

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Reducción de los residuos orgánicos sólidos provenientes de los comedores del campus Gustavo Galindo de la ESPOL, mediante el rediseño de un galpón y la utilización de larvas de mosca soldado-negra

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Agrícola y Biológica

Presentado por:

Narcisa Isabel Gorotiza Sanchez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por brindarme salud y sabiduría, a mis padres por ser mi soporte en momentos donde creí no poder, a mis hermanos que estuvieron siempre pendientes y prestos a ayudarme, a mis primos quienes me mantuvieron cuerda durante toda la carrera y a mis amigos que hicieron la etapa universitaria más amena.

Los amo.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todos los docentes quienes me acompañaron durante estos años, al PhD. Eduardo Álava y a la Mgtr. Martha Sumba quienes me brindaron su guía, apoyo y consejo, al personal de la GEA y amigos que estuvieron presentes durante la fase más complicada del proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Narcisa Isabel Gorotiza Sanchez* doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Narcisa Gorotiza

Narcisa Isabel Gorotiza
Sanchez

EVALUADORES

PhD. María Isabel Jiménez

PROFESOR DE LA MATERIA

PhD. María Isabel Jiménez

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo cuantificó los residuos sólidos generados por los proveedores de alimentos en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL durante 10 días, donde los cinco primeros días correspondieron a una semana de clases regulares y los cinco días siguientes a una semana de exámenes. Se recolectó y transportó los residuos sólidos y se los pesó para determinar la cantidad recolectada diariamente. Aplicando la técnica de la rejilla se obtuvo muestras para clasificarlos según su degradabilidad. Posteriormente, se desarrolló un ensayo de bioconversión con larvas de mosca soldado-negra donde se evaluó tres densidades larvales: 2.5 larvas/cm², 5.0 larvas/cm² y 7.5 larvas/cm² para medir su tasa de reducción y bioconversión de residuos orgánicos sólidos, a la vez se rediseñó un galpón para llevar a cabo la bioconversión de residuos orgánicos sólidos dentro del campus. En base a los resultados obtenidos se estimó que la generación de residuos sólidos en una semana regular sea de 413.62 kg/día y en una semana de exámenes sea de 374.53 kg/día. Del total de residuos sólidos el 91% correspondió a residuos de tipo orgánico y el 9% a residuos de tipo inorgánico. Se identificó que el mejor tratamiento para la reducción de residuos fue el de 7.5 larvas/cm² puesto que redujo el sustrato en un 71% y aprovechó 29% de este para convertirlo en biomasa larval, finalmente con los resultados obtenidos en el ensayo se estimó que el galpón puede reducir 35.7 toneladas de residuos orgánicos sólidos anualmente.

Palabras Clave: Residuos sólidos, técnica de la rejilla, bioconversión, larvas de mosca soldado-negra, y rediseño.

ABSTRACT

This study quantified the solid waste generated by the food suppliers at the Gustavo Galindo campus of ESPOL for 10 days, where the first five days corresponded to a week of regular classes and the following five days to a week of exams. Solid waste was collected and transported and weighed to determine the amount collected daily. Using the grid technique, samples were obtained to classify them according to their degradability. Subsequently, a bioconversion test was developed with black soldier fly larvae where three larval densities were evaluated: 2.5 larvae/cm², 5.0 larvae/cm² and 7.5 larvae/cm² to measure their rate of reduction and bioconversion of solid organic waste, and a shed was redesigned to carry out the bioconversion of solid organic waste within the campus. Based on the results obtained, it was estimated that the generation of solid waste in a regular week is 413.62 kg/day and in an exam week it is 374.53 kg/day. Of the total solid waste, 91% corresponded to organic waste and 9% to inorganic waste. It was identified that the best treatment for waste reduction was the 7.5 larvae/cm² treatment, since it reduced the substrate by 71% and used 29% of it to convert it into larval biomass. Finally, with the results obtained in the trial, it was estimated that the house can reduce 35.7 tons of solid organic waste annually.

Keywords: *Solid waste, grid technique, bioconversion, black soldier fly larvae, and redesign.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	5
RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
ÍNDICE GENERAL.....	8
ABREVIATURAS	11
SIMBOLOGÍA	12
ÍNDICE DE FIGURAS	13
ÍNDICE DE TABLAS	14
CAPÍTULO 1	15
1. Introducción.....	15
1.1 Descripción del problema.....	16
1.2 Justificación del problema.....	16
Objetivos.....	17
1.2.1 Objetivo General.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Marco teórico	18
1.3.1 Generalidades de los residuos sólidos	18
1.3.2 Ciclo de vida de los residuos sólidos	19
1.3.3 Clasificación de los residuos sólidos.....	19
1.3.4 Caracterización de residuos sólidos	20
1.3.5 Técnica de la rejilla	20
1.3.6 Lixiviados.....	21
1.3.7 Tratamientos biológicos de residuos orgánicos	21
1.3.8 Bioconversión	22
1.3.9 Insectos para la bioconversión de residuos orgánicos sólidos	22
1.3.10 Productos obtenidos de la bioconversión de residuos	23
1.3.11 Larva de mosca soldado-negra como bioconversor de residuos orgánicos	24
CAPÍTULO 2.....	25
2. Metodología.....	25

2.1	Área de estudio	26
2.2	Planificación.....	27
2.2.1	Definición de la población objetivo.....	27
2.2.2	Definición del tamaño de la muestra.....	27
2.2.3	Definición del centro de acopio.....	27
2.3	Encuesta.....	28
2.3.1	Planteamiento de la encuesta.....	28
2.3.2	Definición de la población objetivo.....	28
2.3.3	Elaboración del formulario	28
2.3.4	Recolección de datos	29
2.3.5	Procesamiento de datos	29
2.3.6	Análisis de datos	29
2.4	Cuantificación y caracterización de residuos sólidos.....	29
2.4.1	Recolección de residuos generados en la ESPOL.....	30
2.4.2	Diferencia de pesos	31
2.4.3	Obtención de la muestra a caracterizar	32
2.5	Caracterización física.....	32
2.6	Bioconversión	33
2.6.1	Obtención de mosca soldado-negra	33
2.6.2	Evaluación de la densidad de siembra larval	33
2.6.3	Obtención de los residuos sólidos orgánicos sometidos a bioconversión por larvas de mosca soldado-negra	34
2.6.4	Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos con larvas de mosca soldado-negra	34
2.6.5	Evaluación del peso de larvas de mosca soldado-negra y la degradación de residuos sólidos orgánicos	35
2.7	Diseño de galpón	36
2.7.1	Localización.....	36
2.7.2	Toma de dimensiones	36
2.7.3	Criterios por tomar en cuenta	36
CAPITULO 3.....		37
3.	Resultados y análisis.....	37
3.1	Análisis de relación para encuesta.....	37
3.2	Registro de residuos recolectados	38

3.3	Cuantificación de residuos generados por los proveedores de comida que conforman la muestra en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL.....	39
3.4	Caracterización de los residuos sólidos generados por los proveedores de comida que conforman la muestra en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL.....	43
3.5	Estimación de los tipos residuos sólidos generados por los proveedores de comida en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL.....	46
3.6	Bioconversión	49
3.6.1	Monitoreo del peso de larvas de mosca soldado-negra en la degradación de residuos sólidos orgánicos	49
3.6.2	Porcentaje de reducción de residuos orgánicos sólidos.....	50
3.6.3	Rendimiento de biomasa larval.....	52
3.6.4	Perfil químico del residuo transformado (frass).....	53
3.7	Diseño del galpón	54
3.7.1	Capacidad larval.....	54
3.7.2	Capacidad para residuos orgánicos sólidos.....	55
CAPITULO 4.....		56
4.	Conclusiones y recomendaciones	56
4.1	Conclusiones	56
4.2	Recomendaciones	56
BIBLIOGRAFÍA		58
ANEXOS.....		60

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

GEA Granja Experimental Agrícola

MSN Mosca Soldado Negra

RS Residuos Sólidos

ROS Residuos Orgánicos Sólidos

SIMBOLOGÍA

cm	Centímetro
g	Gramo
kg	Kilogramo
m	Metro

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Metodología para la reducción de residuos orgánicos sólidos del campus Gustavo Galindo de la ESPOL mediante larvas de mosca soldado-negra.....	25
.....	26
Figura 2.2.- Ubicación del campus Gustavo Galindo de la ESPOL	26
Figura 3.1.- Análisis de correspondencia de preguntas del cuestionario	37
Figura 3.2.- Cantidad de residuos sólidos y lixiviados en una semana regular	40
Figura 3.3.- Cantidad de residuos sólidos y lixiviados en una semana de exámenes	41
Figura 3.4.- Generación de residuos sólidos por parte de los proveedores de alimentos en una semana regular	42
Figura 3.5.- Generación de residuos sólidos por parte de los proveedores de alimentos en una semana de exámenes.....	42
Figura 3.6.- Caracterización física de residuos sólidos en los comedores.....	44
Figura 3.7.- Caracterización física de residuos sólidos en los bares	45
Figura 3.8.- Caracterización física de residuos sólidos en los kioskos	46
Figura 3.9.- Proporción estimada de los tipos de residuos sólidos que generan los proveedores de alimentos en una semana regular de clases y una de exámenes	47
Figura 3.10.- Curvas de crecimiento de larvas para cada uno de los tratamientos	50
Figura 3.11.- Características fisicoquímicas del frass.....	53
Figura 3.12.- Rediseño de galpón ubicado en la GEA.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.- Clasificación de residuos sólidos según su degradabilidad	19
Tabla 2.1.- Data climática de la ciudad de Guayaquil.....	26
.....	27
Tabla 2.2.- Clasificación de los proveedores de alimentos del campus Gustavo Galindo de la ESPOL	27
.....	30
Tabla 2.3.- Formato de etiqueta para identificación de residuos	30
Tabla 2.4.- Formato para registro de pesos de los residuos.....	31
Tabla 2.5.- Formato para registro de caracterización de residuos	32
Tabla 2.6.- Datos de tratamientos de residuos sólidos orgánicos con larvas de mosca soldado-negra.....	35
Tabla 3.1.- Cantidades de residuos sólidos recolectados.....	39
Tabla 3.2.- Cantidades de los tipos de residuos sólidos en comedores	43
Tabla 3.3.- Cantidades de los tipos de residuos sólidos en bares	44
Tabla 3.4.- Cantidades de los tipos de residuos sólidos en kioskos	45
Tabla 3.5.- Promedios diarios estimados de los tipos de residuos sólidos	47
Tabla 3.6.- Descriptivos de los tipos de residuos sólidos	48
Tabla 3.7.- Materia seca de los elementos del ensayo de bioconversión	49

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos es una consecuencia derivada de la actividad humana (Góngora Pérez, 2014). El incremento de la población y la tendencia al consumismo han logrado que la cantidad de residuos alcance cifras preocupantes, así es como los últimos datos disponibles indican que en el año 2016 se generó aproximadamente 2.010 millones de toneladas de RS a nivel mundial y se estima que para el año 2050 lleguen a 3.400 millones de toneladas (Kaza et al., 2018).

En Ecuador según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Censos se generan en promedio 12.613 toneladas diarias de RS, de los cuales el 50,5% tiene como disposición final rellenos sanitarios, el 31,4 % celdas emergentes y el 18,2% botadero. (Cando, 2021)

La acelerada tasa de generación de residuos se ha convertido en un reto actual, debido a la gestión de los mismos, pues si se lleva a cabo de una forma ineficiente desencadena una serie de problemas como la mala disposición final de los residuos en vertederos, incineración a cielo abierto y no aprovechamiento mediante procesos físicos, químicos o biológicos. (Hernández Flechas y Corredor González, 2016)

Al evaluar la cantidad de RS producidos y determinar a qué tipo pertenecen, se facilita la intervención en la debida etapa de su ciclo de vida, a través de acciones que tengan como objetivo mejorar la gestión de los residuos mediante su reciclaje o revalorización.

Entre las alternativas sostenibles para una gestión integral de residuos se encuentra la valorización de tipo energética y material. La valorización de tipo energética se concentra en el potencial energético que puede ser recuperado de los residuos, mientras que, la valorización de tipo material se refiere a procesos de transformación química, física o biológica como

compostaje, reciclaje, bio-conversión, entre otras (Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2017).

