

ANEXO Nº 4: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

IV. DATOS GENERALES

- 4.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Núñez Gamboa Luis Johan
 4.2. **Cargo e institución donde labora:** Inspector SUNAFIL
 4.3. **Especialidad del validador:** Magister en Gestión Ambiental
 4.4. **Nombre del instrumento:** Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: "*Galleria mellonella* - Poliestireno y Polietileno".
 4.5. **Título de la investigación:** "Capacidad Biodegradable entre *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, en la Contaminación por Poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021"
 4.6. **Autor del instrumento:** Guillén Almonte, Tatiana Yosseline / Paredes Gamarra Rocío Milagros

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 00-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|----------------------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | 90 |
| 2. Objetividad | Está expresado en conductas observables. | | | | | 90 |
| 3. Actualidad | Adecuado a la coyuntura actual. | | | | | 95 |
| 4. Organización | Existe una organización lógica. | | | | | 95 |
| 5. Suficiencia | Comprende los aspectos de problemática y solución. | | | | | 90 |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos objetivos. | | | | | 90 |
| 7. Consistencia | Basados en aspectos teóricos-científicos. | | | | | 93 |
| 8. Coherencia | Existe entre los objetivos, variables e hipótesis. | | | | | 95 |
| 9. Metodología | La estrategia responde al propósito del objetivo. | | | | | 95 |
| 10. Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | 95 |
| PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN | | | | | | 92.8 |

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 92.8%

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 16 de febrero del 2022



Firma del experto informante

CIP: 144820

DNI: 10819037

Teléfono: 997 948 808



ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Vargas Febres Jorge Rogelio
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Sub Gerente de Manejo integral de residuos sólidos Municipalidad provincial de Calca.
- 1.3. **Especialidad del validador:** Magister en Gerencia, Auditoría y Gestión ambiental en UNSA – Arequipa.
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Control de Peso, Condiciones Biológicas y Tasa de Supervivencia: "Galleria Mellonella - Poliestireno y Polietileno".
- 1.5. **Título de la investigación:** "Capacidad Biodegradable entre Tenebrio Molitor y Galleria Mellonella, en la Contaminación por Poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021"
- 1.6. **Autor del instrumento:** Guillén Almonte, Tatiana Yosseline / Paredes Gamarra Rocio Milagros

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 00-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|----------------------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | 80 | |
| 2. Objetividad | Está expresado en conductas observables. | | | | | 85 |
| 3. Actualidad | Adecuado a la coyuntura actual. | | | | | 87 |
| 4. Organización | Existe una organización lógica. | | | | 80 | |
| 5. Suficiencia | Comprende los aspectos de problemática y solución. | | | | 80 | |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos objetivos. | | | | | 84 |
| 7. Consistencia | Basados en aspectos teóricos-científicos. | | | | | 87 |
| 8. Coherencia | Existe entre los objetivos, variables e hipótesis. | | | | | 90 |
| 9. Metodología | La estrategia responde al propósito del objetivo. | | | | | 95 |
| 10. Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | 95 |
| PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN | | | | | | 86.3 % |

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 86.3 %

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 25 de Febrero del 2022

Firma del experto informante
CBP: 7342
DNI: 24004287



ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres del validador:**
PERCY ARTURO GINEZ CHOQUE
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:**
Secretario Técnico de la Facultad de Ingeniería Agrícola UNA - PUNO
- 1.3. **Especialidad del validador:**
Ingeniero Agrícola; Msc en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Control de Peso, Condiciones Biológicas y Tasa de Supervivencia: "*Galleria Mellonella* - Poliestireno y Polietileno".
- 1.5. **Título de la investigación:** "Capacidad Biodegradable entre *Tenebrio Molitor* y *Galleria Mellonella*, en la Contaminación por Poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021"
- 1.6. **Autor del instrumento:** Guillén Almonte, Tatiana Yosseline / Paredes Gamarra Rocio Milagros

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES* | Deficiente 00-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|----------------------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | 87 |
| 2. Objetividad | Está expresado en conductas observables. | | | | | 87 |
| 3. Actualidad | Adecuado a la coyuntura actual. | | | | | 94 |
| 4. Organización | Existe una organización lógica. | | | | | 90 |
| 5. Suficiencia | Comprende los aspectos de problemática y solución. | | | | | 87 |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos objetivos. | | | | | 85 |
| 7. Consistencia | Basados en aspectos teóricos-científicos. | | | | | 91 |
| 8. Coherencia | Existe entre los objetivos, variables e hipótesis. | | | | | 95 |
| 9. Metodología | La estrategia responde al propósito del objetivo. | | | | | 95 |
| 10. Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | 96 |
| PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN | | | | | | 90.7% |

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90.7%

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 16 de Marzo del 2022

Firma del experto informante
CIP: 844180
DNI: 01309849

ANEXO Nº 5. CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 6.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Túllume Chavesta Milton César
 6.2. **Cargo e institución donde labora:** Perito Forestal
 6.3. **Especialidad del validador:** Dr. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
 1.1. **Nombre del instrumento:** Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: “*Tenebrio molitor* - Poliestireno y Polietileno”.
 1.2. **Título de la investigación:** “Capacidad Biodegradable entre *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, en la Contaminación por Poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021”
 1.3. **Autor del instrumento:** Guillén Almonte, Tatiana Yosseline / Paredes Gamarra Rocío Milagros

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 00-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|----------------------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | 96 |
| 2. Objetividad | Está expresado en conductas observables. | | | | | 95 |
| 3. Actualidad | Adecuado a la coyuntura actual. | | | | | 97 |
| 4. Organización | Existe una organización lógica. | | | | | 97 |
| 5. Suficiencia | Comprende los aspectos de problemática y solución. | | | | | 97 |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos objetivos. | | | | | 96 |
| 7. Consistencia | Basados en aspectos teóricos-científicos. | | | | | 97 |
| 8. Coherencia | Existe entre los objetivos, variables e hipótesis. | | | | | 98 |
| 9. Metodología | La estrategia responde al propósito del objetivo. | | | | | 98 |
| 10. Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | 98 |
| PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN | | | | | | 96,9 |

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 91%

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 16 de febrero del 2022



Firma del experto informante

CIP: 144820

DNI: 10819037

Teléfono: 997 948 808

ANEXO N°05: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Núñez Gamboa Luis Johan
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Inspector SUNAFIL
- 1.3. **Especialidad del validador:** Magister en Gestión Ambiental
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: "*Tenebrio molitor* - Poliestireno y Polietileno".
- 1.5. **Título de la investigación:** "Capacidad Biodegradable entre *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella*, en la Contaminación por Poliestireno y PEBD, Vítor, Arequipa, 2021"
- 1.6. **Autor del instrumento:** Guillén Almonte, Tatiana Yosseline / Paredes Gamarra Rocío Milagros

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 00-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|----------------------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | 90 |
| 2. Objetividad | Está expresado en conductas observables. | | | | | 90 |
| 3. Actualidad | Adecuado a la coyuntura actual. | | | | | 85 |
| 4. Organización | Existe una organización lógica. | | | | | 90 |
| 5. Suficiencia | Comprende los aspectos de problemática y solución. | | | | | 95 |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos objetivos. | | | | | 85 |
| 7. Consistencia | Basados en aspectos teóricos-científicos. | | | | | 90 |
| 8. Coherencia | Existe entre los objetivos, variables e hipótesis. | | | | | 95 |
| 9. Metodología | La estrategia responde al propósito del objetivo. | | | | | 95 |
| 10. Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | 95 |
| PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN | | | | | | 91 |

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 91%

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 16 de febrero del 2022



Firma del experto informante

CIP: 144820

DNI: 10819037

Teléfono: 997 948 808



ANEXO N°05: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Vargas Febres Jorge Rogelio
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Sub Gerente de Manejo integral de residuos sólidos Municipalidad provincial de Calca.
- 1.3. **Especialidad del validador:** Magister en Gerencia, Auditoria y Gestión ambiental en UNSA – Arequipa.
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Control de Peso, Condiciones Biológicas y Tasa de Supervivencia: "*Tenebrio Molitor* - Poliestireno y Polietileno".
- 1.5. **Título de la investigación:** "Capacidad Biodegradable entre *Tenebrio Molitor* y *Galleria Mellonella*, en la Contaminación por Poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021"
- 1.6. **Autor del instrumento:** Guillén Almonte, Tatiana Yosseline / Paredes Gamarra Rocío Milagros

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 00-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|----------------------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | 80 | |
| 2. Objetividad | Está expresado en conductas observables. | | | | | 83 |
| 3. Actualidad | Adecuado a la coyuntura actual. | | | | 80 | |
| 4. Organización | Existe una organización lógica. | | | | | 84 |
| 5. Suficiencia | Comprende los aspectos de problemática y solución. | | | | | 83 |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos objetivos. | | | | | 84 |
| 7. Consistencia | Basados en aspectos teóricos-científicos. | | | | | 85 |
| 8. Coherencia | Existe entre los objetivos, variables e hipótesis. | | | | | 90 |
| 9. Metodología | La estrategia responde al propósito del objetivo. | | | | | 95 |
| 10. Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | 95 |
| PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN | | | | | | 85.9% |

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85.9 %

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 25 de Febrero del 2022

Firma del experto informante
CIP: 7342
DNI: 24004287



ANEXO N°05: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

III. DATOS GENERALES

- 3.1. **Apellidos y Nombres del validador:**
PERCY ARTURO GINEZ CHOQUE
- 3.2. **Cargo e institución donde labora:**
Secretario Técnico de la Facultad de Ingeniería Agrícola UNA - PUNO
- 3.3. **Especialidad del validador:**
Ingeniero Agrícola; Msc en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas
- 3.4. **Nombre del instrumento:** Control de Peso, Condiciones Biológicas y Tasa de Supervivencia: "Tenebrio Molitor - Poliestireno y Polietileno".
- 3.5. **Título de la investigación:** "Capacidad Biodegradable entre *Tenebrio Molitor* y *Galleria Mellonella*, en la Contaminación por Poliestireno y PEBD, Vitor, Arequipa, 2021"
- 3.6. **Autor del instrumento:** Guillén Almonte, Tatiana Yosseline / Paredes Gamarra Rocío Milagros

IV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | Deficiente 00-20% | Regular 21-40% | Buena 41-60% | Muy buena 61- 80% | Excelente 81-100% |
|---------------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Claridad | Está formulado con lenguaje apropiado y específico. | | | | | 90 |
| 2. Objetividad | Está expresado en conductas observables. | | | | | 90 |
| 3. Actualidad | Adecuado a la coyuntura actual. | | | | | 85 |
| 4. Organización | Existe una organización lógica. | | | | | 90 |
| 5. Suficiencia | Comprende los aspectos de problemática y solución. | | | | | 95 |
| 6. Intencionalidad | Adecuado para valorar aspectos objetivos. | | | | | 85 |
| 7. Consistencia | Basados en aspectos teóricos-científicos. | | | | | 90 |
| 8. Coherencia | Existe entre los objetivos, variables e hipótesis. | | | | | 95 |
| 9. Metodología | La estrategia responde al propósito del objetivo. | | | | | 95 |
| 10. Pertinencia | El instrumento es funcional para el propósito de la investigación. | | | | | 95 |
| PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN | | | | | | 91% |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 91 %

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 16 de Marzo del 2022

Firma del experto informante
CIP: 544180
DNI: 01309849

ANEXO N°4. CONFIABILIDAD ALFA DE CRONBACH

Fórmula utilizada

$$\alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_r^2} \right]$$

Donde:

$\sum_{i=1}^K S_i^2$: Es la suma de varianzas de cada ítem.

S_r^2 : Es la varianza del total de filas (puntaje total de los Expertos)

K : Es el número de preguntas o ítems.

