



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS AGRARIAS



Tesis en opción al título de Máster en Ciencias en Agricultura Sostenible

TÍTULO: Comparación del rendimiento de larvas de moscas (*Musca domestica* L.) en varias cosechas con diferentes proporciones de salvado de trigo, cerdaza y gallinaza

Autor: Dr MV Reina Dayamí Reyna Reyes

Tutor: Dr.C. Enrique Casanovas Cosío

Índice

Introducción	- 1 -
Capítulo 1. Revisión Bibliográfica	- 5 -
I.1 Demanda de proteína a nivel mundial	- 5 -
I.2.1 Los insectos como alternativa para la producción de piensos.	- 8 -
I.2.2 Otro Usos	- 10 -
I.3 Clasificación taxonómica y descripción biológica de la mosca doméstica-	11 -
I.3.1 Ciclo de vida.	- 12 -
I.3.2 Caracterización de la mosca doméstica como potencial fuente proteica para alimentación animal.	- 16 -
I.3.3 Riesgo y beneficios del uso de la mosca doméstica.....	- 18 -
I.4 Técnica de producción de larvas de mosca doméstica.	- 19 -
I.5 Sustratos utilizados para la cría de larvas de mosca doméstica.....	- 20 -
I.5.1 La cerdaza como sustrato de cría para la mosca doméstica.	- 20 -
I.5.2 La gallinaza como sustrato de cría para la mosca doméstica.	- 22 -
I.5.3 Salvado o Afrecho de Trigo.	- 23 -
Capítulo 2. Materiales y métodos	- 25 -
II.1. Localización de la investigación	- 25 -
II.2 Características del larvario	- 25 -
II.3 Diseño experimental	- 25 -
II.4 Preparación y mantenimiento de los sustratos.	- 26 -
II.5. Mediciones	- 26 -
II.5.1. Análisis bromatológico o proximal	- 28 -
II.5.2 Análisis bacteriológico y parasitológico	- 28 -

Capítulo 3. Resultados y Discusión.....	- 30 -
III.1 Comparación de la temperatura de los diferentes sustratos en el período de formación de larvas.....	- 30 -
III.2. Comparación de la composición bromatológica de cada sustrato transformado por las larvas de moscas.....	- 42 -
III.3. Valoración de la inocuidad de los sustratos empleados y de las larvas de moscas producidas.	- 45 -
Conclusiones	- 48 -
Recomendaciones	- 49 -
Referencias bibliográficas.....	
Anexos.....	

Resumen

Los insectos pueden tener múltiples beneficios, nutricionales y ambientales. Entre los insectos que podrían utilizarse en la alimentación animal se encuentra la mosca doméstica (*Musca domestica* L.). El objetivo de la investigación se encaminó en comparar los rendimientos de larvas de moscas en varias cosechas con diferentes proporciones de salvado de trigo, cerdaza y gallinaza. Para ello se aplicó un diseño experimental de bloques al azar con cinco réplicas, A- salvado de trigo 100 %; B- salvado de trigo 50% y cerdaza 50 %; C- 100% cerdaza; D- salvado de trigo 50% y gallinaza 50%; E- gallinaza 100 %, a tres centímetros de altura. Se realizó un análisis bromatológico, para estimar los aportes de proteína bruta del sustrato inicial y ya biotransformado, y un estudio bacteriológico buscando la presencia de *Salmonella* spp y *E. Coli* y un examen parasitológico para *Coccidias*. Se realizaron mediciones de la temperatura los sustratos, la temperatura ambiente en 24 horas, la humedad relativa dentro del moscario, el rendimiento de larvas (medio) g m⁻², rendimiento de larvas (medio) g kg⁻¹ y el agua utilizada durante el experimento en ml. El sustrato salvado de trigo presentó los mayores valores de temperatura, con valores por encima de la temperatura dentro del larvario. El sustrato de gallinaza empleó la menor cantidad de agua para ser humectado al inicio con 174 ml para una proporción de 1:0,78. La combinación de 50 % de salvado de trigo y 50 % de cerdaza produjo la mayor cantidad de larvas. El mayor rendimiento se obtuvo para el tratamiento de 50% salvado de trigo con 50% cerdaza con valores de 2868,96 g m² ⁻¹ y 139,71 g kg ²⁻¹. En los sustratos biotransformados, la cerdaza, la gallinaza y las larvas cosechadas, no mostraron presencia de agentes patógenos. Se concluyó que la temperatura en los sustratos estuvo entre 23,02 °C y 36,08 °C, con valores en los sustratos por encima de la temperatura ambiental dentro del moscario. La humedad relativa se comportó entre 44 % hasta 68 %. No existió contaminación cruzada en ninguno de los tratamientos, ni en las larvas cosechadas.

Palabras claves: sustratos, residuos, temperatura, humedad relativa

Abstract

The insects can have multiple benefits, nutritional and environmental. Among the insects that could be used in the animal feeding he/she is the domestic fly (*Musca L. tames*). The objective of the investigation headed in comparing the yields of larvae of flies in several crops with different proportions of having saved of wheat, cerdaza and gallinaza. An experimental design of blocks was applied at random with five replicas, A - Saved of wheat 100%; B - Saved of wheat 50% and pig manure 50%; C - 100% pig manure; D - Saved of wheat 50% and bird manure 50%; E - bird manure 100%, to three centimeters high. It was carried out a proximal analysis to estimate the contributions of crude protein of the substrates before and after their biotransformation, a bacteriological study looking for the presence of *Salmonella* spp. and *E. Coli* and an exam parasitological to identify *Cóccidos*. They were carried out mensuration's of the temperature the substrates, the ambient temperature in 24 hours, the relative humidity inside the moscario, the yield of larvae (half) g m⁻², yield of larvae (half) g kg⁻¹ and the water used during the experiment in ml. The saved substrate of wheat presented the biggest values of temperature, with values above the temperature inside the lararia. The bird manure substrate used the smallest quantity in water to be moistened, 174 ml with a proportion of 1:0,78. The combination of 50% of having saved of wheat and 50 % pig manure produced the biggest quantity in larvae. The biggest yield was obtained for the treatment of 50 saved 50 % of wheat with 50% pig manure with values of 2868,96 g m² ⁻¹ and 139,71 g kg ²-1. In the substrates biotransformados, the cerdaza, the gallinaza and the harvested larvae, they didn't show agents' pathogens presence. You concluded that the temperature in the substrates was between 23,02 °C and 36,08 °C, with values in the substrates above the environmental temperature inside the moscario. The relative humidity behaved among 44% up to 68%. Crossed contamination didn't exist in none of the treatments, neither in the harvested larvae.

Key words: substrates, food waste, temperature, relative humidity

Introducción

La demanda de alimentos a nivel mundial está sufriendo cambios nunca vistos con anterioridad. Las tendencias en dichos cambios involucran dietas con elevado consumo de alimentos de origen animal, como carne y pescado, esto conlleva a un enorme aumento de la demanda de materias primas necesarias para fabricación de piensos (Da Silva et al., 2013); Rubio,2015). El crecimiento constante de la población mundial está provocando una presión cada vez mayor sobre los sistemas ganaderos, comprometiendo su capacidad para asegurar la seguridad alimentaria a escala global (FAO, 2018). La sociedad busca innovación en los productos alimenticios ya presentes en el mercado, exige productos novedosos o fuera de lo común, sobre todo productos que contribuyan al mejorar o a mantener la salud. En este caso, los insectos pueden tener un fuerte impacto en la alimentación del futuro, puesto que se presentan con múltiples beneficios, tanto nutricionales como ambientales (Pino, 2018).