Es así como las larvas de mosca soldado-negra (*Hermetia illucens*) ponen sobre la mesa una opción para el tratamiento de residuos de origen animal y vegetal, ya que, tienen el gran potencial de disminuirlos y transformarlos en materia que puede ser usada como enmienda agrícola, además de que las larvas pueden ser empleadas en la producción de proteína para alimentación animal. (Huariata Pachamango y Carrasco Alcalde, 2022)

Por lo antes expuesto el presente proyecto plantea la elaboración de una línea base para la reducción de residuos orgánicos sólidos, mediante el cultivo de larvas de mosca soldado-negra.

1.1 Descripción del problema

La ESPOL es una universidad que se encuentra comprometida con el desarrollo sostenible, apostando a lograr un cambio en la sociedad en relación con los objetivos de sostenibilidad, a través del conocimiento y conciencia económica, social y ambiental impartida a sus estudiantes. Para lograr esto, es necesario poner en perspectiva el desafío global actual, que es reducir la presión sobre los ecosistemas buscando que los productos que por parte de sus poseedores son considerados residuos, sean aprovechados en la correcta etapa de su ciclo de vida. Es así como se vuelve imprescindible para la institución el tomar acción en cuanto a una correcta gestión y cuantificación posconsumo de RS generados en los comedores que se encuentran dentro del campus Gustavo Galindo, fijando un ejemplo de responsabilidad ambiental siendo agentes y gestores del cambio.

1.2 Justificación del problema

La conciencia ambiental se está volviendo un punto clave debido a las alteraciones negativas que el planeta está sufriendo. Una de las causas es la rápida generación de residuos que trae consigo el colapso de los sitios

destinados a su almacenamiento, mal tratamiento de residuos, liberación de gases de efecto invernadero, reproducción de vectores de plagas, entre otros.

Organizaciones como Alianza Basura Cero Ecuador han alertado de la crítica situación a nivel local, pues manifiestan que se generan aproximadamente 37.000 toneladas de RS urbanos, de los cuales el 57% son orgánicos y 43% son del tipo inorgánico. (El Telégrafo, 2020).

En este contexto cabe preguntarse qué alternativas existen para disminuir el impacto de los residuos y que a la vez estén alineadas hacia el desarrollo de una sociedad sostenible. Es en este último punto es que las universidades se vuelven parte fundamental, pues son los estudiantes de estas quienes tomarán la pesada tarea de contribuir en la resolución de problemas, tomando en cuenta que las decisiones para cubrir las necesidades actuales no tienen que afectar las necesidades de las futuras generaciones. De allí la importancia por parte de las universidades de transmitir conocimientos en conjunto con conciencia ambiental, social y económica.

La contribución principal de este estudio es exponer el uso de larvas de mosca soldado-negra como una alternativa sostenible para lograr la reducción de ROS, además de otorgar datos cuantificables en relación con la cantidad y caracterización de los residuos generados en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL. De esta manera los datos podrán ser usados para la planeación de una correcta gestión integral de residuos dentro de la institución

Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar una línea base para la reducción de residuos orgánicos sólidos generados en comedores de la ESPOL, mediante el cultivo de larvas de mosca soldado-negra.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar los residuos sólidos generados en los comedores del campus Gustavo Galindo de la ESPOL, mediante su recolección diaria durante dos semanas.
- Caracterizar físicamente los residuos sólidos generados, para la identificación de tipo, cantidades y variaciones en el tiempo.
- Determinar el perfil químico del residuo transformado por la larva de mosca soldado-negra, mediante análisis de laboratorio.
- Rediseñar un galpón para la bioconversión de residuos orgánicos sólidos utilizando larvas de mosca soldado-negra.

1.3 Marco teórico

1.3.1 Generalidades de los residuos sólidos

Para empezar con la focalización del tema de estudio, es esencial realizar una revisión de las ideas generales relacionadas con el tema principal. Para ello, es conveniente examinar de manera breve los conceptos que se han desarrollado en los ámbitos académico, científico y social con respecto a los RS.

La normativa del Ecuador define a los RS como sustancias, o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, cuya eliminación o disposición final procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional e internacional aplicable (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2018).

Son productos o materiales que son destinados a la eliminación, pueden ser de origen industrial, doméstico, comercial, minero, agrícola y demás actividades cotidianas (Ugwu et al., 2020).

Los residuos también se definen como subproductos consecuentes de la actividad humana, que físicamente aún contienen las mismas sustancias que los productos originales, pero que para los

individuos han perdido valor práctico en la actividad para la que fueron adquiridos (McDougall et al., 2008).

Otra de las varias definiciones asociadas a RS explica que pueden ser de origen orgánico e inorgánico y desde el punto de vista de su poseedor han perdido utilidad para la acción destinada, siendo procedente de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza (Galvis González, 2016).

1.3.2 Ciclo de vida de los residuos sólidos

El ciclo de vida es un proceso el cual permite analizar los materiales, energía y emisiones de un producto o servicio, es decir que ayuda a reconocer aspectos ambientales y potenciales impactos asociados (McDougall et al., 2008).

1.3.3 Clasificación de los residuos sólidos

Varios autores indican que los residuos se pueden clasificar de acuerdo con diferentes criterios. Para el presente estudio se tomará en cuenta la clasificación según su degradabilidad.

Tabla 1.1.- Clasificación de residuos sólidos según su degradabilidad

Clasificación de residuos sólidos según su degradabilidad	
Orgánicos	Son restos biodegradables que proceden de material vivo como restos de animales, huesos, papel, cartón, tela, desechos de jardinería y residuos agrícolas. Pueden transformarse en materia orgánica que se puede usar para crear fertilizantes sin generar tanto daño al medio ambiente.

Inorgánicos	Son restos de materiales que han experimentado un proceso industrial los cuales tienen un tiempo más prolongado de descomposición en comparación con los orgánicos. Una de las principales ventajas que poseen los residuos inorgánicos es que se les puede dar un tratamiento y manejo adecuado para ser reutilizados con el fin de economizar energía y materias primas.
-------------	--

1.3.4 Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de residuos es importante para una correcta toma de decisiones en pasos como la recolección, selección de transporte, diseño de rutas, transformación energética, recuperación de materia utilizable, revalorización, entre otros (Ugwu et al., 2020).

La caracterización de los residuos es el primer paso para cualquier programa de gestión de desechos exitoso, con el fin de evaluar el potencial de recuperación de materiales, conocer las fuentes de generación de componentes, contribuir al diseño de equipos de procesamiento, conocer las propiedades físicas, químicas y térmicas de los desechos, y garantizar el cumplimiento de las regulaciones. La composición de los residuos generados cambia debido a la variación estacional, el estilo de vida, la ubicación geográfica, etc. (Adeniran et al., 2017).

1.3.5 Técnica de la rejilla

Es una técnica para muestrear residuos consiste en dividir un área, ya sea una estación de transferencia o una sección clara en un vertedero, en cuadrados del mismo tamaño. Cada cuadrado es identificado con un número y un código de letras. Los desechos son depositados en la malla y se mezclan con cantidades similares de desechos en cada cuadrado. Luego, se analizan las características de los residuos en un número seleccionado de cuadrados y se

comparan con el peso o el volumen total de la carga (Sasikumar & Krishna, 2009).

1.3.6 Lixiviados

Los lixiviados se refieren al líquido que se filtra a través de los RS y extrae materiales disueltos o en suspensión. Estos líquidos se pueden formar a partir del agua que entra en el depósito o vertedero desde fuentes externas, como el drenaje y la lluvia, así como el líquido generado por la descomposición de los residuos. El lixiviado contiene una variedad de componentes derivados de los materiales depositados en el vertedero y de las reacciones químicas o bioquímicas que ocurren dentro del mismo. (Chávez Montes, 2011)

1.3.7 Tratamientos biológicos de residuos orgánicos

1.3.7.1 Compostaje

El compostaje es un proceso aerobio y termófilo, es decir que se da en presencia de oxígeno y con incremento de la temperatura, sirve para descomponer la fracción orgánica de los residuos sólidos logrando un producto estable en mayor o menor grado. Este proceso imita lo que ocurre naturalmente con este tipo de residuos en los ecosistemas, pero se optimizan las condiciones para lograr disminuir el tiempo del proceso e incrementar su productividad. (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020)

1.3.7.2 biometanización

La biometanización es un proceso biológico que utiliza microorganismos para descomponer y estabilizar la materia orgánica biodegradable. Este proceso se lleva a cabo en un ambiente carente de oxígeno y produce un gas combustible y un residuo líquido como resultado. Además, en el proceso de

biometanización, se genera metano, así como otros gases en concentraciones menores, como amoníaco, ácido sulfhídrico, células nuevas, materia orgánica no degradada y calor (Hernández Romero, 2016).

La materia orgánica presente en los residuos se descompone en un proceso anaerobio mediante la acción de ciertas bacterias anaerobias estrictas, produciendo biogás. De los componentes del biogás, el metano es el más valioso económicamente debido a su capacidad de ser utilizado como combustible (Berrelleza Robles, 2014).

1.3.8 Bioconversión

La transformación biológica de ROS en productos más simples y estables, como biogás o compost, es llevada a cabo por organismos como insectos, bacterias y hongos en el proceso de bioconversión. Este enfoque es una opción sostenible para el manejo de residuos en lugar de su eliminación en vertederos y tiene como resultado la reducción de gases de efecto invernadero. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020)

1.3.9 Insectos para la bioconversión de residuos orgánicos sólidos

El papel que tienen los insectos en el proceso de bioconversión es transformar ROS en productos con un valor añadido elevado. Los residuos son utilizados como alimento para los insectos, los cuales los metabolizan y producen diversos resultados, como biomasa de insectos o larvas para la alimentación de animales, biocombustibles, lubricantes, productos farmacéuticos, materia orgánica y otros (Huariata Pachamango & Carrasco Alcalde, 2022).

La comunidad científica ha prestado atención al proceso de tratamiento biológico de residuos, que consiste en el cultivo y crecimiento de organismos o microorganismos que consumen los ROS. Este proceso ofrece varios beneficios, como la disminución en tamaño de la materia orgánica, la estabilización de los componentes de los desechos y la destrucción de patógenos presentes en los residuos. Además, el uso de insectos es una opción viable y sostenible en el tratamiento biológico para la reutilización de residuos (Oviedo Olvera et al., 2022).

1.3.10 Productos obtenidos de la bioconversión de residuos

1.3.10.1 Biodiesel

La producción de precursores para el biodiésel se logra a partir de grasas y aceites. La técnica de elaboración es semejante a la utilizada con otras fuentes de grasa. La cantidad de grasa varía en los insectos, dependiendo de su especie y del alimento que reciban (Huariata Pachamango & Carrasco Alcalde, 2022).

1.3.10.2 Harinas

Las harinas de insectos son la forma más común para adicionar en la alimentación humana y en dietas para animales. Entre las harinas más investigadas y utilizadas como fuente de proteínas en alimentos para humanos se encuentran el grillo doméstico, las larvas de MSN y los gusanos de harina. Los componentes nutricionales principales en los insectos son proteínas y grasas, seguidos de fibra, nitrógeno no proteico y cenizas. La composición de los componentes depende del tipo de insecto, su etapa de crecimiento y su alimentación (Avendaño et al., 2020).