Coefficiente Alfa de Cronbach – Instrumento 1: Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: “*Galleria mellonella* - Poliestireno y Polietileno”.

| EXPERTO | CRITERIO 1 | CRITERIO 2 | CRITERIO 3 | CRITERIO 4 | CRITERIO 5 | CRITERIO 6 | CRITERIO 7 | CRITERIO 8 | CRITERIO 9 | CRITERIO 10 | TOTAL | DESVIACION |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| Nº01 | 96 | 96 | 97 | 97 | 97 | 96 | 97 | 98 | 98 | 98 | 970 | 6 |
| Nº02 | 90 | 90 | 95 | 95 | 90 | 90 | 93 | 95 | 95 | 95 | 928 | 55.6 |
| Nº03 | 80 | 85 | 87 | 80 | 80 | 84 | 87 | 90 | 95 | 95 | 863 | 292.1 |
| Nº04 | 87 | 87 | 94 | 90 | 87 | 85 | 91 | 95 | 95 | 96 | 907 | 150.1 |
| TOTAL | 353 | 358 | 373 | 362 | 354 | 355 | 368 | 378 | 383 | 384 | 3668 | 1317.6 |
| DES. EST.(s) | 6.65206735 | 4.79583152 | 4.34932945 | 7.59385717 | 7.04745817 | 5.5 | 4.163332 | 3.31662479 | 1.5 | 1.41421356 | 46.332714 | 41.6612946 |
| VARIANCIA (s ²) | 44.25 | 23 | 18.9166667 | 57.6666667 | 49.6666667 | 30.25 | 17.3333333 | 11 | 2.25 | 2 | 256.333333 | 3412.01667 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel

$$\begin{aligned} \alpha &= (10 \div 10 - 1)(1 - 256.33 \div 46.33^2) \\ \alpha &= (10 \div 9)(1 - 256.33 \div 2146.47) \\ \alpha &= (1.11)(1 - 0.12) \\ \alpha &= (1.11)(0.88) \\ \alpha &= \mathbf{0.98} \end{aligned}$$

Interpretación: De acuerdo al análisis realizado utilizando la fórmula del Coeficiente Alfa de Cronbach, este procedimiento para el instrumento 1 arroja 0.98. interpretándolo como perfecta para su desarrollo.

Coeficiente Alfa de Cronbach – Instrumento 2: Control de Peso, Condiciones termohigrométricas y Tasa de Supervivencia: “*Tenebrio molitor* - Poliestireno y Polietileno”.

| EXPERTO | CRITERIO 1 | CRITERIO 2 | CRITERIO 3 | CRITERIO 4 | CRITERIO 5 | CRITERIO 6 | CRITERIO 7 | CRITERIO 8 | CRITERIO 9 | CRITERIO 10 | TOTAL | DESVIACION |
|----------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|----------------|------------|
| Nº01 | 95 | 96 | 97 | 98 | 96 | 97 | 98 | 97 | 97 | 98 | 969 | 8.9 |
| Nº02 | 90 | 90 | 85 | 90 | 95 | 85 | 90 | 95 | 95 | 95 | 910 | 140 |
| Nº03 | 80 | 83 | 80 | 84 | 83 | 84 | 85 | 90 | 95 | 95 | 859 | 276.9 |
| Nº04 | 90 | 90 | 85 | 90 | 95 | 85 | 90 | 95 | 95 | 95 | 910 | 140 |
| TOTAL | 355 | 359 | 347 | 362 | 369 | 351 | 363 | 377 | 382 | 383 | 3648 | 1441.6 |
| DES. EST.(s) | 6.2915287 | 5.31507291 | 7.22841615 | 5.74456265 | 6.18465844 | 6.18465844 | 5.37742193 | 2.98607881 | 1 | 1.5 | 47.812398 | 42.0641262 |
| VARIANCIA (s2) | 39.5833333 3 | 28.25 | 52.25 | 33 | 38.25 | 38.25 | 28.9166667 | 8.91666667 | 1 | 2.25 | 270.66666 7 | 2705.78889 |

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel

$$\alpha = (10 \div 10 - 1)(1 - 270.67 \div 47.81^2)$$

$$\alpha = (10 \div 9)(1 - 270.67 \div 2285.80)$$

$$\alpha = (1.11)(1 - 0.12)$$

$$\alpha = (1.11)(0.88)$$

$$\alpha = \mathbf{0.98}$$

Interpretación: De acuerdo al análisis realizado utilizando la fórmula del Coeficiente Alfa de Cronbach, este procedimiento para el instrumento 2 arroja 0.98. interpretándolo como perfecta para su desarrollo.

ANEXO Nº5. RECOLECCIÓN DE DATOS
Galleria mellonella

Poliestireno

| INGRESO: 200 INDIVIDUOS | | | | INGRESO: 300 INDIVIDUOS | | | | |
|---|------------------------|-------------------------|--------------------------|---|------------------------|-------------------------|--------------------------|----|
| MUESTRA 01 | | PRE-PRUEBA 8H | | MUESTRA 02 | | PRE-PRUEBA 8H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: 00:10 AM | | FECHA INGRESO: 3 FEBRERO | | HORA INGRESO: 00:10 AM | | FECHA INGRESO: 3 FEBRERO | |
| | PESO INICIAL: 10 GR | | | | PESO INICIAL: 20 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 17.2°C | 73% | RH | IN | 16.7°C | 73% | RH |
| | MAX | 17.3°C | 73% | RH | MAX | 16.8°C | 74% | RH |
| MIN | 16.7°C | 72% | RH | MIN | 16.6°C | 72% | RH | |
| HORA SALIDA: 8:10 AM | | FECHA SALIDA: 3 FEBRERO | | HORA SALIDA: 8:10 AM | | FECHA SALIDA: 3 FEBRERO | | |
| SALIDA | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 26.9°C | 47% | RH | IN | 26.7°C | 45% | RH |
| | MAX | 26.9°C | 53% | RH | MAX | 26.7°C | 45% | RH |
| | MIN | 26.2°C | 44% | RH | MIN | 26.6°C | 44% | RH |
| | PESO FINAL 9.3 GR | | | | PESO FINAL 17 GR | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
| 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 0 | 2 | 298 | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| CONSUMO 0.7 gr. No se observa decesos. Se evidencia un consumo de 0.7 gr. También podemos observar que el 40% son de tamaño pequeño, 50% de tamaños mediano y el 10% de los gusanos son de tamaño grande. | | | | CONSUMO 3 gr Se observa dos decesos. Se evidencia un consumo Total de 3gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del poliestireno, en el primer pesaje se considera el poliestireno con rastros de consumo y como resultado un peso de 2 gr, en el segundo pesaje se coloca el poliestireno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 15 gr. También podemos observar que el 40% son de tamaño pequeño, 50% de tamaños mediano y el 10% son de tamaño grande. | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 16H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 16 H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: 3:00 PM | | FECHA INGRESO: 3 FEBRERO | | HORA INGRESO: 3:00 PM | | FECHA INGRESO: 3 FEBRERO | |
| | PESO INICIAL: 25 GR | | | | PESO INICIAL: 35 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 35.4°C | 19% | RH | IN | 30.8°C | 20% | RH |
| | MAX | 36.0°C | 24% | RH | MAX | 31.0°C | 22% | RH |
| MIN | 35.4°C | 17% | RH | MIN | 30.2°C | 18% | RH | |
| MEDIA | HORA: 11:00 PM | | FECHA: 3 FEBRERO | | HORA: 11:00 PM | | FECHA: 3 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 17.0°C | 66% | RH | IN | 16.9°C | 67% | RH |

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|----------------|--------------------------|--|-----------------------|----------------|--------------------------|------------------|
| | MAX | 17.1°C | 71% | RH | MAX | 17.0°C | 69% | RH |
| | | | 66% | RH | MIN | 16.8°C | 67% | RH |
| SALIDA | HORA SALIDA: 7:00 AM | | FECHA SALIDA: 4 FEBRERO | | HORA INGRESO: 7:00 AM | | FECHA SALIDA: 4 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 20.6°C | 55% | RH | IN | 20.6°C | 59% | RH |
| | MAX | 20.8°C | 56% | RH | MAX | 20.8°C | 63% | RH |
| | MIN | 20.4°C | 55% | RH | MIN | 20.4°C | 55% | RH |
| | PESO FINAL 22 GR | | | | PESO FINAL 33 GR | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| | 0 | 6 | 2 | 198 | 0 | 7 | 3 | 297 |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| <p>CONSUMO: 3GR. Se observa dos decesos. Se evidencia un consumo Total de 3gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del poliestireno, en el primer pesaje se considera el poliestireno con rastros de consumo y como resultado un peso de 3 gr, en el segundo pesaje se coloca el poliestireno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 19 gr. También podemos observar que el 35% son de tamaño pequeño, 45% de tamaños mediano y el 20% son de tamaño grande.</p> | | | | <p>CONSUMO: 2GR. Se observa tres decesos. Se evidencia un consumo Total de 2gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del poliestireno, en el primer pesaje se considera el poliestireno con rastros de consumo y como resultado un peso de 11 gr, en el segundo pesaje se coloca el poliestireno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 22 gr. También podemos observar que el 35% son de tamaño pequeño, 45% de tamaños mediano y el 20% de tamaño grande.</p> | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 24 H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 24 H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: 9:55 PM | | FECHA INGRESO: 4 FEBRERO | | HORA INGRESO: 9:55 PM | | FECHA INGRESO: 4 FEBRERO | |
| | PESO INICIAL: 40 GR | | | | PESO INICIAL: 50 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 19.1°C | 60% | RH | IN | 17.7°C | 64% | RH |
| | MAX | 19.2°C | 67% | RH | MAX | 19.2°C | 67% | RH |
| MIN | 18.9°C | 60% | RH | MIN | 17.7°C | 60% | RH | |
| MEDIA | HORA: 9:55 AM | | FECHA: 5 FEBRERO | | HORA: 9:55 AM | | FECHA: 5 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 30.4°C | 29% | RH | IN | 29.9°C | 28% | RH |
| | MAX | 32.9°C | 37% | RH | MAX | 29.9°C | 34% | RH |
| MIN | 30.2°C | 29% | RH | MIN | 29.8°C | 28% | RH | |
| SALIDA | HORA SALIDA: 9:55 PM | | FECHA SALIDA: 5 FEBRERO | | HORA SALIDA: 9:55 PM | | FECHA SALIDA: 5 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 17.0°C | 55% | RH | IN | 16.6°C | 57% | RH |
| | MAX | 18.4°C | 55% | RH | MAX | 18.4°C | 57% | RH |
| | MIN | 17.0°C | 52% | RH | MIN | 16.6°C | 52% | RH |
| | PESO FINAL 34 GR | | | | PESO FINAL 46 GR | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| | 0 | 8 | 2 | 198 | 0 | 9 | 2 | 298 |

| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
|---|----------------|--------------------------|------------------|---|----------------|--------------------------|------------------|----|
| <p>CONSUMO: 6GR. Se observa dos decesos. Se evidencia un consumo Total de 6 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del poliestireno, en el primer pesaje se considera el poliestireno con rastros de consumo y como resultado un peso de 10 gr, en el segundo pesaje se coloca el poliestireno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 24 gr. También podemos observar que el 25% son de tamaño pequeño, 40% de tamaños mediano y el 35% de tamaño grande.</p> | | | | <p>CONSUMO: 4GR. Se observó dos decesos. Se evidencia un consumo Total de 4 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del poliestireno, en el primer pesaje se considera el poliestireno con rastros de consumo y como resultado un peso de 7 gr, en el segundo y tercer pesaje se coloca el poliestireno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 20 y 19 gr respectivamente. También podemos observar que el 25% son de tamaño pequeño, 40% de tamaños mediano y el 35% de tamaño grande</p> | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 32 H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 32 H | | |
| HORA INGRESO: 7:50 AM | | FECHA INGRESO: 6 FEBRERO | | HORA INGRESO: 7:50 AM | | FECHA INGRESO: 6 FEBRERO | | |
| PESO INICIAL: 55 GR. | | | | PESO INICIAL: 65 GR. | | | | |
| INGRESO | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 27.7°C | 46% | RH | IN | 27.8°C | 46% | RH |
| | MAX | 27.7°C | 46% | RH | MAX | 27.8°C | 47% | RH |
| | MIN | 27.5°C | 45% | RH | MIN | 27.6°C | 46% | RH |
| HORA: 11:50 PM | | FECHA: 6 FEBRERO | | HORA: 11:50 PM | | FECHA: 6 FEBRERO | | |
| MEDIA | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 19.1°C | 63% | RH | IN | 19.9°C | 63% | RH |
| | MAX | 19.5°C | 63% | RH | MAX | 19.9°C | 62% | RH |
| | MIN | 19.0°C | 62% | RH | MIN | 19.5°C | 61% | RH |
| HORA: 3:50 PM | | FECHA SALIDA: 7 FEBRERO | | HORA: 3:50 PM | | FECHA SALIDA: 7 FEBRERO | | |
| SALIDA | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 31.6°C | 45% | RH | IN | 32.0°C | 35% | RH |
| | MAX | 31.6°C | 45% | RH | MAX | 32.0°C | 38% | RH |
| | MIN | 29.9°C | 33% | RH | MIN | 31.3°C | 34% | RH |
| PESO FINAL 52 GR | | | | PESO FINAL 60 GR | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
| 0 | 10 | 8 | 192 | 0 | 12 | 2 | 298 | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| <p>CONSUMO: 3GR. Se observa ocho decesos. Se evidencia un consumo Total de 3 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del poliestireno, en el primer pesaje se considera el poliestireno con rastros de consumo y como resultado un peso de 11 gr, en el segundo pesaje se coloca el poliestireno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 24 gr. También podemos observar que el 20% son de tamaño pequeño, 45% de tamaños mediano y el 35% de tamaño grande.</p> | | | | <p>CONSUMO: 5GR. Se observa dos decesos. Se evidencia un consumo Total de 5 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del poliestireno, en el primer y segundo pesaje se considera el poliestireno con rastros de consumo y como resultado un peso de 10 gr para cada uno, en el tercer y cuarto pesaje se coloca el poliestireno que no evidencia ningún tipo de consumo, con un resultado 20 gr para cada uno. También podemos observar que el 20% son de tamaño pequeño, 45% de tamaños mediano y el 35% son de tamaño grande.</p> | | | | |

Galleria mellonella

Polietileno

| | | INGRESO: 200 INDIVIDUOS | | | | INGRESO: 300 INDIVIDUOS | | | | |
|--|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--|--|
| | | MUESTRA 01 | | PRE-PRUEBA 8H | | MUESTRA 02 | | PRE-PRUEBA 8H | | |
| | | HORA INGRESO: 9:15 AM | | FECHA INGRESO: 8 FEBRERO | | HORA INGRESO: 9:15 AM | | FECHA INGRESO: 8 FEBRERO | | |
| | | PESO INICIAL: 10 GR | | | | PESO INICIAL: 20 GR | | | | |
| INGRESO | TEMPERATURA | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | | | |
| | IN | 27.5°C | 34% | RH | IN | 27.7°C | 35% | RH | | |
| | MAX | 27.5°C | 38% | RH | MAX | 27.7°C | 38% | RH | | |
| | MIN | 27.4°C | 33% | RH | MIN | 26.1°C | 33% | RH | | |
| | HORA SALIDA: 5:15 PM | | FECHA SALIDA: 8 FEBRERO | | HORA SALIDA: 5:15 PM | | FECHA SALIDA: 8 FEBRERO | | | |
| SALIDA | TEMPERATURA | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | | | |
| | IN | 28.4°C | 20% | RH | IN | 28.0°C | 21% | RH | | |
| | MAX | 29.6°C | 20% | RH | MAX | 28.4°C | 24% | RH | | |
| | MIN | 28.4°C | 19% | RH | MIN | 28.0°C | 20% | RH | | |
| | PESO FINAL | | 9.4 GR | | PESO FINAL | | 19 GR | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | | |
| 0 | 0 | 0 | 200 | 0 | 2 | 2 | 298 | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | OBSERVACIONES | | | | | |
| No se observa decesos Se evidencia un consumo de 0.6 gr. También podemos observar que el 40% son de tamaño pequeño, 50% de tamaño mediano y 10% de tamaño grande. | | | | | Se observa dos decesos. Se evidencia un consumo de 1 gr. También podemos observar que el 40% son de tamaño pequeño, 50% de tamaño mediano y 10% de tamaño grande. | | | | | |
| | | MUESTRA 01 | | PRUEBA 16H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 16 H | | |
| | | HORA INGRESO: 8:45 PM | | FECHA INGRESO: 8 FEBRERO | | HORA INGRESO: 8:45 PM | | FECHA INGRESO: 8 FEBRERO | | |
| | | PESO INICIAL: 25 GR | | | | PESO INICIAL: 35 GR | | | | |
| INGRESO | TEMPERATURA | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | | | |
| | IN | 17.5°C | 71% | RH | IN | 19.2°C | 70% | RH | | |
| | MAX | 16.9°C | 77% | RH | MAX | 19.2°C | 70% | RH | | |
| | MIN | 15.5°C | 67% | RH | MIN | 16.1°C | 73% | RH | | |
| MEDIA | HORA: 4:45 AM | | FECHA: 9 FEBRERO | | HORA: 4:45 AM | | FECHA: 9 FEBRERO | | | |
| | TEMPERATURA | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | | | |
| | IN | 16.4°C | 68% | RH | IN | 15.7°C | 65% | RH | | |
| | MAX | 16.5°C | 73% | RH | MAX | 15.9°C | 70% | RH | | |
| SALIDA | MIN | 15.8°C | 68% | RH | MIN | 15.7°C | 73% | RH | | |
| | HORA SALIDA: 12:45 PM | | FECHA SALIDA: 9 FEBRERO | | HORA SALIDA: 12:45 PM | | FECHA SALIDA: 9 FEBRERO | | | |
| | TEMPERATURA | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | | | |
| | IN | 34.2°C | 17% | RH | IN | 34.2°C | 17% | RH | | |
| | MAX | 34.3°C | 19% | RH | MAX | 34.2°C | 18% | RH | | |
| MIN | 34.0°C | 17% | RH | MIN | 34.0°C | 17% | RH | | | |
| PESO FINAL | | 24 GR | | PESO FINAL | | 33 GR | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | | | |

| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
|--|--|----------------|------------------|---|--|----------------|------------------|------------------|
| | 0 | 3 | 0 | 197 | 3 | 2 | 2 | 296 |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| CONSUMO: 1GR. No se observa decesos. Se evidencia un consumo Total de 1 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del polietileno, en el primer pesaje se considera el polietileno con rastros de consumo y como resultado un peso de 4 gr, en el segundo pesaje se coloca el polietileno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 20 gr. También podemos observar que el 35% son de tamaño pequeño, 45% de tamaño mediano y 20% de tamaño grande. | | | | CONSUMO: 2GR. Se observa tres decesos. Se evidencia un consumo Total de 2 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del polietileno, en el primer pesaje se considera el polietileno con rastros de consumo y como resultado un peso de 6 gr, en el segundo pesaje se coloca el polietileno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 27 gr. También podemos observar que el 35% son de tamaño pequeño, 45% de tamaño mediano y 20% de tamaño grande. | | | | |
| MUESTRA 01 PRUEBA 24 H | | | | MUESTRA 02 PRUEBA 24 H | | | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: 00:05 AM FECHA INGRESO:10FEBRERO | | | | HORA INGRESO: 00:05 AM FECHA INGRESO:10FEBRERO | | | |
| | PESO INICIAL:40 GR | | | | PESO INICIAL: 50 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 15.6°C | 60% | RH | IN | 15.8°C | 61% | RH |
| | MAX | 15.7°C | 60% | RH | MAX | 15.8°C | 63% | RH |
| MIN | 15.6°C | 60% | RH | MIN | 15.8°C | 61% | RH | |
| MEDIA | HORA: 12:05 AM FECHA: 10 FEBRERO | | | | HORA: 12:05 AM FECHA: 10 FEBRERO | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 16.0°C | 68% | RH | IN | 33.4°C | 24% | RH |
| | MAX | 16.6°C | 72% | RH | MAX | 34.2°C | 25% | RH |
| | MIN | 16.0°C | 67% | RH | MIN | 33.4°C | 22% | RH |
| SALIDA | HORA SALIDA: 00:05 AM 16.0°C | | | | 68% FECHA SALIDA: 11 FEBRERO | | | |
| | TEMPERATURA | | 16.6°C | | 72% | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 16.0°C | 67% | RH | IN | 16.3°C | 69% | RH |
| | MAX | 16.0°C | 68% | RH | MAX | 16.3°C | 70% | RH |
| | MIN | 16.6°C | 72% | RH | MIN | 16.1°C | 69% | RH |
| | PESO FINAL 31 GR | | | | PESO FINAL 33 GR | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
| 0 | 5 | 3 | 197 | 0 | 6 | 6 | 294 | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| CONSUMO: 9GR. Se observó tres decesos. Se evidencia un consumo Total de 9 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del polietileno, en el primer pesaje se considera el polietileno con rastros de polietileno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 22 gr. También podemos observar que el 25% son de tamaño pequeño, 50% de tamaño mediano y 25% de tamaño grande. | | | | CONSUMO: 17GR. Se observó seis decesos. Se evidencia un consumo Total de 17 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del polietileno, en el primer pesaje se considera el polietileno con rastros de consumo y como resultado un peso de 6 gr, en el segundo pesaje se coloca el polietileno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 27 gr. También podemos observar que el 25% son de tamaño pequeño, 50% de tamaño mediano y 25% de tamaño grande. | | | | |
| MUESTRA 01 PRUEBA 32 H | | | | MUESTRA 02 PRUEBA 32 H | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|----------------|-----|--------------------------|------------------|--|-----------------------|----------------|-------------|--------------------------|-----|---------|------------------|------------------|--|--|
| INGRESO | HORA INGRESO: 3:45 PM | | | FECHA INGRESO:11FEBRERO | | | HORA INGRESO: 3:45 PM | | | FECHA INGRESO:11FEBRERO | | | | | | |
| | PESO INICIAL: 55 GR. | | | | | | PESO INICIAL: 65 GR. | | | | | | | | | |
| | TEMPERATURA | | | | HUMEDAD RELATIVA | | | | TEMPERATURA | | | | HUMEDAD RELATIVA | | | |
| | IN | 31.4°C | | 28% | | RH | | IN | 30.2°C | | 33% | | RH | | | |
| | MAX | 32.0°C | | 31% | | RH | | MAX | 31.4°C | | 33% | | RH | | | |
| MIN | 31.4°C | | 28% | | RH | | MIN | 30.4°C | | 28% | | RH | | | | |
| MEDIA | HORA: 7:45 AM | | | FECHA: 12 FEBRERO | | | HORA: 7:45 AM | | | FECHA: 12 FEBRERO | | | | | | |
| | TEMPERATURA | | | | HUMEDAD RELATIVA | | | | TEMPERATURA | | | | HUMEDAD RELATIVA | | | |
| | IN | 31.2°C | | 28% | | RH | | IN | 30.0°C | | 27% | | RH | | | |
| | MAX | 32.0°C | | 31% | | RH | | MAX | 31.2°C | | 33% | | RH | | | |
| | MIN | 31.4°C | | 28% | | RH | | MIN | 30.0°C | | 28% | | RH | | | |
| SALIDA | HORA: 11:45PM | | | FECHA SALIDA: 12 FEBRERO | | | HORA: 11:45PM | | | FECHA SALIDA: 12 FEBRERO | | | | | | |
| | TEMPERATURA | | | | HUMEDAD RELATIVA | | | | TEMPERATURA | | | | HUMEDAD RELATIVA | | | |
| | IN | 18.1°C | | 66% | | RH | | IN | 18.5°C | | 66% | | RH | | | |
| | MAX | 18.1°C | | 71% | | RH | | MAX | 18.5°C | | 70% | | RH | | | |
| | MIN | 17.5°C | | 66% | | RH | | MIN | 18.2°C | | 65% | | RH | | | |
| PESO FINAL 52 GR | | | | | | PESO FINAL 60 GR | | | | | | | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | | | | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | | CAMBIO DE FASE | | DECESOS | | TOTAL INDIVIDUOS | | CAMBIO DE PIEL | | CAMBIO DE FASE | | DECESOS | | TOTAL INDIVIDUOS | | |
| 0 | | 10 | | 4 | | 196 | | 0 | | 6 | | 3 | | 297 | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | OBSERVACIONES | | | | | | | | | | |
| <p>CONSUMO: 3GR.</p> <p>Se observó cuatro decesos.</p> <p>Se evidencia un consumo Total de 3 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del polietileno, en el primer pesaje se considera el polietileno con rastros de consumo y como resultado un peso de 12 gr, en el segundo pesaje se coloca el polietileno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 40 gr. También podemos observar que el 15% son de tamaño pequeño, 55% de tamaño mediano y 30% de tamaño grande.</p> | | | | | | <p>CONSUMO: 5GR.</p> <p>Se observa tres decesos.</p> <p>Se evidencia un consumo Total de 5 gr, se opta por pesar dos veces con la finalidad de que se evidencie el consumo del polietileno, en el primer pesaje se considera el polietileno con rastros de consumo y como resultado un peso de 6 gr, en el segundo pesaje se coloca el poliestireno que no evidencia ningún tipo de consumo, con resultado 61 gr. También podemos observar que el 15% son de tamaño pequeño, 55% de tamaño mediano y 30% de tamaño grande.</p> | | | | | | | | | | |