Los insectos poseen un alto valor nutritivo, representado principalmente por una fuente de excelente calidad de proteínas y vitaminas, además de que generan gran cantidad de beneficios de carácter ambiental y sanitario, por lo que se consideran como una materia prima alternativa para la industria alimentaria humana y animal (FAO, 2016).

Los insectos son un grupo animal muy variado, su composición química depende de la especie y etapa de desarrollo (huevos, larvas, ninfas, pupas y adultos), así como la alimentación que reciben (Oonincx et al., 2015)

Los insectos constituyen fuentes ricas en proteínas, con contenidos que pudieran superar el 50-60% de la MS (Alves et al., 2016). Se considera que la harina de insectos podría reemplazar potencialmente entre el 25 y el 100% de la harina de soya o de pescado en alimentos para animales (Henry et al., 2016). Además, son una buena fuente de ácidos grasos, proporcionando un equilibrio nutricional entre proteína y energía para la alimentación de animales de granja (Makkar et al., 2014; Renna et al., 2017).

Por ejemplo, investigaciones han demostrado que la proteína cruda en harina de larva de *Hermetia illucens* L. puede alcanzar valores entre $42,16 \pm 3,67\%$ (materia seca), (Reátegui et al., 2020; Sogari et al., 2019). A su vez, la harina de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica* L.) presenta contenidos de proteína entre 57,9 – 64,6 % y grasa 15,6-24,5 % (Fitches et al., 2019; Qi et al., 2019).

Se consideran fuentes alternativas de proteína para la producción de alimentos balanceados, teniendo presente que estas proteínas son seguras, baratas y sustentables (Lähteenmäki-Uutela et al., 2017). Estos insectos producen una pequeña huella ecológica y una alta eficiencia en indicadores de conversión alimenticia, además pueden crecer rápidamente reproduciéndose con facilidad en desechos orgánicos, estiércol de baja calidad, desechos de frutas entre otros (Wang, 2017).

No se han reportado la presencia de *Salmonella* spp., coliformes fecales y mesófilos aerobios en las larvas de mosca común empleadas en la alimentación de gallinas, aunque el recuento de microorganismos mesófilos y clostridios es encontrada dentro de los rangos permitidos (ICA, 1999). En estudios efectuados con insectos, la cutícula que recubre su cuerpo posee sustancias antibacteriales y por ello las posibilidades de microorganismos patógenos reproducirse y sobrevivir son limitadas (Ramos, 2003).

Los insectos prosperan con los productos de desecho de diversas fuentes, incluidos los que no tienen otro uso, convirtiendo eficientemente los compuestos nitrogenados en proteínas valiosas y requieren menos uso los recursos naturales, como el recurso tierra y el recurso agua por unidad de proteína producida que los cultivos proteicos (van Huis, 2013). Las larvas de mosca saprófagas pueden transformar una amplia gama de desechos orgánicos en productos valiosos. Esta tecnología puede ser la herramienta principal para enfrentar los principales desafíos de este siglo: el reciclaje de productos orgánicos y la producción de nuevas fuentes de proteínas. Sin embargo, aún se deben enfrentar algunos desafíos importantes relacionados con la cría artificial que se necesitan ser resueltos. Se deben estudiar la importancia de factores abióticos como: temperatura, humedad, naturaleza y estructura de los desechos, composición química y otros, fundamentalmente a

escala de laboratorio, pero especialmente a escala semiindustrial (Pastor et al., 2015).

Varios desechos orgánicos han sido citados en la literatura como atrayentes de moscas, presentando gran efectividad el estiércol animal principalmente de cerdo y pollo. En un sistema de ovoposición natural para la producción de larvas de mosca, el rendimiento dependerá en gran medida de la calidad y atractivo del sustrato (Ossey et al., 2012). El estiércol de cerdo y el estiércol de pollo muestran potencial para la producción de larvas de mosca doméstica (Ganda et al., 2019). Estos sustratos rara vez han sido comparados por su desempeño en sistemas de ovoposición natural y los pocos estudios disponibles han proporcionado resultados muy variables (Koné et al., 2017). Estudios recientes, evaluando ciclo de vida, la reducción de materia seca y la bioconversión de tres tipos diferentes de estiércol en la alimentación larvas de mosca doméstica, las larvas alimentadas con estiércol de aves arrojaron los mejores resultados (Miranda et al., 2020).

Se ha demostrado que las larvas de mosca obtenidas de los sustratos de cerdaza y gallinaza poseen alto valor biológico, como sustituyente de la proteína empleada en la alimentación animal. Los mejores resultados se han obtenido con una densidad en los sustratos de un 100% de excretas (Ganda et al., 2019).

Un sustrato de relativamente bajo precio y subproducto de la molinería de la industria del trigo conocido como salvado de trigo ha proporcionado aceptables rendimientos de larvas de mosca doméstica (Casanovas, Perales, et al., 2020). Otros autores han combinado esta materia prima con buenos resultados, por ejemplo, una mezcla de contenido de huevo, desechos de criadero y salvado de trigo (Ebenso & Udo, 2003), sangre de ganado y salvado de trigo (Aniebo et al., 2008) y víscera de pescado (Ossey et al., 2012).

Cada día se hace más difícil la obtención de proteína tanto animal como vegetal, debido al deterioro ecológico provocado en gran medida por la actividad antrópica, por lo que es necesario buscar fuentes alternativas de proteína, de fácil obtención, a corto plazo y con un bajo costo de producción. Hoy es urgente aumentar el suministro de proteínas sostenibles para su uso en la alimentación animal y el uso de proteínas de insectos proporciona una alternativa potencial.

Los mejores resultados en la producción de larvas de moscas se han obtenido para una única y/o primera cosecha. Se sugiere conocer después de los primeros días de ovoposición de las moscas el mayor rendimiento de las cosechas posteriores, valorando varias proporciones de la cerdaza, gallinaza y de salvado de trigo.

Por lo que se propone el siguiente problema científico:

¿Cuál será la cosecha con mayor rendimiento de larvas de moscas en un sustrato con diferentes proporciones de salvado de trigo, cerdaza y gallinaza?

Hipótesis:

La primera cosecha tendrá mayor rendimiento de larvas de moscas con diferentes proporciones de salvado de trigo, cerdaza y gallinaza

Objetivo general:

Comparar el rendimiento de larvas de moscas en un sustrato para varias cosechas y con diferentes proporciones de salvado de trigo, cerdaza y gallinaza

Objetivos específicos:

1. Comparar el comportamiento de la temperatura de las diferentes proporciones de sustratos y humedad relativa en el moscario en el período de formación de larvas en varias cosechas
2. Evaluar la producción de larvas de moscas en las diferentes proporciones de sustratos para varias cosechas.
3. Comparar los contenidos de proteína bruta de cada sustrato antes y después de ser biotransformados.
4. Determinar la presencia de patógenos en cada sustrato transformado, así como en las larvas obtenidas.