1.3.10.3 Fertilizantes

La producción de abono orgánico para los cultivos se enfoca en la composición de la materia prima y la evaluación del contenido de NPK en el excremento. Este tipo de abono tiene una gran ventaja sobre otros tipos de guanos debido a su naturaleza seca y su pH inofensivo para las plantas, lo que lo hace fácil de aplicar (Huariata Pachamango & Carrasco Alcalde, 2022)

1.3.11 Larva de mosca soldado-negra como bioconvertor de residuos orgánicos

La larva de (*Hermetia illucens*), ha ganado gran popularidad en los últimos años debido a su capacidad para crecer al alimentarse de gran variedad de ROS, tal como los municipales, el estiércol de ganado, los residuos de cervecería y los subproductos de la industria alimentaria, fomentando el reciclaje de residuos reduciendo al mismo tiempo su huella ambiental, de esta manera se presentan como una solución eficaz para tratar los residuos sólidos. (Gligorescu et al., 2022).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para lograr la reducción de ROS del campus Gustavo Galindo de la ESPOL el proyecto se dividió en cuatro fases que se detallan a continuación (Figura 2.1)

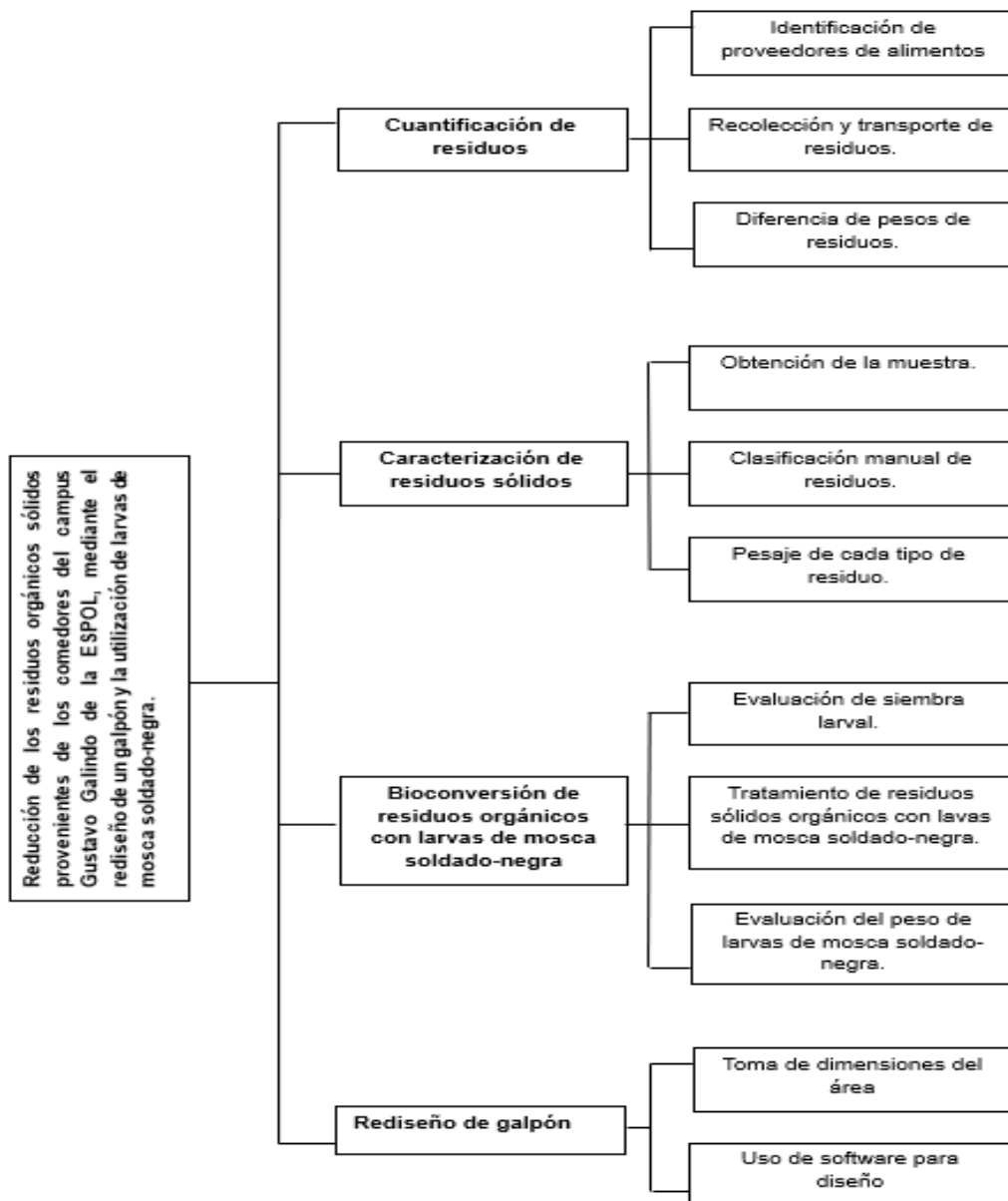


Figura 2.1.- Metodología para la reducción de residuos orgánicos sólidos del campus Gustavo Galindo de la ESPOL mediante larvas de mosca soldado-negra.

2.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, que se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil de la provincia del Guayas. El campus se encuentra a 101 metros sobre el nivel del mar. Las coordenadas del área de estudio son 2°08'53.94"S, 79°57'32.21"O y la data clima se muestra en la Tabla 2.1.

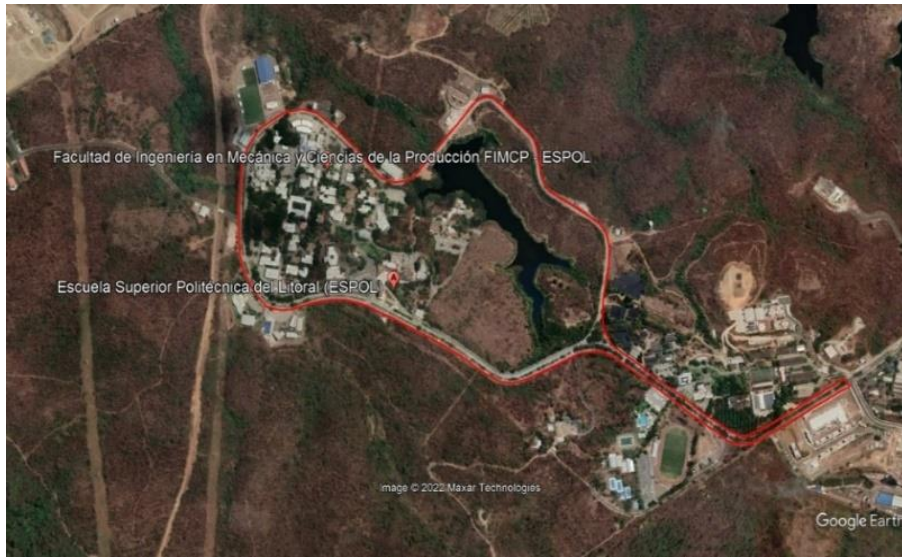


Figura 2.2.- Ubicación del campus Gustavo Galindo de la ESPOL

Tabla 2.1.- Data climática de la ciudad de Guayaquil

Temperatura mínima (°C)	21
Temperatura máxima (°C)	31
Precipitación (mm)	1025
Humedad (%)	78.5
Velocidad del viento (km/h)	3.5

2.2 Planificación

2.2.1 Definición de la población objetivo

Dentro del campus Gustavo Galindo de la ESPOL existen varios proveedores de comida, por tal razón, se recurrió a Gerencia Administrativa para así obtener información precisa del número y clasificación de cada uno de ellos.

Tabla 2.2.- Clasificación de los proveedores de alimentos del campus Gustavo Galindo de la ESPOL

Clasificación	Número
Comedores	4
Bares	7
Kioskos	7

En la Tabla 2.2. se puede notar que la ESPOL cuenta con 18 proveedores de alimentos con contrato activo dentro del campus Gustavo Galindo, estos se encuentran clasificados en bares, comedores y kioskos.

2.2.2 Definición del tamaño de la muestra

Para llevar a cabo el estudio se decidió trabajar con el 100% de comedores, el 40% de bares y el 40% de kioskos, es decir que se obtuvo residuos de 4 comedores, 3 bares y 3 kioskos.

2.2.3 Definición del centro de acopio

Tomando en cuenta que se trabajaría con residuos, fue necesario establecer que el centro de acopio tenía que ser un lugar amplio y abierto, por lo cual, se decidió que sea la Granja Experimental

Agrícola de la ESPOL, el lugar donde se depositarían los residuos recolectados diariamente.

2.3 Encuesta

La realización de una encuesta involucra seguir un conjunto de diversas técnicas combinadas, tales como: a) planteamiento de la encuesta, b) definición de la población objetivo, c) elaboración del cuestionario, d) recolección de datos, e) procesamiento de datos, f) análisis estadístico, g) presentación de resultados (López-Roldán & Fachelli, 2016).

2.3.1 Planteamiento de la encuesta

El objetivo de la encuesta fue obtener información relacionada con el comportamiento de adquisición y desperdicio de alimentos por parte de los establecimientos alimentarios en la ESPOL, además de información respecto a la generación, almacenamiento, reciclaje, aprovechamiento y servicio de recolección de los RS.

2.3.2 Definición de la población objetivo

El conjunto que posee las características que se desea investigar en el presente trabajo está conformado por los restaurantes, bares y kioscos del campus Gustavo Galindo de la ESPOL. Tomando en cuenta que se quiere lograr gran representatividad se definió que se desarrollaría la encuesta sobre el total de la población, es decir sobre 7 kioscos, 4 restaurantes y 7 bares.

2.3.3 Elaboración del formulario

El formulario constó de 34 preguntas de las cuales 32 fueron preguntas cerradas, mientras que 2 fueron abiertas, además de que 27 preguntas fueron de tipo cualitativo y 7 de tipo cuantitativo.

En función de su contenido el tipo de preguntas fueron de introducción, identificación y, de hecho.

2.3.4 Recolección de datos

Se realizó en un plazo de 4 días en el horario de 08h00 – 11h00 para no interferir con las actividades normales de cada uno de los locales. Los cuestionarios fueron llenados de forma física por cada uno de los participantes y en presencia del encuestador.

2.3.5 Procesamiento de datos

Tomando en cuenta que las respuestas del cuestionario fueron no numéricas, fue preciso traducir todas las respuestas a números, es decir codificar, para luego seguir con el procesamiento de datos. Este paso se realizó mediante el uso del software de tipo utilitario Microsoft Excel.

2.3.6 Análisis de datos

El proceso implicó revisar los resultados previamente obtenidos y presentarlos en tablas y gráficos para facilitar su comprensión. Además, se añadió un resumen escrito para complementar la información. Estos detalles se presentarán a profundidad en el tercer capítulo.

2.4 Cuantificación y caracterización de residuos sólidos

Se definió que se desarrollaría durante dos semanas. La primera semana estuvo comprendida desde el 14 al 18 de noviembre, mientras que la segunda semana estuvo comprendida desde el 21 al 25 de noviembre, cabe destacar que la primera fue una semana regular dentro del campus universitario, en tanto que la segunda correspondió a semana de exámenes

cuando no existen clases regulares y los estudiantes solo se presentan a rendir exámenes. Esto con el fin de examinar si existe cambio en cuanto a la producción de residuos.

2.4.1 Recolección de residuos generados en la ESPOL

Previo a desarrollarse la recolección, fue importante tener un acercamiento con los administradores de los locales, con la finalidad de introducir información referente al estudio, además de identificar la hora en que cada local tiene listo la totalidad de los residuos generados en el día para que sean retirados y de esta forma generar un horario de recolección.

De esta manera la recolección de residuos generados por los locales que prestan el servicio de alimentación en la ESPOL se llevó a cabo en coordinación con Servicios generales en el horario de 13h:40 – 15h:30 en las fechas mencionadas anteriormente.

Una vez en cada uno de los locales, se colocó la etiqueta de identificación en cada funda y demás recipientes donde se haya depositado los residuos para su posterior transporte hacia el centro de acopio (GEA).

Tabla 2.3.- Formato de etiqueta para identificación de residuos

Muestra Colectada
Día N°.
Fecha:
Clasificación del local

La Tabla 2.3. muestra el formato de la etiqueta que se colocó en todas las fundas y demás recipientes que contenían los residuos que formaron parte del estudio, donde se detalló el número de día

del estudio, fecha y la clasificación del local de donde se obtuvo los residuos para su posterior tratamiento.

2.4.2 Diferencia de pesos

Ya en el centro de acopio se pasó a separar cada funda dependiendo de la clasificación del local. El siguiente paso consistió en pesar cada una de las fundas y los distintos recipientes con ayuda de una báscula con capacidad de 100 kilogramos, para así generar un registro del peso inicial.

Luego los residuos fueron depositados en un tanque de 200 litros que previamente fue perforado y dotado de una malla para extraer el líquido y ser pesado nuevamente para completar el registro final.

Tabla 2.4.- Formato para registro de pesos de los residuos

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°				
Fecha				
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko			
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar			
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
R. FCSH	Comedor			
R. FADCOM				
R. CELEX				
R. INGENIERÍA				

Durante este proceso fue necesario el uso de herramientas que permitan la identificación de variables, y registro de pesos con y sin lixiviados. La Tabla 2.4. muestra el formato de registros que se usó para el estudio.

2.4.3 Obtención de la muestra a caracterizar

Para la obtención de la muestra se procedió de la siguiente forma: sobre una superficie plana se colocó una capa de polietileno negro, sobre esta se arrojaron los RS de cada proveedor de alimento por separado, posteriormente se aplastaron todos los recipientes de plástico presentes para luego pasar a la homogeneización de los residuos durante 10 minutos, en seguida se aplicó la técnica de la rejilla, que consistió en dividir los residuos en 12 celdas de las mismas dimensiones, después se pasó a la eliminación de celdas opuestas con el fin de al final obtener una muestra de aproximadamente 5 kg la primera semana y de 3 kg la segunda semana. Cabe recalcar que la técnica aplicada se repitió diariamente varias veces como fue necesario hasta disminuir la muestra a los pesos indicados anteriormente.