Tenebrio molitor

Poliestireno

| | | INGRESO: 200 INDIVIDUOS | | | | INGRESO: 300 INDIVIDUOS | | | |
|--|------------------------|-------------------------|--------------------------|--|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------|--|
| | | MUESTRA 01 | | PRE-PRUEBA 8H | | MUESTRA 02 | | PRE-PRUEBA 8H | |
| INGRESO | HORA INGRESO: 00:10 AM | | FECHA INGRESO: 3 FEBRERO | | HORA INGRESO: 00:10 AM | | FECHA INGRESO: 3 FEBRERO | | |
| | PESO INICIAL: 10 GR | | | | PESO INICIAL: 20 GR | | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | 17.0 °C | 72% | RH | IN | 17.0 °C | 72% | RH | |
| | MAX | 17.1 °C | 74% | RH | MAX | 17.0 °C | 73% | RH | |
| MIN | 17.0 °C | 73% | RH | MIN | 16.7 °C | 70% | RH | | |
| HORA SALIDA: 8:10 AM | | FECHA SALIDA: 3 FEBRERO | | HORA SALIDA: 8:10 AM | | FECHA SALIDA: 3 FEBRERO | | | |
| SALIDA | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | 23.0 °C | 55% | RH | IN | 23.1 °C | 56% | RH | |
| | MAX | 23.4 °C | 63% | RH | MAX | 25.2 °C | 53% | RH | |
| | MIN | 20.5 °C | 53% | RH | MIN | 24.5 °C | 49% | RH | |
| | PESO FINAL 9.5 GR | | | | PESO FINAL 19.2 GR | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | | |
| 6 | 1 | 4 | 195 | 3 | 1 | 2 | 297 | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | | |
| <p>CONSUMO: 0.5 GR Se evidencia un consumo de 0.5 gr. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. También podemos observar que el 100% de los gusanos son de tamaño grande.</p> | | | | <p>CONSUMO: 0.8 GR Se evidencia un consumo de 0.8 gr. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. También podemos observar que el 100% de los gusanos son de tamaño grande.</p> | | | | | |
| | | MUESTRA 01 | | PRUEBA 16H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 16 H | |
| INGRESO | HORA INGRESO: 3:00 PM | | FECHA INGRESO: 3 FEBRERO | | HORA INGRESO: 3:00 PM | | FECHA INGRESO: 3 FEBRERO | | |
| | PESO INICIAL: 25 GR | | | | PESO INICIAL: 35 GR | | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | 23.0 °C | 52% | RH | IN | 24.4 °C | 51% | RH | |
| | MAX | 23.1 °C | 61% | RH | MAX | 24.5 °C | 61% | RH | |
| MIN | 18.7 °C | 51% | RH | MIN | 24.6 °C | 51% | RH | | |
| HORA: 11:00 PM | | FECHA: 3 FEBRERO | | HORA: 11:00 PM | | FECHA: 3 FEBRERO | | | |
| MEDIA | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | 16.5 °C | 69% | RH | IN | 16.5 °C | 67% | RH | |
| | MAX | 16.6 °C | 70% | RH | MAX | 16.6 °C | 69% | RH | |
| | MIN | 16.4 °C | 68% | RH | MIN | 16.5 °C | 67% | RH | |
| HORA SALIDA: 7:00 AM | | FECHA SALIDA: 4 FEBRERO | | HORA INGRESO: 7:00 AM | | FECHA SALIDA: 4 FEBRERO | | | |
| SALIDA | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | 20.7 °C | 55% | RH | IN | 20.8 °C | 54% | RH | |
| | MAX | 20.8 °C | 59% | RH | MAX | 20.9 °C | 56% | RH | |
| | MIN | 20.6 °C | 55% | RH | MIN | 20.6 °C | 53% | RH | |

| PESO FINAL 24 GR | | | | PESO FINAL 34 GR | | | |
|---|----------------|--------------------------|------------------|---|----------------|--------------------------|------------------|
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| 11 | 2 | 1 | 197 | 12 | 1 | 0 | 299 |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | |
| <p>CONSUMO: 1GR.</p> <p>Cuando los gusanos cambian de piel, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. También podemos observar que, cuando están bajo una temperatura alta cambia de piel y cambian de fase rápidamente y cuando tienen una temperatura baja entran en estado de congelación y dejan de moverse. También podemos observar que el 100% de los gusanos son de tamaño grande.</p> | | | | <p>CONSUMO: 1.8GR.</p> <p>Cuando los gusanos cambian de piel, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. También podemos observar que, cuando están bajo una temperatura alta cambia de piel y cambian de fase rápidamente y cuando tienen una temperatura baja entran en estado de congelación y dejan de moverse. También podemos observar que el 100% de los gusanos son de tamaño grande.</p> | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 24 H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 24 H | |
| HORA INGRESO: 9:55 PM | | FECHA INGRESO: 4 FEBRERO | | HORA INGRESO: 9:55 PM | | FECHA INGRESO: 4 FEBRERO | |
| PESO INICIAL: 40 GR | | | | PESO INICIAL: 50 GR | | | |
| TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| IN | 17.1 °C | 69% | RH | IN | 17.0 °C | 69% | RH |
| MAX | 17.6 °C | 70% | RH | MAX | 17.2 °C | 70% | RH |
| MIN | 17.1 °C | 69% | RH | MIN | 17.1 °C | 69% | RH |
| HORA: 9:55 AM | | FECHA: 5 FEBRERO | | HORA: 9:55 AM | | FECHA: 5 FEBRERO | |
| TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| IN | 32.2 °C | 26% | RH | IN | 32.3 °C | 28% | RH |
| MAX | 32.4 °C | 28% | RH | MAX | 32.6 °C | 33% | RH |
| MIN | 31.3 °C | 26% | RH | MIN | 30.4 °C | 26% | RH |
| HORA SALIDA: 9:55 PM | | FECHA SALIDA: 5 FEBRERO | | HORA SALIDA: 9:55 PM | | FECHA SALIDA: 5 FEBRERO | |
| TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| IN | 18.4 °C | 49% | RH | IN | 18.8 °C | 49% | RH |
| MAX | 18.6 °C | 49% | RH | MAX | 18.9 °C | 53% | RH |
| MIN | 18.1 °C | 48% | RH | MIN | 18.3 °C | 46% | RH |
| PESO FINAL 39 GR | | | | PESO FINAL 48 GR | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| 5 | 2 | 1 | 197 | 3 | 1 | 0 | 299 |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | |
| <p>CONSUMO: 1GR.</p> <p>Cuando los gusanos cambian de piel, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto.</p> <p>También podemos observar que, cuando están bajo una temperatura alta cambia de piel y cambian de fase rápidamente y cuando tienen una temperatura baja entran en estado de congelación y dejan de moverse. También podemos observar que el 5% son de tamaño mediano y el 95% de los gusanos son de tamaño grande.</p> | | | | <p>CONSUMO: 2GR.</p> <p>Cuando los gusanos cambian de piel, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto.</p> <p>También podemos observar que el 5% son de tamaño mediano y el 95% de los gusanos son de tamaño grande.</p> | | | |

| | | MUESTRA 01 | | PRUEBA 32 H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 32 H | |
|--|-----------------------|------------|--------------------------|--|-----------------------|------------|--------------------------|-------------|--|
| INGRESO | HORA INGRESO: 7:50 AM | | FECHA INGRESO: 6 FEBRERO | | HORA INGRESO: 7:50 AM | | FECHA INGRESO: 6 FEBRERO | | |
| | PESO INICIAL: 55 GR. | | | | PESO INICIAL: 65 GR. | | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | 29.9 °C | 37% | RH | IN | 30.0 °C | 37% | RH | |
| | MAX | 29.7 °C | 42% | RH | MAX | 30.1 °C | 46% | RH | |
| MIN | 29.7 °C | 38% | RH | MIN | 29.9 °C | 37% | RH | | |
| MEDIA | HORA: 11:50 PM | | FECHA: 6 FEBRERO | | HORA: 11:50 PM | | FECHA: 6 FEBRERO | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | 19.3 °C | 62% | RH | IN | 19.8 °C | 61% | RH | |
| | MAX | 19.6 °C | 62% | RH | MAX | 19.8 °C | 62% | RH | |
| | MIN | 19.3 °C | 62% | RH | MIN | 19.4 °C | 61% | RH | |
| SALIDA | HORA: 3:50 PM | | FECHA SALIDA: 7 FEBRERO | | HORA: 3:50 PM | | FECHA SALIDA: 7 FEBRERO | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | |
| | IN | 29.4 °C | 44% | RH | IN | 29.5 °C | 45% | RH | |
| | MAX | 29.8 °C | 49% | RH | MAX | 30.1 °C | 45% | RH | |
| | MIN | 29.4 °C | 44% | RH | MIN | 29.5 °C | 43% | RH | |
| PESO FINAL 53 GR | | | | PESO FINAL 63 GR | | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | | |
| 4 | 2 | 1 | 197 | 5 | 5 | 4 | 291 | | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | | |
| <p>CONSUMO: 2GR.</p> <p>Cuando los gusanos cambian de piel, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. También podemos observar que, cuando están bajo una temperatura alta cambia de piel y cambian de fase rápidamente y cuando tienen una temperatura baja entran en estado de congelación y dejan de moverse. También podemos observar que el 10% son de tamaño mediano y el 90% de los gusanos son de tamaño grande</p> | | | | <p>CONSUMO: 2GR.</p> <p>Cuando los gusanos cambian de piel, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. Así mismo, cuando cambian de fase: de gusano a pupa, estos mueren al poco tiempo. También podemos observar que, cuando están bajo una temperatura alta cambia de piel y cambian de fase rápidamente y cuando tienen una temperatura baja entran en estado de congelación y dejan de moverse. También podemos observar que el 5% son de tamaño pequeño, el 10% de tamaño mediano y el 85% de los gusanos son de tamaño grande.</p> | | | | | |