Capítulo 1. Revisión Bibliográfica

I.1 Demanda de proteína a nivel mundial

Debido a la escasez y a la importancia que tiene las proteínas como nutrimento, estos compuestos se han convertido actualmente en el principal foco de atención de la mayoría de los tecnólogos de alimentos en el mundo, los alimentos ricos en estas macromoléculas como la carne, leche y huevo, son escasos en la mayoría de los países en vías de desarrollo, además, por ser más costosos de producir, son más difíciles de adquirir. Debido al alto índice de crecimiento demográfico, varios países realizan investigaciones sobre el uso de proteínas no convencionales para el consumo humano con el fin de poder satisfacer las necesidades de este nutrimento en las poblaciones de pocos recursos (Badui, 1999).

La International Feed Industry Federation (IFIF) prevé que la producción de carne de aves, cerdos y vacunos, debe duplicarse para el año 2050 (Valdivie, 2016). Se estima que la producción de pienso aumentara en más del 50% de aquí al año 2050 a fin de cubrir las necesidades en proteínas animales de una población en aumento (Archs et al., 2018).

La producción tradicional de proteínas para alimento animal, que se centra principalmente en harina de pescado y soja, necesita intensificarse aún más en términos de eficiencia de recursos y extendido mediante el uso de fuentes alternativas, como carne cultivada, algas, frijoles, hongos e insectos (van Huis, 2013). En la mayoría de los sistemas de producción animal en África, una importante restricción para un mayor desarrollo son los costos de los piensos, que representan el 60-70% de los costos de producción (Kenis et al., 2014). Esto es atribuye a que los componentes proteicos, como la harina de pescado, la harina de carne, alternativas vegetales como la soja y otras tortas oleaginosas, son utilizados como alimentos para humanos (Odesanya et al., 2011). La constante fluctuación económica, debido a la creciente demanda de los alimentos, así como los cambios climáticos, hace necesaria la búsqueda de ingredientes alternativos más baratos que puedan ser adicionados a los piensos sin afectar el rendimiento de los animales (Cruz & Lescano, 2016).

En la mayor parte de los sistemas intensivos de crianza animal existe una gran dependencia de la soja como fuente de proteína, lo que se hace necesario la búsqueda de alternativas. Los insectos han surgido como una de esas alternativas, aunque hasta la fecha existen muy pocos trabajos científicos sobre el tema (González, 2019) El uso de insectos como fuente alternativa de proteína en la alimentación animal es cada vez más atractiva a nivel mundial (van Huis, 2013).

En Europa es casi obligado el uso de estas variantes para la alimentación de rumiantes. Por las prohibiciones del uso de harinas de carne en la alimentación lo que hace que se incremente el empleo de uso de la proteína vegetal (Mavromichalis, 2018). Por lo que se sugiere que los insectos sean empleados como alternativa a la proteína vegetal y tradicionalmente son utilizados en los piensos (Bolah, 2018). La adopción de tecnologías locales y la exploración de formas de alimentación de animales, incluidas las aves, de forma no tradicional pueden ayudar a mitigar la insuficiencia alimentaria local (Valencia et al., 2007).

I.2 Los insectos como fuente de proteína

Los insectos destacan principalmente por su elevado contenido en proteínas de alta calidad, también por poseer altos niveles de ácidos grasos, ser ricos en fibra y micronutrientes (Pino, 2018). En Colombia investigaciones realizadas demostraron que la pupa del gusano de seda, puede ser utilizada para la alimentación por su alto contenido proteico y energético. Evaluándose como un ingrediente con un alto valor agregado en la industria de los alimentos balanceados (Grisales & Lopez, 2020). Los insectos se pueden emplear tanto para reciclar desechos orgánicos como para proporcionar alimentos nutritivos para los animales productivos (Tomberlin & Van Huis, 2020). Ya que es necesario buscar alimentos más barato y fuentes de proteínas fácilmente, disponibles para reemplazar parcial o completamente otros alimentos más caros. Para contribuir con el incremento de la demanda de proteínas, se han estudiado invertebrados como lombrices de tierra y otros insectos (Van Huis, 2015). Entre estas nuevas fuentes de proteínas, las larvas de mosca parece ser la alternativa más adecuada y utilizada (Pastor et al., 2015).

A excepción de la biomasa lignocelulolítica, las dípteras pueden procesar casi cualquier tipo de desechos biodegradable, que es cualquier residuo capaz de sufrir descomposición anaeróbica o aeróbica (Pastor et al., 2015). Los insectos son animales invertebrados artrópodos, de los cuales existen más de un millón de especies descritas en el planeta (Chapman, 2009). De esta gran cantidad de especies, en el mundo se consumen más de 1900, repartidas entre los continentes de Asia, África y América Latina. Según la FAO los insectos como fuente de energía y nutrientes pueden contribuir a la seguridad alimentaria del mundo en el futuro (FAO, 2013). Las larvas de mosca contienen alto porcentaje de proteína digestible con aminoácidos clave, que son comparables con los que se encuentran en alimentos de alto valor proteico como la soya (Kenis et al., 2018). Las larvas de mosca del soldado negro (*Hermetia illucens* L.) pudieran contribuir de manera crucial a sustituir la harina de pescado en la nutrición animal (Tschirner & Simon, 2015). Se demostró que la harina de larvas de mosca soldado negro (*H. illucens* L.) puede proporcionar un patrón de aminoácidos comparable a la harina de pescado (Elwert et al., 2010).

Los insectos destacan principalmente por su elevado contenido en proteínas de alta calidad, también por poseer altos niveles de ácidos grasos, ricos en fibra y micronutrientes (Pino, 2018). Las especies de larvas de mosca que tienen el mayor potencial comercial entre los insectos para la producción de proteínas para la alimentación animal son: mosca doméstica (*Musca domestica* L.), botella azul (*Calliphora vomitoria* L.), mosca del soplo (*Chrysomya* spp.) y la mosca soldado negra (*H. illucens* L.) (Kenis et al., 2014). Además de proporcionar una fuente de alimentación rica en proteínas, el uso de insectos en la producción de harinas alternativas para alimentación animal tiene la ventaja de que, en el caso de algunos insectos, el proceso es potencialmente utilizable como vía de gestión de desechos (Casanovas & Rodríguez, 2016). La producción en masa de dípteras pueden ser empleada como proceso de reciclaje de residuos, logrando un sistema orgánico eficiente y competitivo con otros sistemas de reciclaje y al mismo tiempo, un importante recurso de proteínas para la alimentación (Pastor et al., 2015).

I.2.1 Los insectos como alternativa para la producción de piensos.

Una vía para abordar la seguridad alimentaria y producción de piensos es a través de la cría de insectos que exhiben una pequeña huella ecológica, tasas elevadas de crecimiento y reproducción, niveles altos de proteínas, grasas y minerales (Reátegui et al., 2020). La industria de piensos, tiene una necesidad urgente busca nuevas alternativas de proteínas y grasas en la dieta, para remplazar la harina de pescado, aceite de pescado y la soja por los excesivos precios de estos suministros en el mercado a nivel mundial (Hu et al., 2020; Nesic & Zagon, 2019). Los insectos poseen alto contenido de proteína y representan una alternativa ideal para aportar a la demanda de materia prima en la producción de alimentos para animales (Vaca, 2020).