2.5 Caracterización física

Con las muestras obtenidas, se procedió a realizar una clasificación manual, para lo cual se formaron dos grupos que fueron orgánicos e inorgánicos y estos a su vez se subclasificaron en: papel/cartón, restos de alimentos, plástico, vidrio y otros inorgánicos. Posteriormente, se pesó cada grupo ya clasificado para obtener un registro de esos datos.

Tabla 2.5.- Formato para registro de caracterización de residuos

		Fecha				
		Día				
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko						
Bar						
Restaurante						

En la Tabla 2.5. se muestra el formato en el que se registró los datos de los residuos sólidos que conformaron las distintas muestras, su elaboración se llevó a cabo para realizar la caracterización física diaria de los RS generados por los proveedores de comida en la ESPOL.

Los ROS fueron depositados en fundas plásticas con su respectiva etiqueta de identificación para ser trasladados hacia el laboratorio para su almacenamiento en congelación a 4°C.

Para determinar la proporción de cada tipo de RS en las muestras recolectadas de los comedores, bares y kioskos, se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{Porcentaje componente} = \frac{\text{Peso neto del componente}}{\text{Peso neto de la muestra}} * 100$$

Ecuación 1.- Proporción de cada tipo de residuo

2.6 Bioconversión

2.6.1 Obtención de mosca soldado-negra

Las larvas utilizadas en el estudio fueron proporcionadas por el laboratorio de Biotransformación de la ESPOL. Se utilizaron en total 662.4 gramos de larvas de seis días post eclosión, separadas mediante un tamiz número 20 (diámetro aproximado entre 0,85 y 1,18 mm), estas fueron previamente alimentadas con alimento balanceado para pollos al 60% de humedad.

2.6.2 Evaluación de la densidad de siembra larval

Para determinar el número de larvas a sembrarse por cada unidad experimental se aplicó la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{larvas} = \text{ancho recipiente}(\text{cm}^2) * \text{largo recipiente} (\text{cm}^2) * \text{densidad larval} \left(\frac{\text{larvas}}{\text{cm}^2}\right)$$

Ecuación 2.- Número de larvas por unidad experimental

2.6.3 Obtención de los residuos sólidos orgánicos sometidos a bioconversión por larvas de mosca soldado-negra

Los residuos orgánicos sólidos que fueron sometidos al proceso de bioconversión, se los obtuvo de comedores que se encuentran dentro del campus Gustavo Galindo de la ESPOL y estuvieron conformados principalmente de restos de comida, carnes, frutas y verduras.

2.6.4 Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos con larvas de mosca soldado-negra

Se realizó un experimento para determinar que densidad larval de siembra era la más adecuada para el tratamiento de los ROS. Esto se realizó mediante un diseño completamente aleatorizado en el que se evaluaron tres tratamientos: D₁: 2.5 larvas/cm², D₂: 5.0 larvas/cm² y D₃: 7.5 larvas/cm². Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones por lo que se tuvo un total de 12 unidades experimentales.

Para la preparación del sustrato, los residuos fueron primero sometidos a lixiviación para reducir su contenido de humedad. Luego, los residuos grandes fueron cortados en pedazos más pequeños (5 cm) y mezclados con el resto de los residuos para su homogenización. En las distintas unidades experimentales (gavetas de 40 cm * 60 cm * 18 cm) se dispuso el sustrato tomando en cuenta la densidad larval (Tabla 2.6.).

En la tabla 2.6. se detalla el total de sustrato que se le suministró a cada uno de los tratamientos. Es así como la cantidad total de

sustrato añadido para la densidad larval baja (D1) fue de 6 kg, para la densidad media (D2) fue de 8 kg y para la densidad alta (D3) fue de 10 kg.

En el ensayo se registró los parámetros de temperatura y humedad, mediante el uso de un termohigrómetro dando un rango de temperatura de $28.5 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ y un rango de humedad relativa de $65.5 \pm 11.5\%$

Tabla 2.6.- Datos de tratamientos de residuos sólidos orgánicos con larvas de mosca soldado-negra

Tratamientos (densidad larval)	N° total de larvas/UE	Peso total larvas (g)/UE	Cantidad de alimento suministrado (Kg)
D ₁ : 2,5 larvas/cm ²	6000	27,6	6
D ₂ : 5,0 larvas/cm ²	12000	55,2	8
D ₃ : 7,5 larvas/cm ²	18000	82,8	10

2.6.5 Evaluación del peso de larvas de mosca soldado-negra y la degradación de residuos sólidos orgánicos

Desde el día 3 hasta el día 14 del experimento (exceptuando los fines de semana), se tomaron muestras de 10 larvas vivas por cada una de las unidades experimentales. Luego estas fueron limpiadas y pesadas en una balanza analítica BOECO modelo BAS 31 plus. Después del pesaje fueron devueltas a su unidad experimental respectiva.

Al final del proceso se procedió a hacer la respectiva separación de las larvas y el frass (estiércol larval) tomando muestras de cada

tratamiento y sus repeticiones. Para la determinación de su contenido de materia seca, las muestras de larvas y frass fueron secadas en estufa a 55°C y 105°C, respectivamente.

2.7 Diseño de galpón

2.7.1 Localización

Teniendo en cuenta que los residuos emiten gases y vapores con olores desagradables, es necesario llevar a cabo el proceso de bioconversión en un área con buena ventilación y alejada de estudiantes y otros empleados para evitar interrupciones en las actividades normales. Por esta razón, se decidió utilizar un galpón existente en la GEA para llevar a cabo el proceso de bioconversión mediante un rediseño.

2.7.2 Toma de dimensiones

Se utilizó una cinta de 100 m para medir el área del galpón existente. De esta forma se obtuvo que el ancho es de 9 m y el largo es de 10 m.

2.7.3 Criterios por tomar en cuenta

Para el diseño es necesario tener en cuenta criterios como:

- Presencia de un espacio para almacenar materiales y herramientas.
- Presencia de un espacio para disponer los ROS en caso de no ser añadidos al proceso de bioconversión en el mismo día.
- Tener un espacio entre larvarios de al menos 80 cm para poder caminar y revisar sin dificultad el proceso.
- La altura de los larvario no debe superar los 60 cm para que no se dificulte la disposición de los ROS dentro de estas.

CAPITULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Análisis de relación para encuesta

Se llevó a cabo un análisis de relación con el estadístico Chi-Cuadrado entre la pregunta 1, 3 y 18 del cuestionario (Anexo 1) en donde la hipótesis fue la siguiente:

Ho: Las variables son independientes.

Ha: Las variables son dependientes.

El valor de p fue de 0.32, por lo que se descarta la hipótesis alterna, es decir que, en base a las respuestas por parte de los proveedores de comida, no existe relación alguna entre las variables.

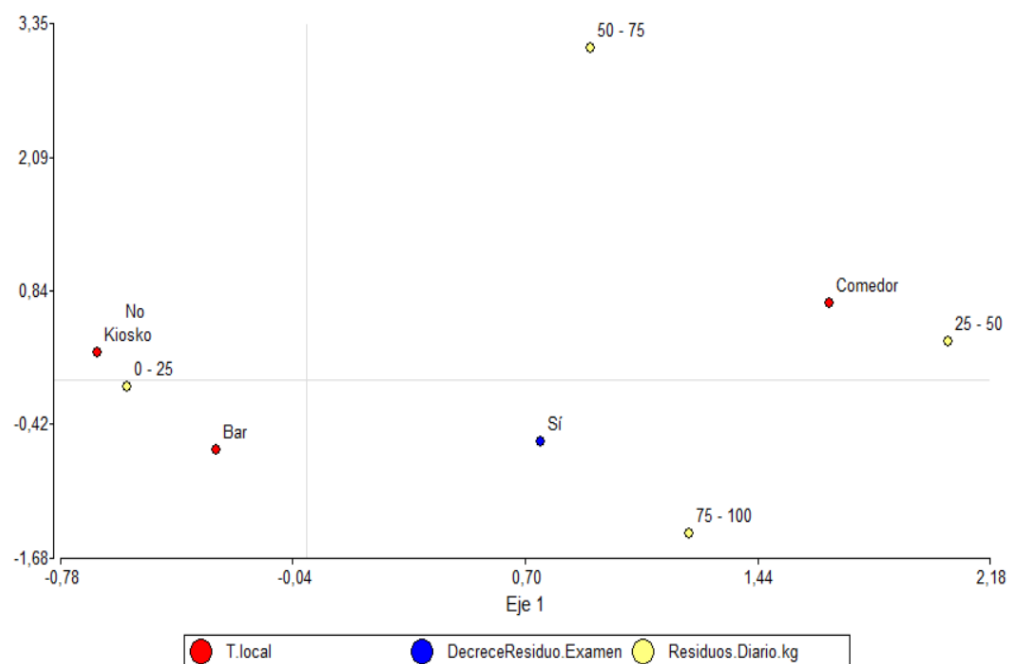


Figura 3.1.- Análisis de correspondencia de preguntas del cuestionario

La Figura 3.1. muestra el análisis de correspondencia, se puede notar que existe relación entre las variables, pero no es significativa. Los kioskos no decrecen en semana de exámenes y su generación diaria de residuos esta entre 0 y 25 kg, los comedores consideran que sus residuos están más cerca de 25-50 kg y de 75-100 kg, es decir que los comedores generan mayor cantidad de residuos y estos mismos presentan un decrecimiento en exámenes, pero no es muy significativo.

3.2 Registro de residuos recolectados

La Tabla a continuación, muestra las cantidades de residuos que se recolectó diariamente durante dos semanas en cada tipo de local, donde P1 se refiere al total de residuos con lixiviados y P2 muestra el peso de los residuos sin lixiviados, también se puede observar la cantidad de lixiviados que se recolecto diariamente.

Tabla 3.1.- Cantidades de residuos sólidos recolectados

Día	Variables	Bares	Kioskos	Comedores
Día 1	P1	40,7	2,1	327,3
	Lix.	0	0	
Día 2	P2	40,7	1,8	293,8
	P1	69,6	2,6	331,6
Día 3	Lix.	0	0	23,6
	P2	69,6	2,6	306,2
Día 4	P1	41,3	1,6	355,82
	Lix.	0	0	18,8
Día 5	P2	41,3	1,6	335,4
	P1	34,7	1,9	427,4
Día 6	Lix.	0	0	32,7
	P2	34,7	1,9	393
Día 7	P1	26,1	1,2	283,6
	Lix.	0	0	16,4
Día 8	P2	26,1	1,2	265,7
	P1	29,8	0,6	289,9
Día 9	Lix.	0	0	14,2
	P2	29,8	0,6	274,4
Día 10	P1	52,1	1,3	352,5
	Lix.	0	0	11,9
Día 11	P2	52,1	1,3	339,4
	P1	35,1	2	330,8
Día 12	Lix.	0	0	14,7
	P2	35,1	2	314,7
Día 13	P1	27,8	1,1	324
	Lix.	0	0	12,5
Día 14	P2	27,8	1,1	309,7
	P1	23	0,8	241
Día 15	Lix.	0	0	10,2
	P2	23	0,8	229,4

3.3 Cuantificación de residuos generados por los proveedores de comida que conforman la muestra en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL

A continuación, se presentan el total de residuos recolectados, antes y después de la extracción de lixiviados, además de la cantidad de estos. Cabe destacar que los resultados están presentados en unidad de kg y

representan el 60% del total de proveedores de comida en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL.