Tenebrio molitor

Polietileno

| | | INGRESO: 200 INDIVIDUOS | | INGRESO: 300 INDIVIDUOS | | | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|----|
| | | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | | | | |
| | | PRE-PRUEBA 8H | | PRE-PRUEBA 8H | | | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: 9:15 AM | | FECHA INGRESO: 8 FEBRERO | | HORA INGRESO: 9:15 AM | | FECHA INGRESO: 8 FEBRERO | |
| | PESO INICIAL: 10 GR | | | | PESO INICIAL: 20 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 28.0 °C | 20% | RH | IN | 28.0 °C | 21% | RH |
| | MAX | 28.0 °C | 26% | RH | MAX | 28.1 °C | 23% | RH |
| | MIN | 27.9 °C | 20% | RH | MIN | 27.9 °C | 21% | RH |
| HORA SALIDA: 5:15 PM | | FECHA SALIDA: 8 FEBRERO | | HORA SALIDA: 5:15 PM | | FECHA SALIDA: 8 FEBRERO | | |

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------------------------|-------------------------|--|-----------------------|--------------------------|-------------------------|----|
| SALIDA | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 27.7 °C | 36% | RH | IN | 27.7 °C | 35% | RH |
| | MAX | 27.7 °C | 36% | RH | MAX | 27.7 °C | 35% | RH |
| | MIN | 27.6 °C | 33% | RH | MIN | 27.6 °C | 34% | RH |
| | PESO FINAL 9.8 GR | | | | PESO FINAL 19.6 GR | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
| 1 | 0 | 0 | 200 | 2 | 0 | 0 | 300 | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| Al momento de realizar el control de peso no se observan cambios en la balanza ya que pesa desde 1 gr., pero si podemos observar presencia de consumo al momento de revisar cada trozo de polietileno, por lo que se calcula un consumo de 0.2gr. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. También podemos observar que el 100% de los gusanos son de tamaño grande. | | | | Al momento de realizar el control de peso no se observan cambios en la balanza ya que pesa desde 1 g., pero si podemos observar presencia de consumo al momento de revisar cada trozo de polietileno, por lo que se calcula un consumo de 0.4 gr. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. También podemos observar que el 100% de los gusanos son de tamaño grande. | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 16H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 16 H | | |
| HORA INGRESO: 8:45 PM | | FECHA INGRESO: 8 FEBRERO | | HORA INGRESO: 8:45 PM | | FECHA INGRESO: 8 FEBRERO | | |
| PESO INICIAL: 25 GR | | | | PESO INICIAL: 35 GR | | | | |
| INGRESO | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 19.8 °C | 61% | RH | IN | 22.0 °C | 58% | RH |
| | MAX | 20.6 °C | 61% | RH | MAX | 22.0 °C | 58% | RH |
| | MIN | 19.8 °C | 60% | RH | MIN | 21.2 °C | 54% | RH |
| MEDIA | HORA: 4:45 AM | | FECHA: 9 FEBRERO | | HORA: 4:45 AM | | FECHA: 9 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 14.8 °C | 77% | RH | IN | 15.1 °C | 80% | RH |
| | MAX | 15.1 °C | 78% | RH | MAX | 15.1 °C | 80% | RH |
| SALIDA | MIN | 14.8 °C | 76% | RH | MIN | 14.5 °C | 76% | RH |
| | HORA SALIDA: 12:45 PM | | FECHA SALIDA: 9 FEBRERO | | HORA SALIDA: 12:45 PM | | FECHA SALIDA: 9 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 31.8 °C | 17% | RH | IN | 31.8 °C | 16% | RH |
| | MAX | 33.0 °C | 19% | RH | MAX | 33.2 °C | 19% | RH |
| | MIN | 31.8 °C | 17% | RH | MIN | 31.8 °C | 16% | RH |
| PESO FINAL 24.6 GR | | | | PESO FINAL 34.5 GR | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
| 5 | 2 | 1 | 197 | 3 | 2 | 2 | 296 | |
| OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | | |
| CONSUMO: 0.4GR. | | | | CONSUMO: 0.5GR. | | | | |

Al momento de realizar el control de peso no se observan cambios en la balanza ya que pesa desde 1gr., pero si podemos observar presencia de consumo al momento de revisar cada trozo de polietileno, por lo que se calcula un consumo de 0.4 gr. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. Así mismo, cuando cambian de fase: de gusano a pupa, estos mueren al poco tiempo. También podemos observar que el 100% de los gusanos son de tamaño grande.

Al momento de realizar el control de peso no se observan cambios en la balanza ya que pesa desde 1 gr., pero si podemos observar presencia de consumo al momento de revisar cada trozo de polietileno, por lo que se calcula un consumo de 0.5 gr. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. Así mismo, cuando cambian de fase: de gusano a pupa, estos mueren al poco tiempo. También podemos observar que el 100% de los gusanos son de tamaño grande.

| MUESTRA 01 | | PRUEBA 24 H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 24 H | | |
|---|------------------------|----------------|--------------------------|---|------------------------|----------------|--------------------------|------------------|
| INGRESO | HORA INGRESO: 00:05 AM | | FECHA INGRESO:10FEBRERO | | HORA INGRESO: 00:05 AM | | FECHA INGRESO:10FEBRERO | |
| | PESO INICIAL:40 GR | | | | PESO INICIAL: 50 GR | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 16.3 °C | 60% | RH | IN | 15.9 °C | 61% | RH |
| | MAX | 16.3 °C | 61% | RH | MAX | 16.0 °C | 61% | RH |
| MIN | 16.1 °C | 60% | RH | MIN | 15.8 °C | 60% | RH | |
| MEDIA | HORA: 12:05 AM | | FECHA: 10 FEBRERO | | HORA: 12:05 AM | | FECHA: 10 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 33.0 °C | 24% | RH | IN | 33.3 °C | 23% | RH |
| | MAX | 33.4 °C | 31% | RH | MAX | 33.3 °C | 31% | RH |
| | MIN | 33.1 °C | 24% | RH | MIN | 33.1 °C | 22% | RH |
| SALIDA | HORA SALIDA: 00:05 AM | | FECHA SALIDA: 11 FEBRERO | | HORA SALIDA: 00:05 AM | | FECHA SALIDA: 11 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 16.6 °C | 70% | RH | IN | 16.7 °C | 68% | RH |
| | MAX | 16.7 °C | 70% | RH | MAX | 16.7 °C | 70% | RH |
| | MIN | 16.6 °C | 69% | RH | MIN | 16.4 °C | 68% | RH |
| | PESO FINAL 39 GR | | | | PESO FINAL 49 GR | | | |
| | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | |
| | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS |
| | 9 | 6 | 10 | 184 | 3 | 5 | 2 | 293 |
| | OBSERVACIONES | | | | OBSERVACIONES | | | |
| <p>CONSUMO: 1GR. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. Así mismo, cuando cambian de fase: de gusano a pupa, estos mueren al poco tiempo. También podemos observar que, cuando están bajo una temperatura alta cambian de fase rápidamente y cuando tienen una temperatura baja entran en estado de congelación y dejan de moverse. También podemos observar que el 5% son de tamaño mediano y el 95% de los gusanos son de tamaño grande.</p> | | | | <p>CONSUMO: 1GR. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. Así mismo, cuando cambian de fase: de gusano a pupa, estos mueren al poco tiempo. También podemos observar que, cuando están bajo una temperatura alta cambian de fase rápidamente y cuando tienen una temperatura baja entran en estado de congelación y dejan de moverse. También podemos observar que el 5% son de tamaño mediano y el 95% de los gusanos son de tamaño grande.</p> | | | | |
| MUESTRA 01 | | PRUEBA 32 H | | MUESTRA 02 | | PRUEBA 32 H | | |
| INGRESO | HORA INGRESO: 3:45 PM | | FECHA INGRESO:11FEBRERO | | HORA INGRESO: 3:45 PM | | FECHA INGRESO:11FEBRERO | |
| | PESO INICIAL: 55 GR. | | | | PESO INICIAL: 65 GR. | | | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 30.1 °C | 33% | RH | IN | 29.7 °C | 36% | RH |

| | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|---------|--------------------------|-----------------------|----------------|---------|--------------------------|----|
| | MAX | 30.4 °C | 44% | RH | MAX | 29.8 °C | 40% | RH |
| | MIN | 29.9 °C | 33% | RH | MIN | 29.7 °C | 35% | RH |
| MEDIA | HORA: 7:45 AM | | FECHA: 12 FEBRERO | | HORA: 7:45 AM | | FECHA: 12 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 29.6 °C | 41% | RH | IN | 30.6 °C | 37% | RH |
| | MAX | 30.7 °C | 41% | RH | MAX | 30.6 °C | 37% | RH |
| | MIN | 29.6 °C | 35% | RH | MIN | 30.6 °C | 35% | RH |
| SALIDA | HORA: 11:45PM | | FECHA SALIDA: 12 FEBRERO | | HORA: 11:45PM | | FECHA SALIDA: 12 FEBRERO | |
| | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | | TEMPERATURA | | HUMEDAD RELATIVA | |
| | IN | 17.6 °C | 67% | RH | IN | 17.2 °C | 67% | RH |
| | MAX | 17.6 °C | 70% | RH | MAX | 17.5 °C | 73% | RH |
| | MIN | 17.5 °C | 67% | RH | MIN | 17.2 °C | 67% | RH |
| PESO FINAL 54 GR | | | | PESO FINAL 63 GR | | | | |
| TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | TASA DE SUPERVIVENCIA | | | | |
| CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | CAMBIO DE PIEL | CAMBIO DE FASE | DECESOS | TOTAL INDIVIDUOS | |
| 7 | 9 | 4 | 187 | 9 | 10 | 4 | 286 | |

OBSERVACIONES

CONSUMO: 1GR.

Se observó 1 deceso por canibalismo. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. Así mismo, cuando cambian de fase: de gusano a pupa, estos mueren al poco tiempo. También podemos observar que, cuando están bajo una temperatura alta cambian de fase rápidamente y cuando tienen una temperatura baja entran en estado de congelación y dejan de moverse. También podemos observar que el 5% son de tamaño pequeño, 5% de tamaños mediano y el 90% de los gusanos son de tamaño grande.

OBSERVACIONES

CONSUMO: 2GR.

Se observó 1 deceso por canibalismo. Cuando los gusanos cambian de piel cambian, también lo hacen de color y textura: son blanquecinos y suaves al tacto. Así mismo, cuando cambian de fase: de gusano a pupa, estos mueren al poco tiempo. También podemos observar que, cuando están bajo una temperatura alta cambian de fase rápidamente y cuando tienen una temperatura baja entran en estado de congelación y dejan de moverse. También podemos observar que el 5% son de tamaño pequeño, 5% de tamaños mediano y el 90% de los gusanos son de tamaño grande.

ANEXO N°6. PANEL FOTOGRÁFICO

Recolección y selección de *Galleria mellonella*.



Gusano de cera – *Galleria mellonella* en los panales de miel.