En la cadena agroalimentaria los insectos alcanzan cada vez mayor presencia empleándose en la producción de piensos a gran escala (Martínez et al., 2016). Se consideran, que los insectos son una fuente potencial para la producción convencional de proteínas, ya sea para consumo humano directo, o indirectamente en nuevos alimentos elaborados a partir de proteínas de insectos; y como una fuente de proteína en la mezcla de materias primas para piensos (Halloran, 2016).

Algunas especies de insectos reciben cada vez más atención, ya que podrían convertir colectivamente 1.300 millones de toneladas de biorresiduos por año en biomasa de insectos apta para alimentar animales (Veldkamp et al., 2012). Las harinas de insectos muestran un gran potencial de convertirse en un ingrediente estándar en la alimentación de animales, dada la gran cantidad y calidad de las proteínas que contienen, la baja competitividad del alimento con el de los humanos y la reducción del impacto ambiental al criar a los insectos como ingredientes para piensos (Biasato et al., 2016). Estos crecen y se reproducen fácilmente, ya pueden ser criados a partir de desechos y sin gastos de energía para mantener su temperatura por ser de sangre fría. A partir de 2 kg de alimento puede ser producido en promedio, 1Kg de biomasa de insectos (Makkar et al., 2014).

Además de ofrecer proteína de alta calidad también tienen un alto valor ecológico al degradar residuos orgánicos (Rumpold & Schlüter, 2013). El contenido de aminoácidos en las harinas de insectos depende de su taxonomía, los perfiles de aminoácidos de los *Dípteros* son considerados los más similares a la harina de pescado. Aunque presentan deficiencias de lisina y metionina (Henry et al., 2015).

La tecnología de producción de larvas de moscas es empleada para la conversión de subproductos agroalimentarios, evitando el impacto negativo de otros desechos como el estiércol, empleando la biomasa resultante como alimento para animales dentro del marco legal (Pastor et al., 2015). Pueden ser producidas en una amplia gama de sustratos, utilizados como ingrediente alternativo sostenible rico en proteínas, transformados en dietas balanceadas para cerdos, de peces, aves de corral, incluso bovinos (Halloran, 2016; Kenis et al., 2014; Rumpold & Schlüter, 2013).

El éxito está en obtener ganancias de los subproductos del proceso de digestión de las larvas que presentan un alto valor nutricional. El contenido de ácidos grasos de la biomasa larval depende en gran medida de su dieta. Estudios sugieren que las prepupas incorporan ácido linolénico, ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico cuando consumen despojos de pescado, también se obtuvieron hallazgos similares en larvas alimentadas con residuos de aceitunas, presentaron un perfil similar de ácidos grasos que al de su dieta con alto contenido de ácidos oleico y linoléico. Esto permitiría ajustes en la composición bromatológica de las larvas según los desechos empleados y se obtendría una formulación según los requerimientos específicos para cada especie de animales, proporcionando un perfil específico de ácidos grasos (Pastor et al., 2015; St-Hilaire et al., 2007).

Las especies de moscas más utilizadas son el soldado negro mosca (*H. illucens* L., *Stratiomyidae*) y la mosca común (*M. domestica* L., *Muscidae*). Estas especies permiten descomponer residuos orgánicos, transformándolos en alimentos que contienen entre 40 y 60% de proteínas, ricos en lípidos, minerales y aminoácidos (Veldkamp et al., 2012). Aunque la composición es variable y dependiendo del sustrato de cría, su potencial como alimento para peces, pollos y cerdos ha sido

demostrado ser eficientes, las especies más utilizadas son *M. doméstica* L. y *H. illucens* L., aunque se estudian las posibilidades de otras especies como *Lucilia sericata* L (De Haro et al., 2015). Estas especies pueden ser tan eficientes como las dietas comerciales para peces, cerdos y pollos, presentando diferencias nutricionales entre larvas y pupas.

El uso de larvas de mosca para la alimentación animal depende del tipo de residuos utilizados porque estos influye en el crecimiento larvario(Pieterse & Pretorius, 2014). Desde el punto de vista del uso de biomasa para la alimentación animal, se analizaron una amplia gama de contaminantes químicos de las larvas de cuatro moscas, *C. vomitoria* L., *Chrysomya* spp., *H. illucens* L. y *M. doméstica* L. y se determinó que los niveles estaban por debajo de concentraciones máximas recomendadas indicadas por la Comisión Europea, la Organización Mundial de la Salud y Codex (Charlton et al., 2015).

I.2.2 Otro Usos

Otro el posible uso de la biomasa larval producida podría ser la extracción de petróleo para biodiesel (Yang et al., 2014). O la extracción de sustancias biológicamente activas presentes en los cuerpos larvarios como componentes para las otras industrias (por ejemplo, extractos antimicrobianos, quitina, hemolinfa)(Cicková et al., 2015; Nguyen et al., 2015; Park et al., 2014).

El residuo del sustrato después de la conversión de residuos por *H. illucens* o *M. doméstica* (por ejemplo, estiércol, desechos de cervecería y otros productos agroalimentarios subproductos) podrían usarse como fertilizante. La resultante producto podría comercializarse como una enmienda orgánica ya sea abono o humus, ya que tiene un nivel adecuado de total materia orgánica, extractos húmicos y humedad (Kováčik et al., 2010). Pueden transformar alimentos en biomasa durante su desarrollo de forma eficiente, por la capacidad de adaptación a la temperatura ambiental (Feng et al., 2017). Están altamente especializados en la transformación de los residuos orgánicos de esta forma estabilizan los ecosistemas (Felizes, 2020). A este fenómeno se le nombra bioconversión basada en insectos, es un método sostenible para la gestión de desechos (Foweles & Nansen, 2020).

Dentro del orden Diptera, un gran número de especies se asocian a la descomposición orgánica (Morales & Peláez, 2010). Entre ellas *M. domestica* L y *H. illucens* L., se han estudiado las tasas de degradación de desecho por sus larvas (Feng et al., 2017). Son descomponedores de materia orgánica ya que participa en el reciclaje de nutrientes, tienen un rol ecológico siendo fundamental para los ecosistemas (Zumbado & Azofeifa, 2018).

I.3 Clasificación taxonómica y descripción biológica de la mosca doméstica

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la *Musca Doméstica*

Reino	Animal
Phylum	Artrópoda
Clase	Insecta
Subclase	Pterigota
Orden	Diptera
Suborden	Cyclorrhapha
Familia	Muscidae
Genero	Musca
Especie	<i>Doméstica</i>

Fuente: (Villegas, 2017)

La mosca doméstica o común (*M. domestica* L.) es una especie de díptero braquícero de la familia *Muscidae*. Es la mosca más común y habitual en la mayoría de los climas de la Tierra, por lo que se consideran sinantrópicas (Laraut, 2007). La especie está descrita en Cuba como cosmopolita, muy generalizada. Pertenece al orden Díptera, familia *Muscidae*, subfamilia *Muscidae*, Género *Musca Linnaeus* y especie *Doméstica*. No pertenece a la fauna autóctona, sino que es oriental (Alayo & García, 1983). Puede medir cerca de 4 a 7mm de longitud, su cuerpo está dividido en cabeza, tórax y abdomen. Su cabeza es convexa en el frente y la cara posterior

es plana, cuenta con una trompa, dos antenas, un par de ojos compuestos y tres ojos simples (Hewitt, 2011).

I.3.1 Ciclo de vida.