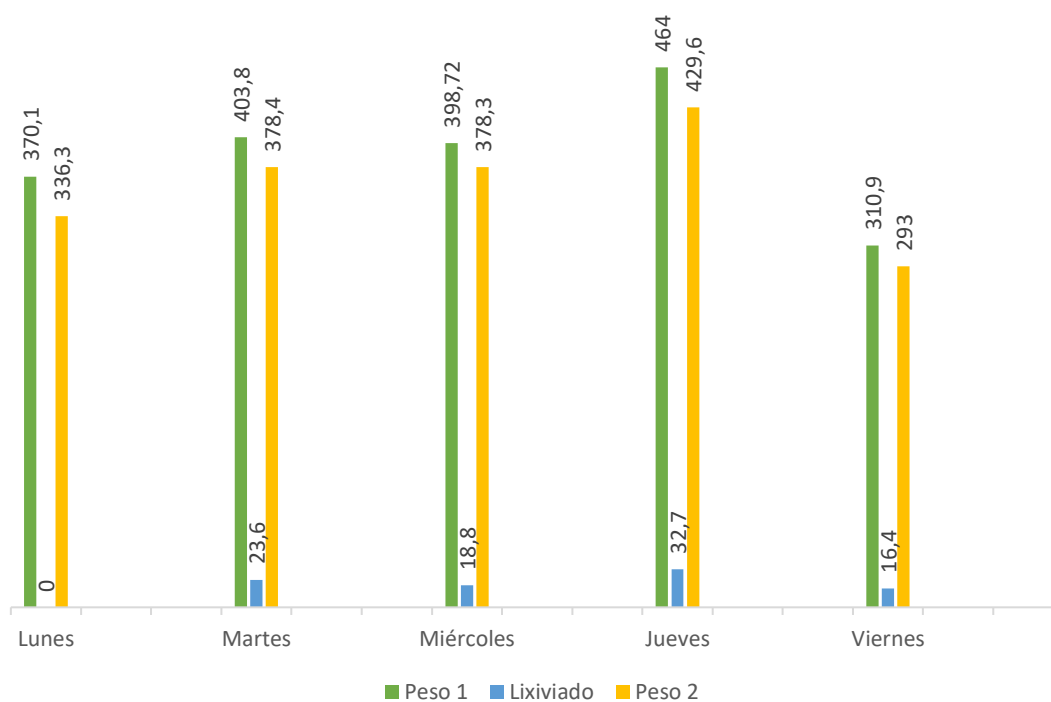


Figura 3.2.- Cantidad de residuos sólidos y lixiviados en una semana regular

En la Figura 3.2. se observa que el día en que se generó mayor cantidad de RS en una semana regular de clases fue el jueves con 429.6 kg seguido por el día martes con 378.4 kg, en los mismos días se presentó la mayor cantidad de lixiviados. Por otro lado, el día que registró menor cantidad de RS y de lixiviados fue el viernes.

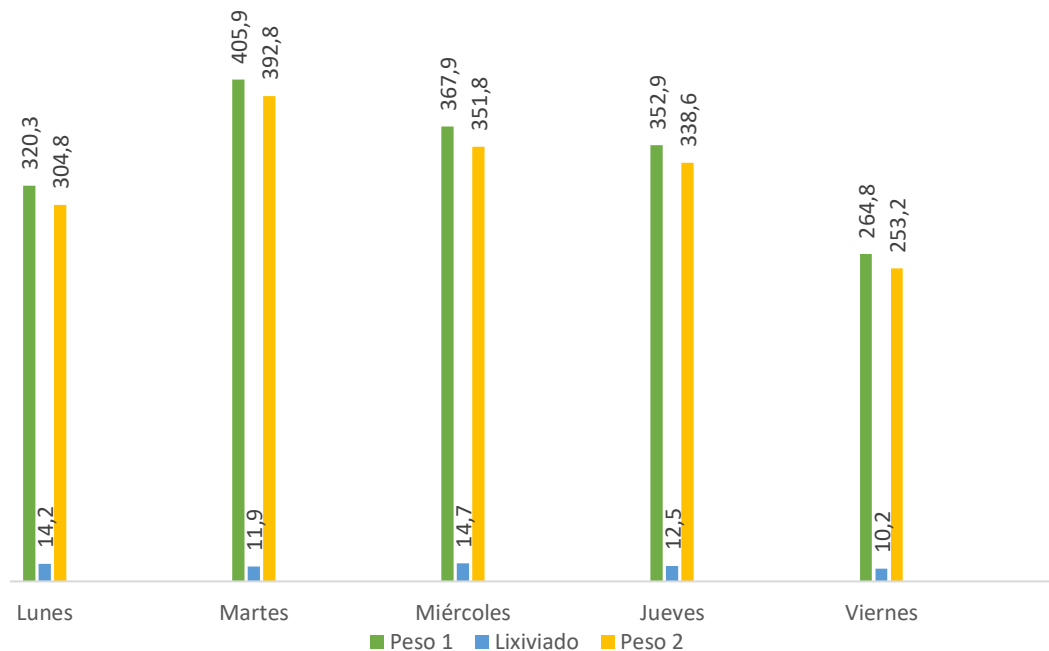


Figura 3.3.- Cantidad de residuos sólidos y lixiviados en una semana de exámenes

La Figura 3.3. muestra que en la semana de exámenes a diferencia que en la semana regular de clases el día que registró mayor cantidad de RS fue el martes con 392.8 kg seguido por el miércoles con 351.8 kg, siendo este último el que registró mayor cantidad de lixiviados. El día viernes, al igual que en semana regular de clases se mantiene como el día que menos RS y lixiviados registró.

En las siguientes figuras se muestra la representación porcentual que tiene cada uno de los tipos de proveedores de comida sobre el total de RS cuantificados durante semana regular y semana de exámenes. Cabe destacar que para la cuantificación se trabajó con el 40% de bares, 40% de kioskos y 100% de comedores.

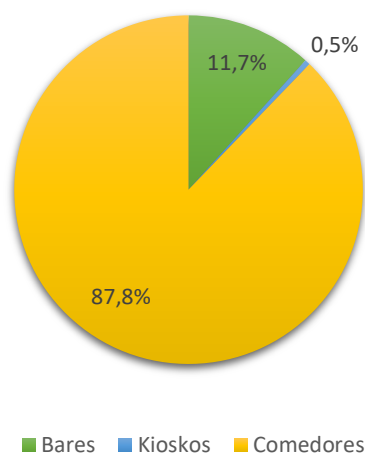


Figura 3.4.- Generación de residuos sólidos por parte de los proveedores de alimentos en una semana regular

En la semana regular de clases se recolectó un total de 1815,1 kg de RS, en la Figura 3.4. se muestra que de este total los restaurantes representan el 87.8%, seguido por bares con 11.7% y finalmente kioskos con apenas el 0,5% sobre la muestra total.

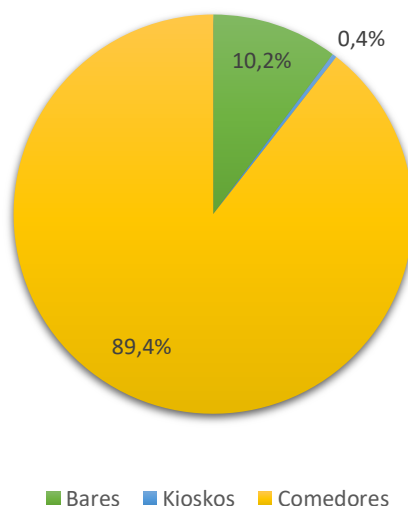


Figura 3.5.- Generación de residuos sólidos por parte de los proveedores de alimentos en una semana de exámenes

La semana de exámenes presentó un total de 1641 kg de RS, la Figura 3.5. indica que al igual que en semana regular los comedores siguen representando el mayor porcentaje de la muestra total con 89,4% seguido por bares con 10,2% y finalmente kioskos con el 0,4%.

3.4 Caracterización de los residuos sólidos generados por los proveedores de comida que conforman la muestra en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL

La masa de RS que fue separada aplicando la técnica de la rejilla, se dividió en dos grupos: orgánicos e inorgánicos. Estos a su vez se dividieron en subgrupos como restos de alimentos y papel/cartón para los orgánicos y plástico, vidrio y otros para los inorgánicos.

Seguidamente se muestra el registro de la caracterización física que se llevó a cabo en las muestras durante los 10 días que duró el estudio, las tablas están clasificadas según el tipo de proveedor de alimentos, es decir, comedores, bares y kioskos, estas permiten mostrar en detalle la cantidad presente de cada tipo de RS dentro de la muestra.

Tabla 3.2.- Cantidades de los tipos de residuos sólidos en comedores

Comedores						
Peso total (kg)	Muestra caracterización (kg)	Orgánicos		Inorgánicos		
		Alimentos (Kg)	Papel/ Cartón (kg)	Plásticos (kg)	Vidrios (kg)	Otros (kg)
293,8	4,7	4,4	0,1	0,2	0	0
306,2	4,7	4,3	0,2	0,2	0	0
335,4	4,6	3,9	0,4	0,3	0	0
393	4,5	3,6	0,4	0,5	0	0
265,7	4,75	4,4	0,2	0,15	0	0
274,4	4,2	4	0,05	0,15	0	0
339,4	3,1	2,4	0,4	0,3	0	0
314,7	2,8	2,5	0,1	0,2	0	0
309,7	2	1,8	0,05	0,15	0	0
229,4	2,75	2,4	0,15	0,2	0	0
3061,7	38,1	33,7	2,05	2,35	0	0

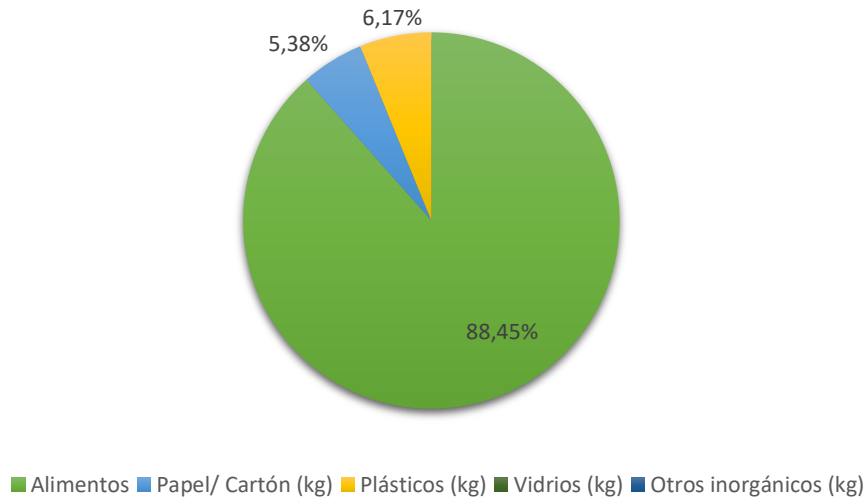


Figura 3.6.- Caracterización física de residuos sólidos en los comedores

La Figura 3.6. muestra que en el caso de comedores el 93.83% de los residuos generados están dentro de la categoría de residuos orgánicos, donde el 88.45% corresponde a residuos de alimentos y el 5.38% a papel/cartón, finalmente el 6.17% son residuos inorgánicos específicamente plásticos, ya que en restaurantes no se encontró vidrios ni otros residuos inorgánicos.

Tabla 3.3.- Cantidades de los tipos de residuos sólidos en bares

Bares						
Peso total (kg)	Muestra caracterización (kg)	Orgánicos		Inorgánicos		
		Alimentos (Kg)	Papel/ Cartón (kg)	Plásticos (kg)	Vidrios (kg)	Otros (kg)
40,7	4,9	4,6	0,1	0,2	0	0
69,6	4,7	4,2	0,3	0,2	0	0
41,3	4,5	2	0,2	0,2	0	0,1
34,7	5,5	4,6	0,4	0,4	0	0,1
26,1	3,25	2,7	0,15	0,4	0	0
29,8	3,2	2,6	0,2	0,4	0	0
52,1	2,9	2,7	0,1	0,1	0	0
35,1	2,4	2,1	0,1	0,15	0	0,05
27,8	2,15	1,9	0,05	0,2	0	0
23	2,15	2	0,05	0,1	0	0
380,2	35,65	29,4	1,65	2,35	0	0,25

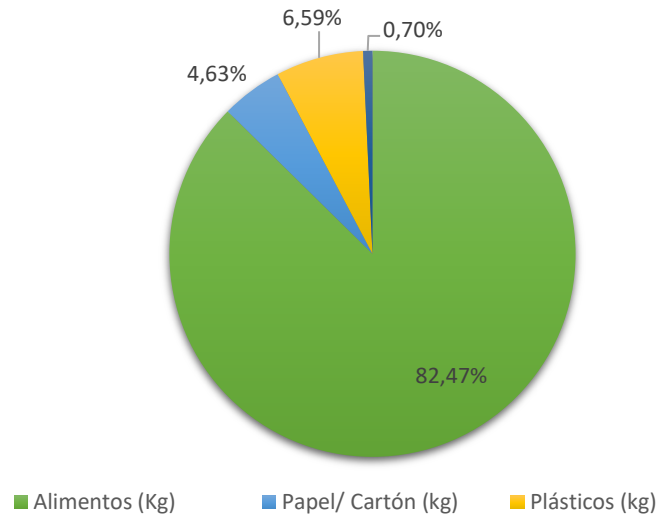


Figura 3.7.- Caracterización física de residuos sólidos en los bares

En la Figura 3.7. se observa que el 87.1% del total de RS generados por los bares están dentro de la categoría de orgánicos siendo restos de alimentos el que predomina con 82.47% dejando a papel/cartón con el 4.63%. Por otro lado, los residuos inorgánicos representan el 7.29 % donde plásticos abarca el 6.59% y el apartado otros inorgánicos representa el 0.70%.