Búsqueda de los gusanos de cera en los panales.



Extracción del gusano de cera del panal.



Gusano de cera fuera del panal, listo para colocarlo en el contenedor de vidrio.

Galleria mellonella – poliestireno.



Toma de temperatura y humedad relativa de la Pre prueba 8 horas.



Visualización de la toma de temperaturas con el termohigrómetro.



Toma de la temperatura final de la Pre prueba 8 horas de *Galleria mellonella* - poliestireno.



Selección y visualización de todo el consumo realizado del poliestireno de 200 y 300 individuos por la *Galleria mellonella* en la Pre prueba de 8 horas.



Decesos de la *Galleria mellonella* en la Pre prueba.



Visualización de la toma de pesos en la Pre prueba de *Galleria mellonella*.



Visualización de colocación del poliestireno y *Galleria mellonella* en la Prueba de 16 horas.



Toma de temperatura y humedad relativa para la Prueba de 16 horas.



Visualización del consumo del poliestireno de *Galleria mellonella* en la Prueba 16 Horas.



Visualización de la toma de pesos del consumo del poliestireno por *Galleria mellonella* en la Prueba 16 Horas.



Visualización de la colocación del poliestireno en la prueba de 24 horas.



Toma de temperatura y humedad relativa del poliestireno en la prueba de 24 horas.



Visualización del consumo del poliestireno por *Galleria mellonella* en la prueba de 24 Horas.



Toma de pesos de consumo del poliestireno por *Galleria mellonella* en la prueba de 24 Horas.



Visualización de la toma de temperatura y humedad relativa de ingreso del poliestireno para la prueba de 32 horas.



Visualización del consumo de poliestireno por la *Galleria mellonella* en la prueba de 32 horas.

***Galleria mellonella* – polietileno.**



Visualización de la colocación del polietileno y la *Galleria mellonella* en los contenedores de vidrio para la Pre prueba de 8 horas.



Visualización de la toma de temperaturas para polietileno en la Pre prueba de 8 horas.



Visualización del consumo de polietileno por la *Galleria mellonella* al termino de la Pre prueba de 8horas.



Visualizacion de la colocacion del polietileno para la prueba de 16 horas.



Visualizacionn de la toma de temperaturas de ingreso del polietileno en la prueba de 16 horas.



Visualización de la toma de temperaturas para la prueba de 16 horas.



Visualización del consumo del polietileno por la *Galleria mellonella* en la prueba de 16 horas.



Visualización del ingreso del polietileno para la prueba de 24 horas.



Visualización de la toma de temperaturas para la prueba de 24 horas.



Visualización del consumo de polietileno por la *Galleria mellonella* en la prueba de 24 horas.



Visualización del ingreso de polietileno junto a la *Galleria mellonella* para la prueba de 32 horas.



Visualización de la toma de temperaturas de polietileno en la prueba de 32 horas.



Visualización de la toma de peso del consumo de polietileno por *Galleria mellonella* en la prueba de 32 horas.



Visualización del consumo de polietileno por *Galleria mellonella* en la prueba de 32 horas.

Decesos y cambio de fase de la *Galleria mellonella* en las pruebas de polietileno y poliestireno.



Tenebrio molitor



Proceso de troceo y pesaje de Poliestireno.



Colocación de Poliestireno en trozos en el contenedor.



Colocación del Gusano *Tenebrio molitor* en el recipiente.



Selección del consumo de Poliestireno por *Tenebrio molitor* en la pre prueba de 8 horas.



Toma de Temperatura (°C) y Humedad Relativa % para la prueba de 16 horas.



Toma de Temperatura (°C) y Humedad Relativa % para la prueba de 16 horas.



Toma de Temperatura (°C) y Humedad Relativa % para la prueba de 24 horas.



Toma de Temperatura (°C) y Humedad Relativa % para la prueba de 24 horas.

Evidencia de consumo de poliestireno por *Tenebrio molitor*



Evidencia de poliestireno restos de poliestireno.

Evidencia de excreta de *Tenebrio molitor*.



Evidencia de excreta de *Tenebrio molitor*.





Toma de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Humedad Relativa % para la prueba de 8 horas.



Toma de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Humedad Relativa % para la prueba de 8 horas.



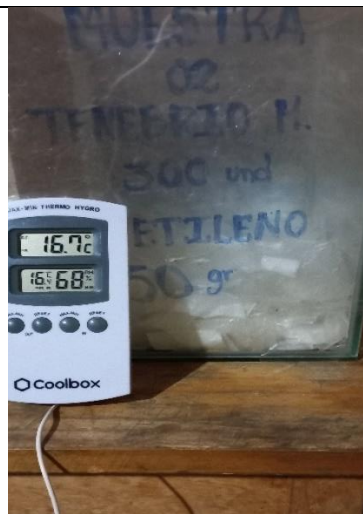
Toma de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Humedad Relativa % para la prueba de 16 horas.



Toma de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Humedad Relativa % para la prueba de 16 horas.



Toma de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Humedad Relativa (%) para la prueba de 24 horas.



Toma de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Humedad Relativa (%) para la prueba de 24 horas.



Toma de Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) para la prueba de 32 horas.



Toma de Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) para la prueba de 32 horas.



Recipientes con Polietileno y Poliestireno junto a la especie *Galleria mellonella* y *Tenebrio molitor*.



Pesaje de Polietileno para su posterior disposición al contenedor para la prueba de 32 horas.



Colocación de *Tenebrio molitor* al contenedor con 55 gr. de polietileno en la prueba de 32 horas.



Colocación de *Tenebrio molitor* al contenedor con 65 gr. de polietileno en la prueba de 32 horas.

Evidencia de consumo de poliestireno por *Tenebrio molitor*



Tenebrio molitor después del cambio de piel. Se presencia que son de color blanquecino.



Tenebrio molitor en estado adulto o pupa.



Parte del cuerpo de *Tenebrio molitor* en deceso por canibalismo.

Piel de *Tenebrio molitor*.



Restos de piel de *Tenebrio molitor*.

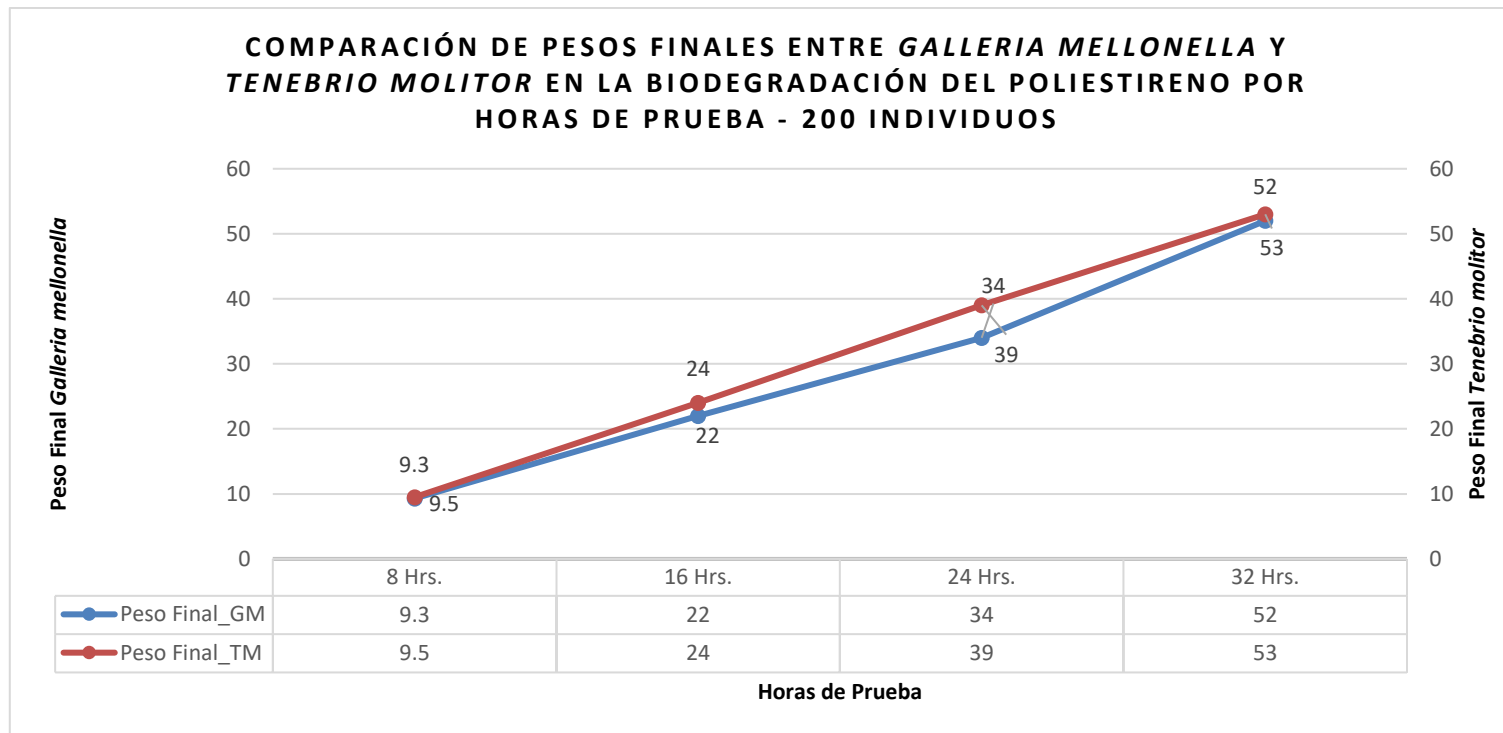


Se observa evidencia de consumo de madera tipo MDF por la especie *Tenebrio molitor*.

ANEXO N°7. CAPACIDAD DE BIODEGRADACIÓN POLIESTIRENO

- Complementando los resultados del objetivo general, tenemos las siguientes graficas:

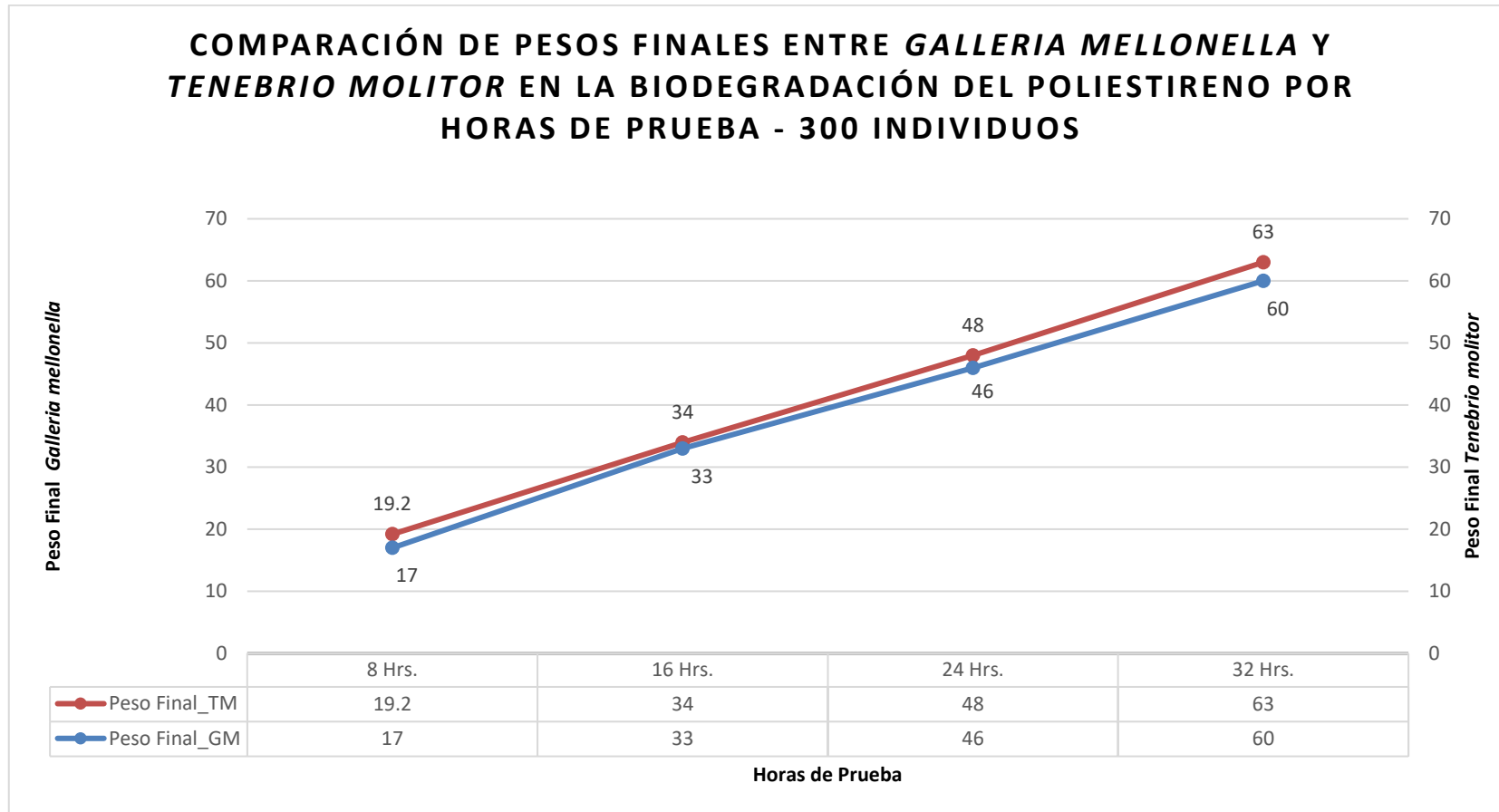
Figura N°1. Pesos finales *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* – 200 individuos



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En Figura N°1 podemos apreciar que, en la comparación de las 2 especies con 200 unidades, entre los pesos finales para poliestireno, *Tenebrio molitor* tuvo pesos finales mayores en las pruebas, indicando que consumió menor cantidad que la *Galleria mellonella*.

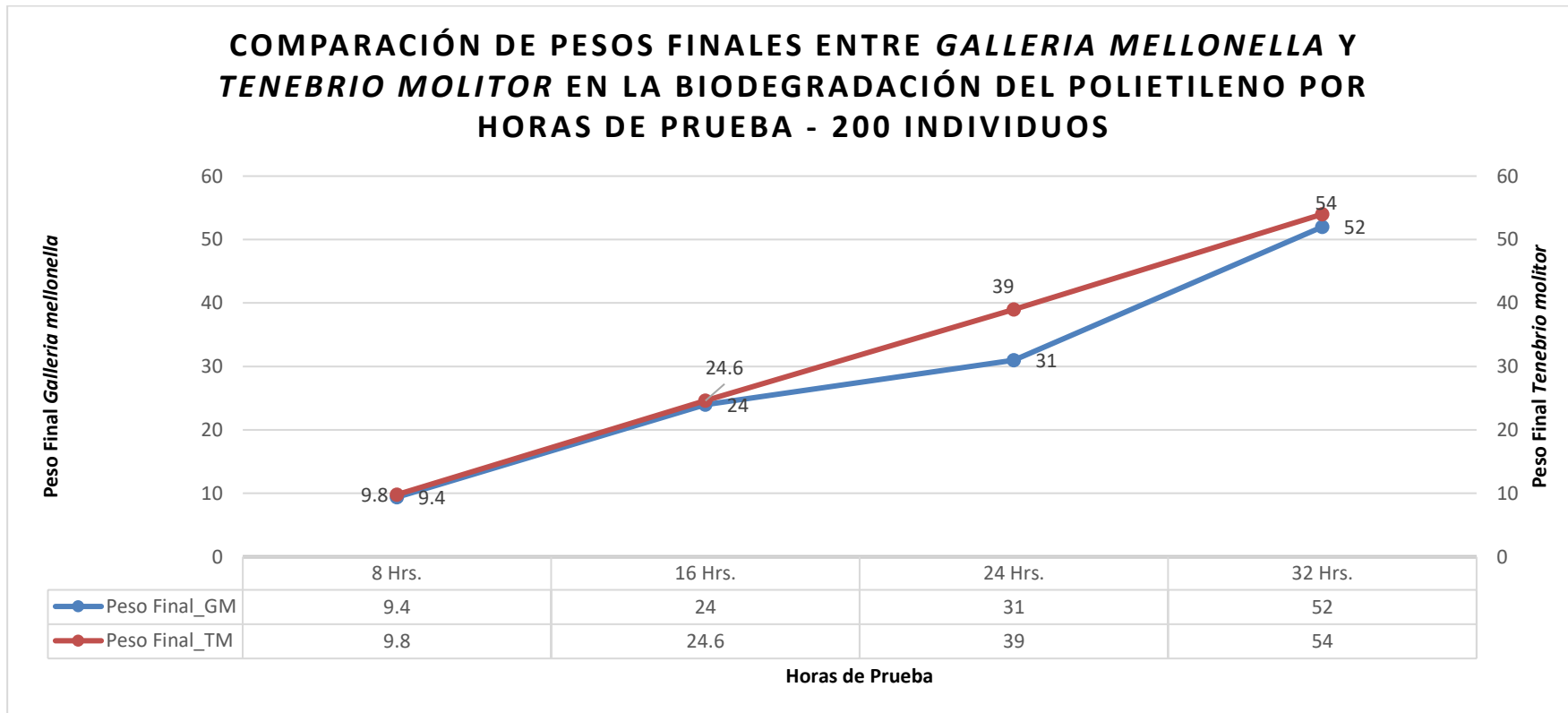
Figura N°2. Pesos finales *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* – 300 individuos.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En Figura N°2 podemos apreciar que, en la comparación de las 2 especies con 300 unidades, entre los pesos finales para poliestireno, *Tenebrio molitor* tuvo pesos finales mayores en las pruebas, indicando que consumió menor cantidad que la *Galleria mellonella*.

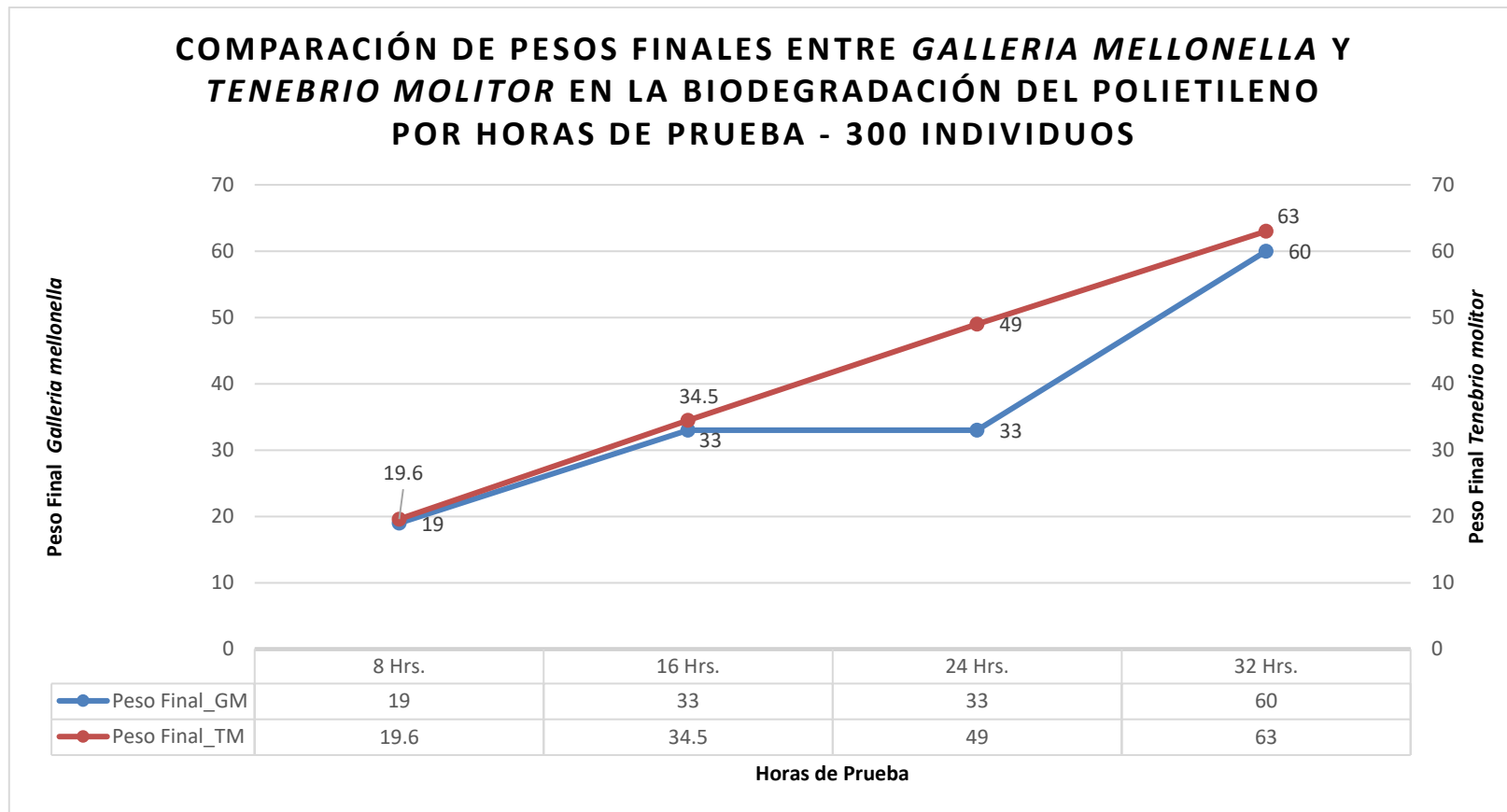
Figura N°3. Pesos finales *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* – 200 individuos



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En Figura N°3 podemos apreciar que, en la comparación de las 2 especies con 200 unidades, entre los pesos finales para polietileno, *Tenebrio molitor* tuvo pesos finales mayores en las pruebas, indicando que consumió menor cantidad que la *Galleria mellonella*.

Figura N°4. Pesos finales *Tenebrio molitor* y *Galleria mellonella* – 300 individuos



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En Figura N°4 podemos apreciar que, en la comparación de las 2 especies con 300 unidades, entre los pesos finales para polietileno, *Tenebrio molitor* tuvo pesos finales mayores en las pruebas, indicando que consumió menor cantidad que la *Galleria mellonella*.