Durante su ciclo vital, cada hembra puede poner, alrededor de 800 huevecillos blancos, cada uno mide aproximadamente 1.2 mm de longitud. En las siguientes 24 horas las larvas eclosionan y comienzan a consumir los restos orgánicos ricos en nutrientes. Presentan color pálido, tamaño de 3 a 9 mm de longitud y forma de huso con la boca terminal. Luego se transforman en pupas coloreadas de color rojo o marrón alcanzando 8 mm de longitud. Al concluir la metamorfosis, el adulto rompe la pupa con un corte circular y vuela para aparearse y concluir su ciclo vital. Los adultos pueden vivir medio mes en estado salvaje, pero se ha logrado prolongar este tiempo en el laboratorio (Villem, 2009). Este ciclo de vida se muestra en la figura 1.

Una hembra de mosca doméstica puede producir 400-450 huevos en el ciclo reproductivo, siendo la producción diaria de huevos de 10-15 huevos por hembra (Pastor et al., 2011). Es de color blanco, elíptico, de aproximadamente 1 mm de longitud por 0,26 mm de anchura, con ambos extremos arromados, la parte anterior ligeramente ahusada. La eclosión de las larvas se produce a través de una fisura en el lado dorsal del huevo (Cahua, 2019).

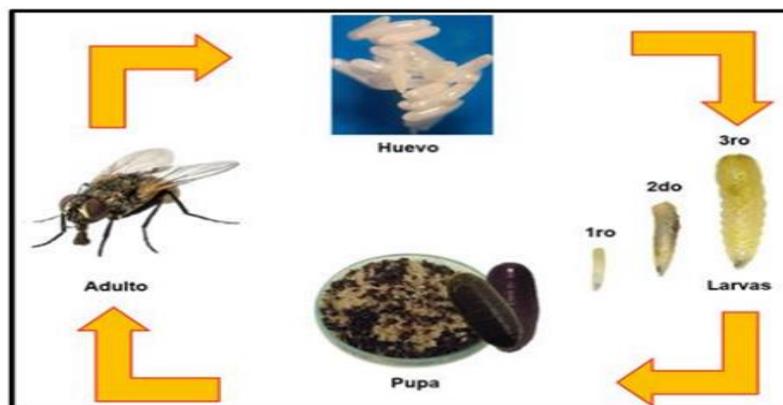


Figura 1. Ciclo de vida de la mosca doméstica

Fuente: Roncal, (2019)

Al emerger las larvas se introduce rápidamente en el material de cría donde fueron depositados los huevos. En su boca cuentan con dos grandes ganchos con los que se apoya para rasgar y aflojar las materias alimenticias, pueden consumir cualquier clase de materia orgánica, húmeda y cálida (Villegas, 2017).

En verano el ciclo de vida de las moscas domésticas es de ocho a veinte días, las hembras comienzan a ovar de cuatro a veinte días de llegadas a la adultez, poniendo de cinco a seis veces en su tiempo de vida promedio (Cahua, 2019).

Huevo: Es de color blanco, elíptico, de aproximadamente 1 mm de longitud por 0,26 mm de anchura, con ambos extremos arromados, y la parte anterior ligeramente ahusada, (Figura 2). La eclosión de la larva se produce a través de una fisura en el lado dorsal del huevo.

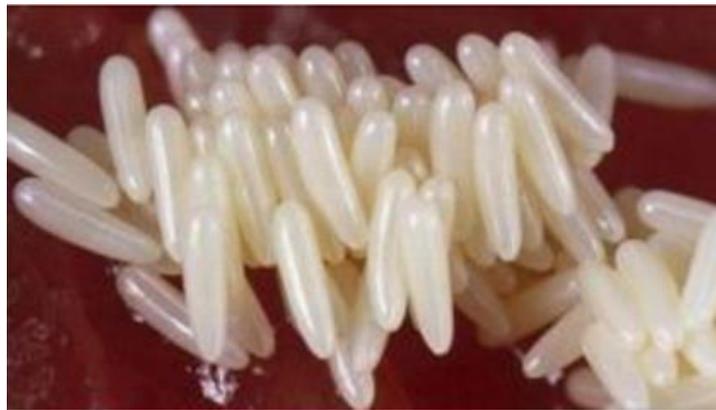


Figura 2. Huevos agrupados de mosca doméstica (*Musca domestica* L.)

Fuente: Cahua, (2019)

Demoran en eclosionar de doce a veinte y cuatro horas de la postura en sitios oscuros, desarrollándose una larva que se alimenta vorazmente de la materia alimenticia, pasando por tres etapas larvales que dura de tres a veinte y cuatro días, pero en temporadas cálidas es de cuatro a siete días para convertirse en pupas, estas demoran de tres a cinco días en eclosionar si la temperatura es cálida y varias semanas en caso de bajas temperaturas, los adultos eclosionados demoran hasta quince horas para su total actividad y de inmediato pueden (Villavicencio, 2017).

Larvas: Una vez emergida, la larva, (Figura 3), penetrará rápidamente en el material de cría sobre el que fue depositado el huevo. Para ello utiliza los 2 grandes ganchos

de su boca, con los que se rasga y afloja las materias alimenticias. Casi cualquier clase de materia orgánica, húmeda y cálida, puede suministrar alimento adecuado a las larvas. Cuentan con 2 espiráculos en la parte anterior que son aberturas que permiten la entrada de aire en el sistema respiratorio de la larva



Figura 3. Larvas vermiformes de *Musca domestica* L.

Fuente: Elaborado por el autor

En el proceso de pupación se presenta una concentración general de la larva dentro de su propio tegumento, de modo que se convierte en un pupario cilíndrico de aproximadamente 6,3 mm de longitud y va oscureciéndose gradualmente hasta adquirir un intenso color marrón oscuro.

Pupa: En el proceso de pupación se presenta una concentración general de la larva dentro de su propio tegumento, de modo que se convierte en un pupario cilíndrico de aproximadamente 6,3 mm de longitud, (Figura 4). El pupario va oscureciéndose gradualmente hasta adquirir un intenso color marrón oscuro.



Figura 4. Pupas de *Musca domestica* L.

Fuente: Elaborado por el autor

Adulto: La mosca adulta, (Figura 5), mide de 6-9 mm de longitud, tienen el cuerpo dividido en 3 (cabeza, tórax y abdomen). En la cabeza, gran parte está ocupada por los ojos. Las hembras tienen los ojos más separados (dicoptia) que el macho (holoptia). El tórax, es color gris, con 4 rayas, en la parte dorsal, presentan 3 pares de patas y un par de alas completamente desarrolladas. Las hembras son más grandes y pueden extender la punta del abdomen para formar un ovopositor para poner los huevos (Villegas, 2017).



Figura 5. Adulto de *Musca doméstica* L.

Fuente: Villegas, (2017)

I.3.2 Caracterización de la mosca doméstica como potencial fuente proteica para alimentación animal.

M. domestica puede ser empleada para cultivos de sus larvas empleando varios atrayentes dulces como la (melaza), pueden transformar fácilmente diversos tipos de excremento y subproductos en alimento animal (Sheppard & Newton, 1999). Larvas se emplean en la elaboración de alimento para aves, reptiles y peces debido al alto grado de proteína que presentan, con un máximo de 40 a 50% (Cuca et al., 1999).

Tabla 2. Composición bromatológica de la harina de larva de *Musca domestica* L.