Tabla 3.4.- Cantidades de los tipos de residuos sólidos en kioskos

Kioskos						
Peso total (kg)	Muestra caracterización (kg)	Orgánicos		Inorgánicos		
		Alimentos (Kg)	Papel/ Cartón (kg)	Plásticos (kg)	Vidrios (kg)	Otros (kg)
1,8	1,8	0,4	0,3	0,9	0	0,2
2,6	2,6	0,4	0,5	1,3	0	0,4
1,6	1,6	0,4	0,3	0,8	0	0,1
1,9	1,9	0,6	0,4	0,7	0	0,2
1,2	1,2	0,2	0,3	0,5	0	0,2
0,6	0,6	0,4	0,1	0,1	0	0
1,3	1,3	0,7	0,2	0,3	0	0,1
2	2	1,6	0,1	0,2	0	0,1
1,1	1,1	0,6	0,05	0,15	0	0,3
0,8	0,8	0,2	0,2	0,3	0	0,1

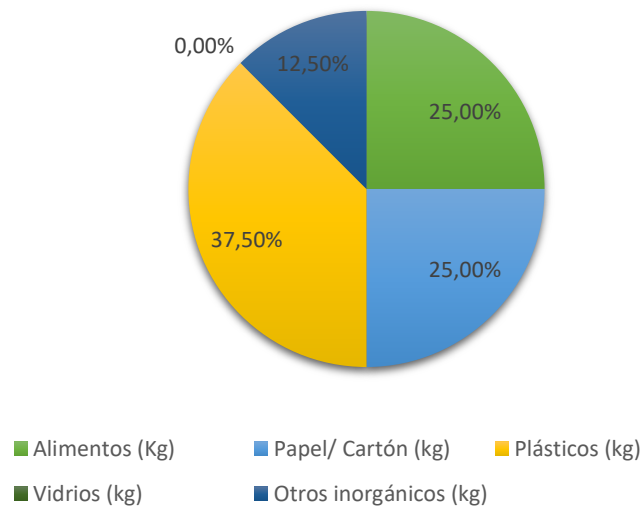


Figura 3.8.- Caracterización física de residuos sólidos en los kioskos

La Figura 3.8. indica que kioskos presenta una igual proporción entre residuos orgánicos e inorgánicos, se resalta que a diferencia de bares y comedores en kioskos el 37.50% de la muestra total representa al apartado plásticos dejando atrás al apartado restos de alimentos que ha predominado en estos. Los residuos orgánicos se presentan en igual proporción, es decir, 25% son restos de alimentos y el otro 25% pertenece al apartado papel/cartón. Finalmente, el apartado otros inorgánicos representa el 12.50% del total de la muestra.

3.5 Estimación de los tipos residuos sólidos generados por los proveedores de comida en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL

La tabla a continuación presenta las cantidades estimadas de la caracterización de los residuos sólidos basadas en los hallazgos del actual estudio, esto mediante el uso de la Ecuación 2 y 3 descritas anteriormente.

Tabla 3.5.- Promedios diarios estimados de los tipos de residuos sólidos

	Tipo	Cantidad diaria (kg)	Alimentos (Kg)	Papel/ Cartón (kg)	Plásticos (kg)	Vidrios (kg)	Otros (kg)
Semana Regular	Comedores	318,82	280,01	18,91	19,89	0,00	0,00
	Bares	90,55	79,08	5,06	5,69	0,00	0,72
	Kioskos	4,25	0,93	0,84	1,96	0,00	0,51
	Total	413,62	360,03	24,81	27,54	0,00	1,24
Semana Exámenes	Comedores	293,52	256,80	15,71	21,01	0,00	0,00
	Bares	78,31	69,72	2,94	5,31	0,00	0,34
	Kioskos	2,71	1,63	0,30	0,49	0,00	0,28
	Total	374,53	328,15	18,96	26,80	0,00	0,62

La Tabla 3.5. indica que el total de comedores, bares y kioskos del campus Gustavo Galindo de la ESPOL generan en promedio 413.62 kg de RS diariamente en una semana regular, mientras que en semana de exámenes se estima que diariamente se genere un promedio de 374.53 kg de RS. Se puede observar que los comedores, bares y kioskos presentan 0 kg en el apartado de vidrio, esto es debido a una petición por parte de Servicios Generales de la ESPOL para precautelar la integridad física de sus colaboradores, es decir que en caso de existir residuos de vidrios estos eran previamente clasificados y manejados puertas adentro.

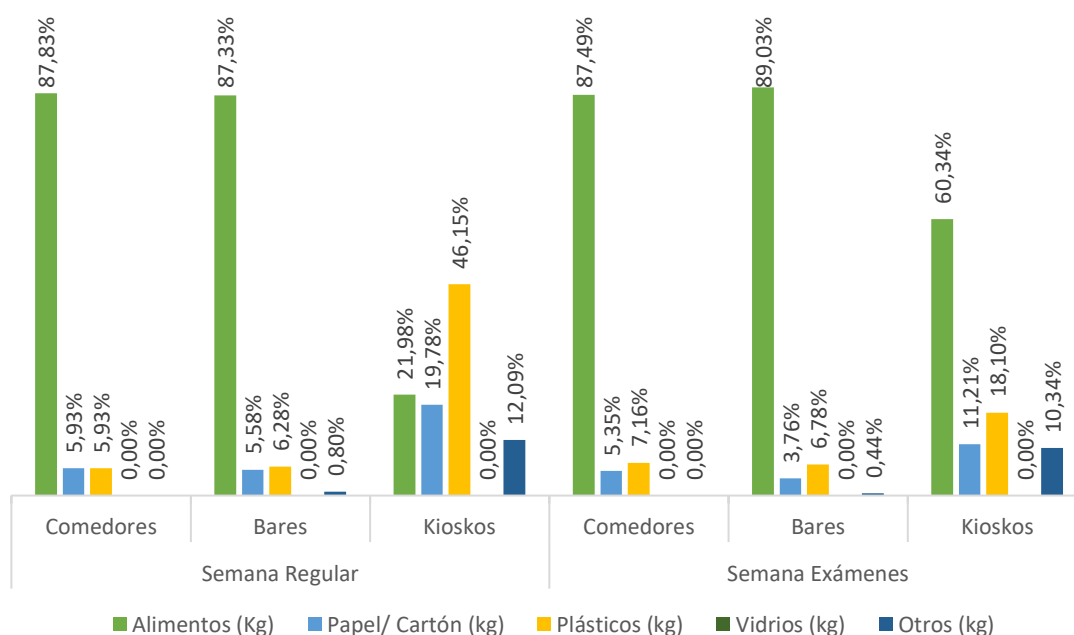


Figura 3.9.- Proporción estimada de los tipos de residuos sólidos que generan los proveedores de alimentos en una semana regular de clases y una de exámenes

En la Figura 3.9. se puede notar que en semana regular de clases dentro del campus Gustavo Galindo de la ESPOL los 4 comedores generan 318.82 kg de residuos sólidos de los cuales 87.83% son restos de alimentos, seguido por papel/cartón y plásticos que se encuentran en la misma proporción con 5.93%. Los 7 bares también presentan la mayor proporción de residuos sólidos en restos de alimentos con el 87.33%, en este tipo de locales si se presenta el apartado de otros inorgánicos con una proporción de 0.80%. En kioskos la mayor proporción del total de residuos sólidos corresponde a plásticos con el 46.15%, seguido por restos de alimentos y papel/ cartón con 21.98 % y 19.78% respectivamente, cabe destacar que aquí la categoría otros inorgánicos presenta una mayor proporción que en bares y comedores pues concentra el 12.09 del total de residuos generados por los 7 kioskos.

En semana de exámenes los 4 comedores generaron en promedio un total de 293.52 kg de residuos en donde el 87.49% representa a residuos de alimento, seguido por plásticos con el 7.16% y papel/cartón con el 5.35%, al igual que en la semana regular de clases no se presentan residuos del tipo inorgánico otros y vidrio. En esta semana se estimó que los 7 bares generaron en promedio 78.31 kg en donde los residuos de alimentos representan el 89.03%, los plásticos el 7.16% y papel/cartón.

Tabla 3.6.- Descriptivos de los tipos de residuos sólidos

Variable	Proveedores de alimentos					
	Bares		Kioskos		Comedores	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Alimentos (Kg)	74,4	32,58	1,28	0,94	268,41	29,9
Papel/ Cartón (kg)	4	2,67	0,57	0,33	17,31	13,66
Plásticos (kg)	5,5	1,87	1,23	0,91	20,45	11,04
Otros (kg)	0,53	0,87	0,4	0,27	2,00E-05	4,20E-05

La Tabla 3.6. muestra las medias y desviación estándar de la caracterización de residuos sólidos que se llevó a cabo durante 10 días, se puede notar que kioskos presenta una desviación estándar alta en los residuos de alimentos y plásticos, es decir que tiene una alta dispersión de datos.

3.6 Bioconversión

La Tabla 3.7. presenta la materia seca del sustrato suministrado y del residuo final, estos datos ayudarán a determinar la eficacia de las larvas de MSN en la reducción de ROS y la tasa de transformación del sustrato en biomasa larval.

Tabla 3.7.- Materia seca de los elementos del ensayo de bioconversión

Tratamiento	Materia Seca Sustrato (kg)	Materia Seca Residuo (kg)	Materia Seca Masa larval (kg)
D1	1,68	1,01	0,30
D2	2,24	0,82	0,61
D3	2,8	0,81	0,82

3.6.1 Monitoreo del peso de larvas de mosca soldado-negra en la degradación de residuos sólidos orgánicos

A continuación se muestra la curva de crecimiento de las larvas de MSN que se realizó mediante el registro de pesos durante los días mencionados anteriormente en metodología.

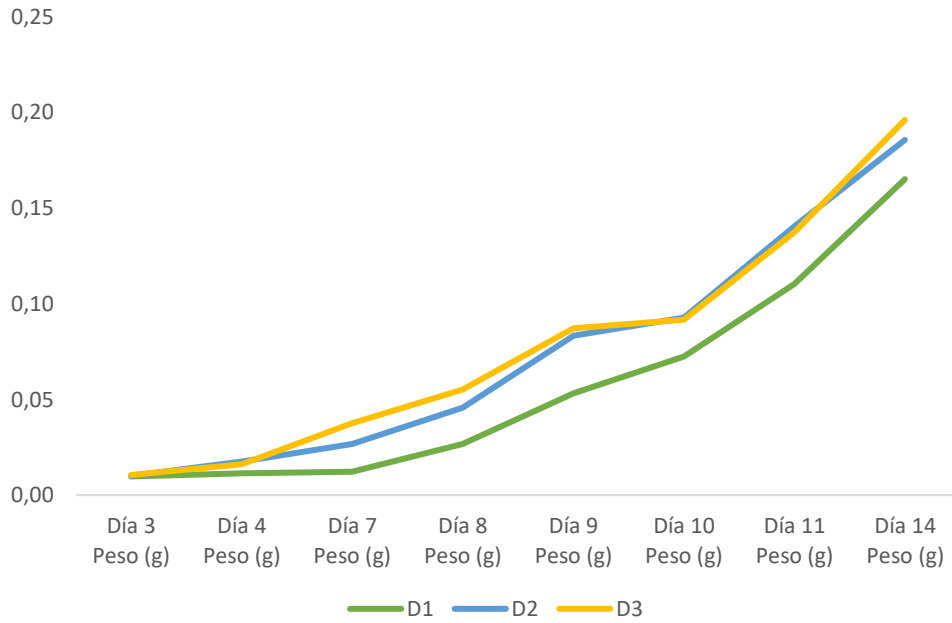


Figura 3.10.- Curvas de crecimiento de larvas para cada uno de los tratamientos

En la Figura 3.10. se observa que las tres densidades de larvas muestran un incremento de peso constante, a partir del día 9 la densidad alta (D3) y la densidad media (D2) presentan una tendencia similar, incluso en los días 10 y 11 sus pesos llegan a igualarse. En el ultimo día del ensayo eson las larvas de la densidad alta (D3) las que alcanzaron un mayor peso con 0.18 g en promedio por larva.