ANEXO N°9. ESTADÍSTICA GENERAL

Prueba de Normalidad

| | |
|---|--|
| Poliestireno – <i>Tenebrio molitor</i> 200 individuos | Polietileno - <i>Tenebrio molitor</i> 200 individuos |
| <pre>> data1<-read.delim("clipboard") > shapiro.test(data1\$r) Shapiro-Wilk normality test data: data1\$r W = 0.91446, p-value = 0.3866</pre> | <pre>> data3<-read.delim("clipboard") > shapiro.test(data3\$r2) Shapiro-Wilk normality test data: data3\$r2 W = 0.89954, p-value = 0.2862</pre> |
| Poliestireno – <i>Galleria mellonella</i> 200 individuos | Polietileno – <i>Galleria mellonella</i> 200 individuos |
| <pre>> data2<-read.delim("clipboard") > shapiro.test(data2\$r1) Shapiro-Wilk normality test data: data2\$r1 W = 0.9136, p-value = 0.3801</pre> | <pre>> data4<-read.delim("clipboard") > shapiro.test(data4\$r3) Shapiro-Wilk normality test data: data4\$r3 W = 0.78221, p-value = 0.3869</pre> |

Hipótesis General

| Poliestireno | |
|--|--|
| <i>Tenebrio molitor</i> | <i>Galleria mellonella</i> |
| <pre>> t.test(data1\$r,alternative = "g",mu=0) One Sample t-test data: data1\$r t = 5.859, df = 7, p-value = 0.0003124 alternative hypothesis: true mean is greater than 0 95 percent confidence interval: 0.003538246 Inf sample estimates: mean of x 0.005229167</pre> | <pre>> t.test(data2\$r1,alternative = "g",mu=0) One Sample t-test data: data2\$r1 t = 4.8842, df = 7, p-value = 0.0008925 alternative hypothesis: true mean is greater than 0 95 percent confidence interval: 0.008429149 Inf sample estimates: mean of x 0.01377083</pre> |
| Polietileno | |
| <i>Tenebrio molitor</i> | <i>Galleria mellonella</i> |
| <pre>> t.test(data3\$r2,alternative = "g",mu=0) One Sample t-test data: data3\$r2 t = 4.3958, df = 7, p-value = 0.001586 alternative hypothesis: true mean is greater than 0 95 percent confidence interval: 0.001849258 Inf sample estimates: mean of x 0.00325</pre> | <pre>> t.test(data4\$r3,alternative = "g",mu=0) One Sample t-test data: data4\$r3 t = 2.5994, df = 7, p-value = 0.01773 alternative hypothesis: true mean is greater than 0 95 percent confidence interval: 0.00512922 Inf sample estimates: mean of x 0.01891667</pre> |

Hipótesis Específica 1

| Poliestireno | Polietileno |
|---|--|
| <i>Tenebrio molitor</i> | <i>Galleria mellonella</i> |
| <pre>> data7<-read.delim("clipboard") > G<-t.test(data7\$GM,data7\$TM,alternative = "g") > G Welch Two Sample t-test data: data7\$GM and data7\$TM t = 2.8883, df = 8.3889, p-value = 0.009636 alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0 95 percent confidence interval: 0.003075207 Inf sample estimates: mean of x mean of y 0.013770833 0.005229167</pre> | <pre>> data8<-read.delim("clipboard") > h<-t.test(data8\$GM,data8\$TM,alternative = "g") > h Welch Two Sample t-test data: data8\$GM and data8\$TM t = 2.1418, df = 7.1445, p-value = 0.03433 alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0 95 percent confidence interval: 0.001850298 Inf sample estimates: mean of x mean of y 0.01891667 0.00325000</pre> |

Hipótesis Específica 2

| Poliestireno | |
|---|--|
| <i>Tenebrio molitor - 200</i> | <i>Galleria mellonella- 200</i> |
| <pre>> X6<-c(0.02,0.005,0.005,0.005) > ns6<-c(200,200,200,200) > prop.test(X6,ns6) 4-sample test for equality of proportions without continuity correction data: X6 out of ns6 X-squared = 0.019287, df = 3, p-value = 0.9993 alternative hypothesis: two.sided sample estimates: prop 1 prop 2 prop 3 prop 4 1.0e-04 2.5e-05 2.5e-05 2.5e-05</pre> | <pre>> X2<-c(0,0.01,0.01,0.4) > ns2<-c(200,200,200,200) > prop.test(X2,ns2) 4-sample test for equality of proportions without continuity correction data: X2 out of ns2 X-squared = 1.1063, df = 3, p-value = 0.7756 alternative hypothesis: two.sided sample estimates: prop 1 prop 2 prop 3 prop 4 0e+00 5e-05 5e-05 2e-03</pre> |
| <i>Tenebrio molitor - 300</i> | <i>Galleria mellonella- 300</i> |
| <pre>> X7<-c(0.007,0,0,0.013) > ns7<-c(300,300,300,300) > prop.test(X7,ns7) 4-sample test for equality of proportions without continuity correction data: X7 out of ns7 X-squared = 0.0236, df = 3, p-value = 0.999 alternative hypothesis: two.sided sample estimates: prop 1 prop 2 prop 3 prop 4 2.333333e-05 0.000000e+00 0.000000e+00 4.333333e-05</pre> | <pre>> X3<-c(0.007,0.01,0.007,0.007) > ns3<-c(300,300,300,300) > prop.test(X3,ns3) 4-sample test for equality of proportions without continuity correction data: X3 out of ns3 X-squared = 0.00087099, df = 3, p-value = 1 alternative hypothesis: two.sided sample estimates: prop 1 prop 2 prop 3 prop 4 2.333333e-05 3.333333e-05 2.333333e-05 2.333333e-05</pre> |

| Polietileno | |
|--|--|
| <i>Tenebrio molitor</i> - 200 | <i>Galleria mellonella</i>- 200 |
| <pre>> X8<-c(0,0.005,0.05,0.02) > ns8<-c(200,200,200,200) > prop.test(X8,ns8) 4-sample test for equality of proportions without continuity correction data: X8 out of ns8 X-squared = 0.081008, df = 3, p-value = 0.994 alternative hypothesis: two.sided sample estimates: prop 1 prop 2 prop 3 prop 4 0.0e+00 2.5e-05 2.5e-04 1.0e-04</pre> | <pre>> X4<-c(0,0,0.015,0.02) > ns4<-c(200,200,200,200) > prop.test(X4,ns4) 4-sample test for equality of proportions without continuity correction data: X4 out of ns4 X-squared = 0.03643, df = 3, p-value = 0.9982 alternative hypothesis: two.sided sample estimates: prop 1 prop 2 prop 3 prop 4 0.0e+00 0.0e+00 7.5e-05 1.0e-04</pre> |
| <i>Tenebrio molitor</i> - 300 | <i>Galleria mellonella</i>- 300 |
| <pre>> X9<-c(0,0.007,0.007,0.013) > ns9<-c(300,300,300,300) > prop.test(X9,ns9) 4-sample test for equality of proportions without continuity correction data: X9 out of ns9 X-squared = 0.012556, df = 3, p-value = 0.9996 alternative hypothesis: two.sided sample estimates: prop 1 prop 2 prop 3 prop 4 0.000000e+00 2.333333e-05 2.333333e-05 4.333333e-05</pre> | <pre>> X5<-c(0.007,0.01,0.02,0.01) > ns5<-c(300,300,300,300) > prop.test(X5,ns5) 4-sample test for equality of proportions without continuity correction data: X5 out of ns5 X-squared = 0.0082344, df = 3, p-value = 0.9998 alternative hypothesis: two.sided sample estimates: prop 1 prop 2 prop 3 prop 4 2.333333e-05 3.333333e-05 6.666667e-05 3.333333e-05</pre> |

ANEXO N°10. PORCENTAJE DE PESO CONSUMO

| POLIESTIRENO | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------------|--------------|-----|-------------------------|--------------|----|----------------------------|--------------|----|-------------------------|--------------|----|
| | <i>Galleria mellonella</i> | | | <i>Tenebrio molitor</i> | | | <i>Galleria mellonella</i> | | | <i>Tenebrio molitor</i> | | |
| | 200 individuos | | | 300 individuos | | | 200 individuos | | | 300 individuos | | |
| HORAS PRUEBA | PESO INICIAL | PESO CONSUMO | % | PESO INICIAL | PESO CONSUMO | % | PESO INICIAL | PESO CONSUMO | % | PESO INICIAL | PESO CONSUMO | % |
| 8 Hrs. | 10 | 0.7 | 1% | 10 | 0.5 | 0% | 20 | 3 | 2% | 20 | 0.8 | 0% |
| 16 Hrs. | 25 | 3 | 2% | 25 | 1 | 1% | 35 | 2 | 1% | 35 | 1 | 1% |
| 24 Hrs. | 40 | 6 | 5% | 40 | 1 | 1% | 50 | 4 | 2% | 50 | 2 | 1% |
| 32 Hrs. | 55 | 3 | 2% | 55 | 2 | 2% | 65 | 5 | 3% | 65 | 2 | 1% |
| TOTAL | 130 | 12.7 | 10% | 130 | 4.5 | 3% | 170 | 14 | 8% | 170 | 5.8 | 3% |

| POLIETILENO | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------------|--------------|-----|-------------------------|--------------|----|----------------------------|--------------|-----|-------------------------|--------------|----|
| | <i>Galleria mellonella</i> | | | <i>Tenebrio molitor</i> | | | <i>Galleria mellonella</i> | | | <i>Tenebrio molitor</i> | | |
| | 200 Individuos | | | 300 individuos | | | 200 individuos | | | 300 individuos | | |
| HORAS PRUEBA | PESO INICIAL | PESO CONSUMO | % | PESO INICIAL | PESO CONSUMO | % | PESO INICIAL | PESO CONSUMO | % | PESO INICIAL | PESO CONSUMO | % |
| 8 Hrs. | 10 | 0.6 | 0% | 10 | 0.2 | 0% | 20 | 1 | 1% | 20 | 0.4 | 0% |
| 16 Hrs. | 25 | 1.0 | 1% | 25 | 0.4 | 0% | 35 | 2 | 1% | 35 | 0.5 | 0% |
| 24 Hrs. | 40 | 9.0 | 7% | 40 | 1 | 1% | 50 | 17 | 10% | 50 | 1 | 1% |
| 32 Hrs. | 55 | 3.0 | 2% | 55 | 1 | 1% | 65 | 5 | 3% | 65 | 2 | 1% |
| TOTAL | 130 | 13.6 | 10% | 130 | 2.6 | 2% | 170 | 25 | 15% | 170 | 3.9 | 2% |

ANEXO N°11. PORCENTAJE DE DECESOS

| | | Polietileno | | | | | | | | | |
|------------------|--------------|----------------------------|----|------------------|--------|----|-------------------------|----|--------|-----|----|
| | | <i>Galleria mellonella</i> | | | | | <i>Tenebrio molitor</i> | | | | |
| Total individuos | Horas prueba | Deceso | % | Total individuos | Deceso | % | Deceso | % | Deceso | % | |
| 200 | 8 Horas | 0 | 0% | 300 | 2 | 1% | 0 | 0% | 0 | 0% | |
| | 16 Horas | 3 | 2% | | 3 | 1% | 3 | 2% | 4 | 1% | |
| | 24 Horas | 6 | 3% | | 6 | 2% | 16 | 8% | 7 | 2% | |
| | 32 Horas | 4 | 2% | | 3 | 1% | 13 | 7% | 14 | 5% | |
| | | | 13 | | 7% | | 14 | 5% | 32 | 16% | 25 |

| | | Poliestireno | | | | | | | | | |
|------------------|--------------|----------------------------|----|------------------|--------|----|-------------------------|----|--------|----|----|
| | | <i>Galleria mellonella</i> | | | | | <i>Tenebrio molitor</i> | | | | |
| Total individuos | Horas prueba | Deceso | % | Total individuos | Deceso | % | Deceso | % | Deceso | % | |
| 200 | 8 Horas | 0 | 0% | 300 | 2 | 1% | 5 | 3% | 3 | 1% | |
| | 16 Horas | 2 | 1% | | 3 | 1% | 3 | 2% | 1 | 0% | |
| | 24 Horas | 2 | 1% | | 2 | 1% | 3 | 2% | 1 | 0% | |
| | 32 Horas | 8 | 4% | | 2 | 1% | 3 | 2% | 9 | 3% | |
| | | | 12 | | 6% | | 9 | 3% | 14 | 7% | 14 |