Constituyente	Base seca %	Base seca %	Base seca %	Base seca %
	(Aguirre & Fuente, 1995)	(Arango, 2004)	(Lazo et al., 2010)	(Rivera, Díaz, et al., 2018)
PB (Proteína Bruta)	60,93	56.7	43,09	48.2
GB (Grasa Bruta)	10,80	8.1 - 13.5	14,56	-
FB (Fibra Bruta)	13,66	-	7,19	8.3
MS (Materia Seca)	57,49	-	13,40	-
Ceniza	11,34	4.95	18,95	5.5
ELN (Extracto Libre de Nitrógeno)	3,27	-	ND	-
CHO (Carbohidratos)	16,93	-	18,95	-
Calcio (Ca)	ND	-	1,39	4.7
Fósforo (P)	ND	-	2,00	16
Humedad	ND	10,00	ND	

Fuente: Elaborado por el autor; ND - no se presentan datos

En un análisis bromatológico de las larvas se determinaron un alto contenido de proteína, lípidos y sales minerales, dando valores de proteína cruda (PC) del 50%, grasa de 15.99%, calcio 0.7% y fósforo 0.6%, por lo que se considera un mejor suplemento adecuado para la nutrición de la gallina (Guerrero & Amaya, 2008). La mosca doméstica *M. domestica* L. , en estado larvario puede presentar un 38.53 % de proteína, comparable a fuentes proteicas como la soya y la harina de pescado, constituyendo una alternativa, por ser sencilla y de bajo costo su implementación (Guardado et al., 2014). Además ser muy ricas en proteína bruta y en aminoácidos esenciales por lo cual se pueden utilizar en las dietas (30 a 45 % de PB). Los lípidos son otros nutrientes que aportan las larvas de moscas en cantidades elevadas (9 a 26 %) lo que les permite suministrar cantidades importantes de energía metabolizable (EM) y ácidos grasos esenciales unidos a un balance apropiado de minerales y vitaminas. Se plantea que las larvas de moscas domesticas se pueden utilizar como sustituyentes de la harina de pescado en las dietas, por alcanzar niveles entre 30 a 45 % de proteína bruta y en aminoácidos esenciales. Los lípidos varían entre los 9 a 26%, aportando cantidades significativas de energía metabolizable (EM) y ácidos grasos esenciales unidos a un balance apropiado de minerales y vitaminas (Rivera, Marroquín, et al., 2018).

Tabla 3. Comparación entre la composición nutricional de la harina de larva de mosca doméstica y las fuentes de proteínas más comunes.

Composición proximal (% Base de materia seca)	Harina de larvas de mosca doméstica (Aniebo et al., 2008)	Harina de pescado (sardina) (De Koning, 2005)	Tortas de harina de Aceite de soja. (NRC, 1994)	Torta de harina de Aceite de girasol. (NRC, 1994)
Proteína cruda	50,86	68,84	49,44	35,56
Extracto etéreo	27,32	5,66	0,45	1,22
Fibra Bruta	8,10	1,07	7,87	26,67
Ceniza	6,75	20,38	7,64	ND
		Aminoácidos		
Lisina	6,52	8,86	3,02	1,11

Composición proximal (% Base de materia seca)	Harina de larvas de mosca doméstica (Aniebo et al., 2008)	Harina de pescado (sardina) (De Koning, 2005)	Tortas de harina de Aceite de soja. (NRC, 1994)	Torta de harina de Aceite de girasol. (NRC, 1994)
Histidina	3,34	2,88	1,31	0,61
Treonina	2,19	5,34	1,93	1,17
Arginina	6,26	7,04	3,53	2,56
Valine	3,90	6,83	2,33	1,78
Metionina	2,46	2,35	0,70	0,56
Isoleucina	3,30	5,55	2,20	1,11
Leucina	6,86	8,00	3,81	1,78
Fenilalanina	4,28	4,91	2,43	1,28
Triptófano	ND	1,07	0,83	0,50
Cistina	0,56	4,48	0,74	0,56
Tirosina	3,14	4,70	2,15	ND

Fuente: Elaborado por el autor; ND - no se presentan datos. NRC - National Research Council

I.3.3 Riesgo y beneficios del uso de la mosca doméstica

M. domestica L., es conocida como un vector mecánico de agentes etiológicos en el hombre y los animales en condiciones naturales, en la producción pecuaria puede llegar a ser un problema en el manejo de la unidad causando deterioro en la eficiencia del hato e incluso transmitir agentes patógenos como bacterias (*Escherichia coli*) y virus (PRRS) (Martínez et al., 2015).

Desde el punto de vista del uso de biomasa para la alimentación animal, se determinaron los riesgos de que transmitan enfermedades. Se analizaron una amplia gama de contaminantes químicos de las larvas de cuatro moscas, *C. vomitoria L.*, *Chrysomya spp.*, *H. illucens L.* y *M. doméstica L.*, se determinaron los niveles de los principales contaminantes químicos considerados para la alimentación animal en estas especies de dípteras (medicamentos veterinarios, pesticidas, metales pesados, etc.) estaban por debajo de concentraciones máximas

recomendadas indicadas por la Comisión Europea, la Organización Mundial de la Salud y Codex (Charlton et al., 2015).

I.4 Técnica de producción de larvas de mosca doméstica.

La mayoría de los cuellos de botella importantes de la crianza de dípteros son: la tecnología de crianza, el número máximo de huevos fértiles que pueden ser obtenidos por día, o efecto de interacción entre diferentes estadios larvarios y la bioconversión orgánica, lo que dificulta una producción a gran escala. Aunque esto se puede lograr, realizando un control de calidad de forma periódica para detectar las debilidades y posibles mejoras al sistema. Solo un par de especies de moscas han participado en estudios y proyectos de escala industrial, principalmente *H. illucens* L. y *M. domestica* L. (Pastor et al., 2015).

Existen sistemas de producción pequeños de *M. domestica* L. y moscas voladoras para piensos que se han desarrollado en África y Asia. Estas granjas comercializan harina de mosca o proteínas o grasas extraídas de larvas de mosca. Sin embargo, la producción actual no es suficiente para abastecer la gran demanda para la alimentación animal. Los sistemas de producción establecidos para las producciones de biomasa larval enfrentan grandes desafíos económicos ya que se comercializan los productos en precio bajo comparados con la harina de pescado o soja con el fin de hacer la cría masiva de dípteros económicamente competitiva, sostenible y una alternativa con gestión desperdicio y producción de piensos ya que no cuentan con apoyo gubernamental. Por lo que se necesitan modelos de producción más efectivos (Charlton et al., 2015).

Se deben seleccionar el tipo de desecho orgánico considerando la composición y disponibilidad temporal y espacial. Aunque, la composición de los desechos orgánicos son extremadamente variable como consecuencia de las estaciones, la situación geográfica y las condiciones socioeconómicas de cada región (Pastor et al., 2015). Los atrayentes que se sugieren son: granos fermentados, estiércol, descomposición de residuos de alimentos (Zhang et al., 2010).

En la producción de huevos de esta especie se presentó un incremento de puesta y de efectividad cuando los adultos fueron alimentados con una solución de miel al

5% en agua (Rachmawati et al., 2010). Para mejorar la ovoposición los atrayentes pueden mezclarse con otros sustratos como el salvado de trigo para proporcionar la estructura más favorable para el desarrollo larval (Yang et al., 2014). El tamaño, la mortalidad de las larvas y duración del ciclo de vida de la mosca doméstica están determinados por la calidad de los alimentos (Gobbi et al., 2014).