3.6.2 Porcentaje de reducción de residuos orgánicos sólidos

La reducción del sustrato por las larvas de MSN se calculó siguiendo la ecuación

$$RROS = \frac{\text{Alimento añadido (kg)} - \text{excremento (kg)}}{\text{Alimento añadido (kg)}} * 100$$

Ecuación 3.- Reducción de residuos orgánicos sólidos

Reemplazando D1:

$$RROS = \frac{1.68 (kg) - 1.01 (kg)}{1.68 (kg)} * 100$$

$$RROS = 39.88 \%$$

Reemplazando D2:

$$RROS = \frac{2.24 (kg) - 0.82 (kg)}{2.24 (kg)} * 100$$

$$RROS = 63.39 \%$$

Reemplazando D3:

$$RROS = \frac{2.8 (kg) - 0.81 (kg)}{2.8 (kg)} * 100$$

$$RROS = 71.07 \%$$

Según los resultados obtenidos las densidades alta (D3) y media (D2) lograrón reducir más del 60% del sustrato añadido, siendo la

densidad alta la que mejores resultados obtuvo con una reducción del 71% de su sustrato

3.6.3 Rendimiento de biomasa larval

La cantidad de alimento transformado en biomasa larval se calculó como

$$BP = \frac{\text{peso de la biomasa larval (kg)}}{\text{Alimento añadido (kg)}} * 100$$

Ecuación 4.- Transformación en biomasa larval

Reemplazando D1

$$BP = \frac{0.30 \text{ (kg)}}{1.68 \text{ (kg)}} * 100$$

$$BP = 17.85 \%$$

Reemplazando D2:

$$BP = \frac{0.61 \text{ (kg)}}{2.24 \text{ (kg)}} * 100$$

$$BP = 27.23 \%$$

Reemplazando D3:

$$BP = \frac{0.82 (kg)}{2.8 (kg)} * 100$$

$$BP = 29.28 \%$$

La cantidad de alimento transformado en biomasa larval en la densidad alta (D3) es de 29%, lo que significa que no se obtendría una cantidad significativa de un nuevo producto como lo es la masa proteica.

3.6.4 Perfil químico del residuo transformado (frass)

El frass obtenido con la densidad larval baja tuvo un pH de 5,78 y una relación de carbono nitrógeno de 14.45, la densidad larval media presentó un frass con pH de 5.74 y relación carbono nitrógeno de 15.95, por otro lado, la densidad larval alta obtuvo un frass con pH de 5.82 y relación carbono nitrógeno de 13.24 .

Nombre Muestra	pH	EC mS/cm	Salinidad psu
D1	5,78	20,1	10,1
D2	5,74	36,8	18,4
D3	5,82	38,0	19

EC= Conductividad Eléctrica

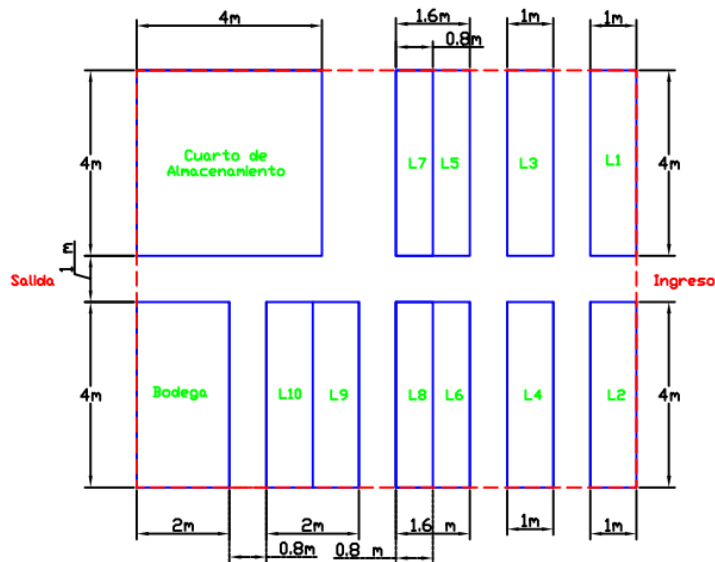
Nombre Muestra	N %	C %	C:N
D1	3,30	47,70	14,45
D2	2,72	43,33	15,95
D3	2,84	37,56	13,24

Figura 3.11.- Características fisicoquímicas del frass

En la Figura 3.11. se muestra en detalle las características fisicoquímicas de cada uno de los frass obtenidos en el ensayo de

bioconversión, donde D1 se refiere al frass del tratamiento con densidad larval baja, D2 al frass del tratamiento con densidad larval media y D3 al tratamiento con densidad larval alta.

3.7 Diseño del galpón



			SCALE	1:1
			DATE	NAME
			Edit	09.01.23 001
			Chec.	09.01.23 002
			Galpón	
			Narcisa Gorotiza	

Figura 3.12.- Rediseño de galpón ubicado en la GEA

3.7.1 Capacidad larval

Tomando como base el ensayo de larvas llevado a cabo en el presente proyecto, en donde se obtuvo que la densidad larval alta (7.5 larvas/cm²) arrojó mejores resultados, se obtiene lo siguiente:

- Capacidad larvaria 1m*4m: 300.000 larvas

- Capacidad larvaria 0.8m*4m: 240.000 larvas
Conociendo que existen 6 larvarios con capacidad para 300.000 larvas y 4 larvarios con capacidad para 240.000 larvas, el galpón diseñado tiene una capacidad total de 2.760.000 larvas.

3.7.2 Capacidad para residuos orgánicos sólidos

En conjunto con los resultados del ensayo de bioconversión y el galpón diseñado se estima que el campus pueda procesar mediante larvas de MSN aproximadamente 50.4 toneladas de ROS anualmente.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- En base a las encuestas realizadas, se determinó que no existe relación significativa sobre la generación de residuos por parte de los proveedores de alimentos en semana regular de clases o en semana de exámenes.
- Los proveedores de alimentos en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL generan aproximadamente 413.62 kg/día de residuos sólidos durante una semana regular de clases, mientras que en semana de exámenes se genera aproximadamente 374.53 kg/día de residuos sólidos.
- Aproximadamente el 75% de los desechos sólidos generados por los proveedores de alimentos en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL provienen de los comedores.
- Del total de residuos sólidos generados aproximadamente el 85% corresponde a residuos orgánicos sólidos, el 7% a plásticos, el 6% a papel/cartón y el 2% restante corresponde al apartado “otros inorgánicos” donde se encuentra aluminio, metal, entre otros.
- Se determinó la eficiencia de reducción de ROS mediante la ingesta por larvas de mosca soldado-negra de un 71.07% con una densidad de 7.5 larvas/cm².
- Se obtuvo una tasa de bioconversión del 29.28 %.
- En el galpón diseñado se pueden reducir 35.7 ton de ROS/año.

4.2 Recomendaciones

- Fomentar conciencia sobre la importancia del consumo responsable, con el objetivo de reducir la cantidad de desperdicios de alimentos generados diariamente dentro del campus.

- Capacitar a los proveedores de alimentos en temas de clasificación de residuos, para disminuir la cantidad de materiales que son desperdiciados y que podrían ser reutilizados.
- Adoptar técnicas sostenibles que permitan el reaprovechamiento de ROS, tal como la bioconversión de larvas de MSN que es una opción biológica viable.
- Para mejorar el proceso de bioconversión con larvas de MSN, se recomienda cubrir las unidades experimentales con zarán, puesto que de esta forma se incrementa la actividad de las larvas.

BIBLIOGRAFÍA

- Adeniran, A. E., Nubi, A. T., & Adelopo, A. O. (2017). Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. *Waste Management*, 67, 3-10.
- Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Scielo*.
- Berrelleza Robles, L. G. (Octubre de 2014). Biometanización de residuos sólidos orgánicos. Hermosillo, Sonora.
- Cando, C. (2021). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Chávez Montes, W. M. (Noviembre de 2011). Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Méx. Chihuahua, México.
- El Telégrafo. (28 de Diciembre de 2020). Alianza Basura Cero promueve el manejo sustentable de residuos sólidos.
<https://www.letelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/alianza-basura-cero-manejo-sustentable-residuos-solidos>
- Galvis González, J. A. (2016). Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. *Revista Gestión y Región*, 7-28.
- Gligorescu, A., Macavei, L. I., Larsen, B. F., Markfoged, R., Fischer, C. H., Koch, J. D., . . . Maistrello, L. (2022). Pilot scale production of *Hermetia illucens* (L.) larvae and frass using former foodstuffs. *Cleaner Engineering and Technology*, 10.
- Góngora Pérez, J. P. (2014). El reciclaje en México. *Comercio Exterior*, 64(3).
- Hernández Flechas, S., & Corredor González, L. R. (2016). Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. *Revista de tecnología*, 15(1), 57-76.
- Hernández Romero, M. (2016, Junio). Diseño de una planta de biometanización de residuos domésticos. Madrid.

- Huariata Pachamango, J., & Carrasco Alcalde, A. R. (enero de 2022). EFICIENCIA DE LA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO (*Hermetia Illucens*) PARA APROVECHAR LOS RESIDUOS ORGÁNICOS MUNICIPALES - CAJAMARCA 2021. Cajamarca, Perú.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snashot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- McDougall, F. R., White, P. R., Franke, M., & Hindle, P. (2008). *Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory*. Jhon Wiley & Sons.
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2020). Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos municipales. *Financiado por la Unión Europea*. Ecuador.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2018). *TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE*.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Bioconversión de residuos orgánicos*. <https://www.miteco.gob.es/es/sostenibilidad/temas/gestion-residuos/bioconversion-residuos-organicos>
- Oviedo Olvera, M. V., García Trejo, J. F., & Gutiérrez Antonio, C. (2022). Mosca soldado negra: eslabón perdido en la cadena de realización de residuos orgánicos. *Ciencia*, 73(3).
- Sasikumar, K., & Krishna, S. G. (2009). *Solid Waste Management*. PHI Learning Pvt. Ltd.
- Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G., & Ozor, P. A. (2020). Solid waste quantification and characterization in university of Nigeria, Nsukka campus, and recommendations for sustainable management. *ScienceDirect*.

ANEXOS

Nombre del entrevistado:	Género:
Edad:	Fecha:
1. Tipo de local a. Comedor b. Bar c. Kiosko	2. Cargo de la persona entrevistada a. Dueño b. Administrador c. Empleado
3. Cuantos meses/años de experiencia tiene en el sector de servicios alimenticios a. Menos de 6 meses b. 6 meses – 1 año c. 1 – 2 años d. 2 – 4 años e. Mas de 4 años	4. Cuántos empleados laboran en el local a. 2 - 4 b. 4 - 6 c. 6 - 8 d. 8 - 10
5. Cuál es el horario de atención del local: _____	6. Qué tipo de comidas ofrece a. Desayuno b. Almuerzo c. Cena d. Otro _____
7. Cuántos platos de comida prepara diariamente en temporada alta (clases normales) a. 50 – 150 b. 150 – 250 c. 250 – 350 d. 350 – 450 e. 450 – 550 f. No aplica	8. Considera que durante la semana de exámenes la generación de residuos decrece a. Si b. No

9. Cuántos platos de comida prepara diariamente en temporada baja (semana de exámenes) a. 50 – 150 b. 150 – 250 c. 250 – 350 d. 350 – 450 e. 450 – 550 f. No aplica	10. En qué tipo de recipiente sirve los alimentos a. Metal b. Vidrio c. Cerámica d. Plástico e. Otro _____
11. Marque los días que considere se genera mayor cantidad de residuos dentro de su local. <input type="checkbox"/> Lunes <input type="checkbox"/> Martes <input type="checkbox"/> Miércoles <input type="checkbox"/> Jueves <input type="checkbox"/> Viernes	12. Con que frecuencia compra los alimentos o productos para su local a. Diariamente b. Cada dos días c. Cada semana d. Cada dos semanas e. Otro _____
13. Marque los tres alimentos que adquiere en mayor cantidad para la preparación de comidas <input type="checkbox"/> Vegetales <input type="checkbox"/> Carnes <input type="checkbox"/> Mariscos <input type="checkbox"/> Embutidos <input type="checkbox"/> Carbohidratos <input type="checkbox"/> Cereales <input type="checkbox"/> Frutas o verduras <input type="checkbox"/> Leche y productos lácteos <input type="checkbox"/> No aplica	14. Aproximadamente que cantidad de alimentos queda sin ser consumida en los platos. a. 1/4 del plato b. 1/3 del plato c. 1/2 del plato d. El plato queda vacío e. No lo he notado f. No aplica
15. Marque los tres alimentos más desechados en tu local <input type="checkbox"/> Bebidas <input type="checkbox"/> Carnes <input type="checkbox"/> Embutidos <input type="checkbox"/> Vegetales <input type="checkbox"/> Mariscos <input type="checkbox"/> Carbohidratos <input type="checkbox"/> Frutas o verduras <input type="checkbox"/> Otro _____	16. Cual es la razón del desperdicio de comida en su local. a. Alimentos sin ser consumidos en platos b. Deterioro de los alimentos c. Desperdicio de alimentos en la etapa de preparación d. Sobreproducción de alimentos e. Eliminación de alimentos por caducidad f. Otro _____