I.5 Sustratos utilizados para la cría de larvas de mosca doméstica.

Los desechos orgánicos (cerdaza y gallinaza) puede ser empleado para el cultivo de las moscas de forma intencional, al fin de que pueda ser degradada y usada como fertilizante para los cultivos, a la vez las larvas y pupas producidas pueden ser aprovechadas como fuente de proteína de alta calidad (Howard, 1994). Sin embargo, en Mali, estudios realizados en diferentes sustratos para la producción de larvas de moscas arrojó los mejores resultados al emplear el sustrato de gallinaza, que se consideró óptimo para esta actividad (Pastor et al., 2015). El salvado de soja, el salvado de maíz, el estiércol de cerdo y el estiércol de pollo muestran potencial para la producción de larvas de moscas (Ganda et al., 2019). Las larvas de mosca común se pueden producir en salvado de trigo (Kenis et al., 2018). Por otra parte, se ha observado, que las larvas de mosca se desarrollan en el salvado de trigo como sustrato (Ly & Macías, 1998; Martínez et al., 2000).

I.5.1 La cerdaza como sustrato de cría para la mosca doméstica.

La excreta del cerdo (porcinaza o cerdaza) es la mezcla de heces y orina de los cerdos, con descamaciones, pelo, comida no digerida y cantidades variables de agua y en algunos casos contiene material de origen vegetal usado como cama (Rodríguez & Sánchez, 2017). En algunas unidades la cerdaza es obtenida mediante el siguiente proceso: excretas, orina, agua y residuos alimenticios son canalizados en una fosa común, posteriormente, se separan los líquidos y el residuo sólido en el separador de sólidos y los líquidos sobrantes son vertidos a una laguna de oxidación (Soto, 2012). La composición varía según la etapa productiva, el método de recolección, el procesamiento y de la categoría productiva (inicio, desarrollo y engorde). Si presentan un mayor contenido de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), carbohidratos no estructurales (CNE) y energía y un menor

contenido de cenizas, calcio, fósforo y cuando procede de los animales reproductores (gestantes y lactantes) presenta diferencias en la composición producto a la dieta que consumen estas categorías, utilizan menos cantidad de nutrimentos en la dieta que cerdos jóvenes. Los mayores valores de fibra observados en la porquinaza se determinaron en cerdas gestantes, se debe a un incremento en el nivel de fibra en la dieta de estos animales. En cuanto a contenido de aminoácidos hay estudios que indican que el estiércol es rico en lisina y otros aminoácidos esenciales, que se muestra en la siguiente tabla (Alvaro, 2016).

Tabla 4. Composición nutricional de la cerdaza

Parámetro	(Dominguez et al., 2014)	(Alvaro, 2016)
Humedad	-	7,99%
Materia Seca	26,43	92.01%
Cenizas	12,05	18.25%
Extracto Etéreo	4,69	6.95%
Proteína cruda	15,87	23.26%
Fibra cruda	17,52	13.72%
Extracto libre de	49.87	29.83%
Calcio	0.61	-
Fósforo	1,36	-
Nutrientes digestibles	71,20	
Pared celular	44,00	

Fuente: Elaborado por el autor

La cerdaza es el alimento no digerido por el aparato digestivo del cerdo y enriquecido con la flora intestinal, lo cual hace que sea un alimento de excelente calidad se ha utilizado eficientemente en la elaboración de dietas para ovinos (Hernández et al., 2019). En la literatura existen reportes sobre la composición química de las excretas, demostrando su potencial proteico y energético (Citalan et

al., 2016). Así mismo, se ha comprobado que el uso de excretas en la alimentación de rumiantes mejora la respuesta productiva (Bórquez et al., 2018).

I.5.2 La gallinaza como sustrato de cría para la mosca doméstica.

Las heces fecales de aves de corral es el sustrato más común citado en la literatura para la cría de la mosca doméstica (Akpodiete et al., 1997).

La mayoría de las especies de aves de corral son omnívoras, lo que en términos nutricionales significa que tienen un aparato digestivo simple con ciego no funcional. Para compensar el tracto digestivo relativamente corto y el rápido tránsito de la digestión, es preciso suministrar a las aves de alto rendimiento dietas de fácil digestión y ricas en nutrientes (Velmurugu, 2013). La gallinaza es un desecho orgánico, compuesto principalmente por las excretas de las aves, contiene componentes orgánicos e inorgánicos, entre estos están las proteínas, productos del metabolismo del nitrógeno y de diferentes compuestos nitrogenados (Guardado et al., 2014). El alto valor proteico de la gallinaza se le atribuye a que la mayor parte del nitrógeno está constituido por componentes de nitrógeno no proteico (40 – 80%), contiene una cantidad de ceniza lo que convierte a este material en una buena fuente de minerales, sobre todo de calcio, fósforo y potasio (Zúniga, 1992). Investigaciones plantean que la gallinaza contiene 3.15 % de nitrógeno total y Cu, Fe y Zn en ppm 52.4, 2200.8 y 575.2; alcanzando valores más altos que los encontrados en la pollinaza (Gusmán, 2010).

El empleo de este sustrato para la producción de larvas de mosca minimiza la contaminación que provoca en los ecosistemas mediante los macroelementos como el nitrógeno, microelementos como el óxido nítrico que es muy volátil y GEI como el metano, amoníaco, dióxido de carbono y trazas de metales pesados

Tabla 5: Contenido nutricional de la gallinaza

Análisis	(Estrada, 2005)	(González, 2019)
Arena (%)	-	-
Limo (%)	-	-

Arcilla (%)	-	-
Clase Textural	-	-
pH	9,0	-
C.E mmhos/cm ³	-	44,7%
Materia orgánica (%)	34,1	55,3%
Nitrógeno (% kg/ha)	3,2	4,3%
Fósforo (ppm)	7,39	-
Potasio (ppm)	1,9	-
Potasio intercambiable (meq/ 100g de suelo)	-	-
Ca + Mg	-	-
MS	-	61,9%
Ceniza	23,7	-
Carbono orgánico	19,8	-

Fuente: Elaborado por el autor

I.5.3 Salvado o Afrecho de Trigo.

El trigo se considera el segundo cereal más consumido en el mundo, el salvado de trigo se obtiene mediante de procesos de transformación. Posee micronutrientes, fibras dietéticas, fotoquímicos, minerales, vitaminas hidrosolubles, vitamina E y antioxidante. Actúa en la fisiología digestiva, acelerando el tránsito intestinal y dando sensación de saciedad (Ruiz, 2015). La harina de trigo es alimento fundamental en el mundo, su calidad depende de factores como la variedad del trigo, clima, tipo de suelo, su almacenamiento y procesamiento, este último le brinda las características finales del producto (Villanueva, 2014). El salvado de trigo es la parte del cereal que no es empleada en la harina, la porción más externa del grano, es el pericarpio, la testa y a veces la aleurona. Es rico en fibra insoluble, específicamente en celulosa, hemicelulosa y lignina (Madrid, 2017). Los compuestos fenólicos, el ácido ferúlico es importante y se encuentra esterificando algunos residuos de arabinosa de los arabinoxilanos, los cuales son polisacáridos que representan mayormente a la fibra dietética en el salvado de trigo (Baladrán et al., 2018).