Anexo 1.- Primera parte del cuestionario

Anexo 2.- Segunda parte del cuestionario

17. Controla la generación de residuos dentro de su local a. Si b. No	18. Marque las razones por las que no lleva un control de generación de residuos <input type="checkbox"/> La cantidad de residuos es insignificante <input type="checkbox"/> No cuenta con el tiempo necesario <input type="checkbox"/> Necesita recursos adicionales <input type="checkbox"/> Desconocimiento para llevar a cabo un control eficiente
19. Aproximadamente cuantos kilogramos de residuos genera su local diariamente a. 0 – 25 b. 25 – 50 c. 50 – 75 d. 75 – 100 e. 100 – 125 f. Otro _____	20. En la siguiente lista enumere del 1 al 3 los residuos que se generan en mayor cantidad dentro de su local siendo 1 el más alto y 3 el más bajo <input type="checkbox"/> Papel/perifoneo <input type="checkbox"/> Cartón <input type="checkbox"/> Vidrio <input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Latas/aluminio <input type="checkbox"/> Residuos de alimentos
21. Usted considera que los alimentos que compra para su local son lo justo, mas o menos de lo necesario a. Más b. Justo c. Menos	22. Marque los motivos por los cuales se desechan alimentos en su local <input type="checkbox"/> Compra excesiva de alimentos <input type="checkbox"/> Productos deteriorados por mala conservación o almacenamiento <input type="checkbox"/> Alimentos olvidados <input type="checkbox"/> Productos caducados <input type="checkbox"/> Alimentos cocinados en exceso
23. En la última semana que cantidad de alimentos adquiridos fue desechado debido a su no uso a. 0 – 2 kg b. 2 – 4 kg c. 4 – 6 kg d. 6 – 8 kg e. 8 – 10 kg f. Otro _____	24. Que sucede con el excedente de alimentos que se prepara en el día a. Es almacenado para su posterior uso b. Es usado para alimentación de animales c. Es donado al personal d. Es desechado con el resto de los residuos e. Otro _____ f. No aplica

25. En que recipientes dispone los residuos generados para que estos sean recolectados <input type="checkbox"/> Bolsas plásticas <input type="checkbox"/> Sacos <input type="checkbox"/> Cajas de cartón <input type="checkbox"/> Tachos <input type="checkbox"/> Gavetas	26. Tiene contenedores para reciclaje a. Si b. No
27. Separa los residuos orgánicos de los reciclables a. Si b. No	28. Sabe quien es responsable del servicio de recolección de residuos dentro de la ESPOL a. Si b. No
29. Permite que servicios generales de la ESPOL se encargue de la totalidad de los residuos que genera su local a. Si b. No	30. Aproximadamente que cantidad del total de los residuos generados diariamente en su local son gestionados por usted a. 5 – 10 kg b. 10 – 15 kg c. 15 – 20 kg d. 20 – 25 kg e. Otro
31. Indique el destino de los residuos gestionados por usted _____	32. Conoce la disposición final de los residuos que maneja servicios generales de la ESPOL a. Si b. No

Anexo 3.- Tercera parte del cuestionario

Anexo 4.- Parte final del cuestionario



Anexo 5.- Recolección y transporte de residuos



Anexo 6.- Pesaje de residuos



Anexo 7.- Aplicación de la técnica de la rejilla



Anexo 8.- Clasificación manual de residuos

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	1			
Fecha	14/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	2,1	0	1,8
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	40,7	0	40,7
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
R. FCSH	Comedor	327,3		293,8
C. FADCOM				
C. CELEX				
C. INGENIERÍA				

Anexo 9.- Registro cuantificación de residuos día 1

		Fecha	14/11/2021			
		Día	1			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	1,8	0,4	0,3	0,9	0	0,2
Bar	4,9	4,6	0,1	0,2	0	0
Comedor	4,7	4,4	0,1	0,2	0	0

Anexo 10.- Registro caracterización de residuos día 1

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	2			
Fecha	15/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	2,6	0	2,6
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	69,6	0	69,6
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
C. FCSH	Comedor	331,6	23,6	306,2
C. FADCOM				
C. CELEX				
C. INGENIERÍA				

Anexo 11.- Registro cuantificación de residuos día 2

		Fecha	15/11/2022			
		Día	2			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	2,6	0,4	0,5	1,3	0	0,4
Bar	4,7	4,2	0,3	0,2	0	0
Comedor	4,7	4,3	0,2	0,2	0	0

Anexo 12.- Registro caracterización de residuos día 2

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	3			
Fecha	16/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	1,6	0	1,6
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	41,3	0	41,3
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
C. FCSH	Comedor	355,82	18,8	335,4
C. FADCOM				
C. CELEX				
C. INGENIERÍA				

Anexo 13.- Registro cuantificación de residuos día 3

		Fecha	16/11/2022			
		Día	3			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	1,6	0,4	0,3	0,8	0	0,1
Bar	4,5	4	0,2	0,2	0	0,1
Comedor	4,6	3,9	0,4	0,3	0	0

Anexo 14.- Registro caracterización de residuos día 3

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	4			
Fecha	17/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	1,9	0	1,9
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	34,7	0	34,7
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
C. FCSH	Comedor	427,4	32,7	393
C. FADCOM				
C. CELEX				
C. INGENIERÍA				

Anexo 15.- Registro cuantificación de residuos día 4

		Fecha	17/11/2022			
		Día	4			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	1,9	0,6	0,4	0,7	0	0,2
Bar	5,5	4,6	0,4	0,4	0	0,1
Comedor	4,5	3,6	0,4	0,5	0	0

Anexo 16.- Registro caracterización de residuos día 4

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	5			
Fecha	18/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	1,2	0	1,2
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	26,1	0	26,1
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
C. FCSH	Comedor	283,6	16,4	265,7
C. FADCOM				
R. CELEX				
R. INGENIERÍA				

Anexo 17.- Registro cuantificación de residuos día 5

		Fecha	18/11/2022			
		Día	5			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	1,2	0,2	0,3	0,5	0	0,2
Bar	3,25	2,7	0,15	0,4	0	0
Comedor	4,75	4,4	0,2	0,15	0	0

Anexo 18.- Registro caracterización de residuos día 5

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	6			
Fecha	21/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	0,6	0	0,6
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	29,8	0	29,8
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
C. FCSH	Comedor	289,9	14,2	274,4
C. FADCOM				
C. CELEX				
C. INGENIERÍA				

Anexo 19.- Registro cuantificación de residuos día 6

		Fecha	21/11/2022			
		Día	6			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	0,6	0,4	0,1	0,1	0	0
Bar	3,2	2,6	0,2	0,4	0	0
Comedor	4,2	4	0,05	0,15	0	0

Anexo 20.- Registro caracterización de residuos día 6

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	7			
Fecha	22/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	1,3	0	1,3
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	52,1	0	52,1
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
C. FCSH	Comedor	352,5	11,9	339,4
C. FADCOM				
C. CELEX				
C. INGENIERÍA				

Anexo 21.- Registro cuantificación de residuos día 7

		Fecha	22/11/2022			
		Día	7			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	1,3	0,7	0,2	0,3	0	0,1
Bar	2,9	2,7	0,1	0,1	0	0
Comedor	3,1	2,4	0,4	0,3	0	0

Anexo 22.- Registro caracterización de residuos día 7

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	8			
Fecha	23/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	2	0	2
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	35,1	0	35,1
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
C. FCSH	Comedor	330,8	14,7	314,7
C. FADCOM				
C. CELEX				
C. INGENIERÍA				

Anexo 23.- Registro cuantificación de residuos día 8

		Fecha	23/11/2022			
		Día	8			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	2	1,6	0,1	0,2	0	0,1
Bar	2,4	2,1	0,1	0,15	0	0,05
Comedor	2,8	2,5	0,1	0,2	0	0

Anexo 24.- Registro caracterización de residuos día 8

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	9			
Fecha	24/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	1,1	0	1,1
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	27,8	0	27,8
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
C. FCSH	Comedor	324	12,5	309,7
C. FADCOM				
C. CELEX				
C. INGENIERÍA				

Anexo 25.- Registro cuantificación de residuos día 9

		Fecha	24/11/2022			
		Día	9			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	1,1	0,6	0,05	0,15	0	0,3
Bar	2,15	1,9	0,05	0,2	0	0
Comedor	2	1,8	0,05	0,15	0	0

Anexo 26.- Registro caracterización de residuos día 9

Registro de pesos de los residuos sólidos				
Día N°	10			
Fecha	25/11/2022			
Nombre del establecimiento	Clasificación	Peso 1 (kg) (con lixiviados)	Lixiviado (kg)	Peso 2 (kg) (sin lixiviado)
Kiosko 1 (CELEX)	Kiosko	0,8	0	0,8
Kiosko 2 (Terminal)				
Kiosko 3 (FADCOM)				
Bar 1 (FCSH)	Bar	23	0	23
Bar 2 (FIMC)				
Bar 3 (FIMCP)				
C. FCSH	Comedor	241	10,2	229,4
C. FADCOM				
C. CELEX				
C. INGENIERÍA				

Anexo 27.- Registro cuantificación de residuos día 10

		Fecha	25/11/2022			
		Día	10			
		Orgánicos		Inorgánicos		
Tipo	Muestra (kg)	Alimentos (kg)	Papel/Cartón (kg)	Plástico (kg)	Vidrio (kg)	Otros (kg)
Kiosko	0,8	0,2	0,2	0,3	0	0,1
Bar	2,15	2	0,05	0,1	0	0
Comedor	2,75	2,4	0,15	0,2	0	0

Anexo 28.- Registro caracterización de residuos día 10



Anexo 29.- Primer día del ensayo de bioconversión



Anexo 30.- Sexto día del ensayo de bioconversión



Anexo 31.- Cosecha de larvas de MSN día 14

Trat.	Día 3	Día 4	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 14
	En 5	En 6	En 9	En 10	En 11	En 12	En 13	En 16
D ₁ R ₁	0,0879	0,1039	0,1167	0,2651	0,4241	0,7512	1,1436	1,5105
D ₁ R ₂	0,1088	0,1273	0,1405	0,2463	0,653	0,6994	0,9790	1,7522
D ₁ R ₃	0,0935	0,0977	0,1105	0,2513	0,5237	0,7426	1,1922	1,6318
D ₁ R ₄	0,1009	0,1227	0,1270	0,3101	0,5257	0,7068	1,1025	1,7102
D ₂ R ₁	0,1103	0,1975	0,2627	0,4793	0,8950	0,9919	1,4065	1,7464
D ₂ R ₂	0,1113	0,1604	0,2359	0,4254	0,8021	0,9491	1,3407	1,7501
D ₂ R ₃	0,1027	0,2040	0,3553	0,556	0,8403	0,8594	1,4930	2,0619
D ₂ R ₄	0,0807	0,1343	0,2155	0,3695	0,7959	0,9155	1,3800	1,8661
D ₃ R ₁	0,1001	0,1671	0,3937	0,5718	0,912	0,8421	1,2902	1,9527
D ₃ R ₂	0,1089	0,1497	0,3444	0,4623	0,8372	0,9184	1,4367	1,9436
D ₃ R ₃	0,1143	0,1794	0,3961	0,6231	0,8459	0,9295	1,4000	1,9659
D ₃ R ₄	0,0992	0,1495	0,3679	0,5471	0,8989	0,9763	1,3643	1,9794

Anexo 32.- Registro diario de pesos de larvas de MSN