Tabla.6 Composición química del salvado de trigo

Composición química	(Fedna, 2010)	(Balandrán et al., 2018)
Humedad (%)	12,3	11,6 a 12
Ceniza (%)	5	5,7 a 6,5
Calcio (%)	0,13	-
Fosforo (%)	0,97	-
Proteína bruta (%)	15,1	9,9 a 18,6
Fibra bruta (%)	9.8	-
Fibra detergente neutro (%)	38,5	-
Fibra ácido detergente (%)	12,2	-
Lignina ácido detergente (%)	3,4	-
Almidón (%)	19,7	-
Hidratos de carbono (%)	-	9,9 a 18,6
Energía metabolizable (cal)	2260	-

Fuente: Elaborado por el autor

Dentro de las innumerables propiedades el trigo se encuentra: combatir el estreñimiento, pero también por su elevado contenido en ácidos grasos insaturados, facilitan el aumento del colesterol bueno (HDL) e impide la oxidación de las grasas por su riqueza en antioxidantes, tales como la vitamina C, vitamina E, zinc, magnesio, ácido fólico, entre otros. Además es abundante en ácido pantoténico, tiamina y riboflavina, vitaminas que se encuentran relacionadas con el estrés, la ansiedad y la depresión (Ruiz, 2015). El salvado de trigo puede ser empleado como sustrato para la producción de larvas de mosca común (*Musca domestica* L.) mezclado con estiércol de aves de corral, estiércol de cerdo, sangre de ganado con contenido intestinal o ruminal y desechos de origen animal (Heuzé & Tran, 2015; Makkar et al., 2014).

Capítulo 2. Materiales y métodos

II.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en el patio situado en Calle 89, número 1809 entre 18 y 20, en el reparto de Tulipán, en el período de octubre a noviembre de 2021, en una nave de techo de zinc (3,80 m de largo por 2,72 m de ancho y 2,05 m de altura), rodeada de malla metálica con orificios de 1 cm.

II.2 Características del larvario

En la nave fue ubicado el larvario, en una mesa de 1 m de largo, 60 cm de ancho, 85 cm de alto, donde se situaron las magentas de propileno de un área de 81,6 cm² y un alto de 9 cm, con un área útil a tres cm de altura, para la producción de las larvas con los diferentes sustratos.

II.3 Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental de bloques al azar con cinco réplicas: A- salvado de trigo 100 %; B- salvado de trigo 50% y cerdaza 50 %; C- 100% cerdaza; D- salvado de trigo 50% y gallinaza50%; E- gallinaza 100 %, donde cada magenta se consideró una unidad experimental, a tres centímetros de altura (Fig.4).

Distribución de los tratamientos

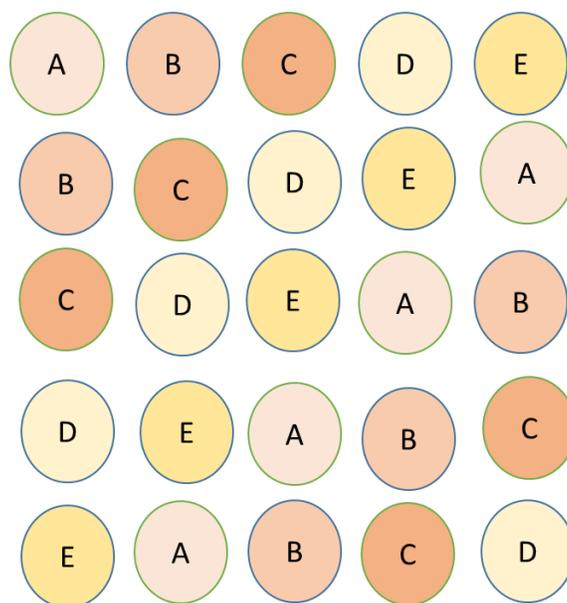


Figura 4. Distribución de los tratamientos en el moscario

Leyenda: A- salvado de trigo 100 %; B- salvado de trigo 50% y cerdaza 50 %; C- 100% cerdaza; D- salvado de trigo 50% y gallinaza50%; E- Gallinaza 100 %

II.4 Preparación y mantenimiento de los sustratos.

La cerdaza empleada en cada sustrato, se tomó directamente de los corrales de cerdos, en la fase de ceba (engorde), de animales clínicamente sanos y alimentados con concentrados porcinos conformados por maíz y soya. La gallinaza empleada en cada sustrato se tomó directamente de los fosos de las jaulas de las ponedoras, de la granja “Vietnam“, del municipio Rodas, las cuales estaban clínicamente sanas y alimentadas con concentrados conformados por maíz y soya.

Previamente estos sustratos fueron expuestos al sol para reducir el contenido de materia seca, hasta obtener un 85 %. Se empleó una bandeja protegida con una malla antiáfido, para evitar la contaminación por insectos. El salvado de trigo, se obtuvo de un convenista porcino, con un contenido de materia seca de 85 %.

Cada sustrato fue humedecido con agua potable no clorada, hasta formar una mezcla homogénea semisólida. La adición del agua se realizó todos los días en el horario de la mañana (08:00 a 9:00 H). Además, se removían diariamente todos los sustratos después de humedecidos los mismos, y se midió la cantidad de agua adicionada con una jeringuilla graduada, para cada sustrato, en mililitros.

II.5. Mediciones

Las larvas cosechadas tenían una talla mayor de 8 mm, medidas a través de una regla. La 1ª cosecha¹ de larvas se efectuó el 6^{to} día de comenzado el experimento, a continuación, con un intervalo de un día se realizaron las siguientes cosechas, que teniendo en cuenta la puesta y formación de las larvas con un intervalo de 6 días, se agruparon los conteos como cosechas para este intervalo.

Se realizaron las siguientes mediciones diariamente, por cada réplica de cada tratamiento:

¹ Cosecha: se considera cosecha el conteo de las larvas de moscas, mayores de 8 mm, en cada sustrato.

- Temperatura de los sustratos: la temperatura presente en cada réplica de los sustratos se tomó en el horario de la mañana (08:00 a 09:00 H) con termómetros marca Skalenwert 0,5 K PGW 002, en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$).
- Temperatura ambiente dentro del moscario: se tomó en el horario de la mañana (08:00 h), los valores mínimos y máximos 24 horas anterior a este horario, con un higrómetro digital.
- Humedad relativa dentro del moscario: se tomó en el horario de la mañana (08:00 a 09:00 H) y los valores mínimos, máximos 24 horas anteriores a este horario, con un termo higrómetro digital.
- Masa de los sustratos: cada sustrato se pesó (g), en una balanza digital con un margen de error de cinco gramos, antes de montar el experimento
- Agua: El agua utilizada se midió al inicio del experimento con una probeta graduada en ml. Los días que se removieron los sustratos y se humedecieron, se midió la cantidad de agua en ml, desde una jeringuilla graduada.
- 1^a cosecha de larvas de moscas. Las larvas se comenzaron a cosechar cuando estas se encontraban en su tercer estadio (mayor de 8 mm). Posteriormente las magentas se cubrieron con sus tapas horadadas con 10 orificios de 1 mm, para estimar el error de larvas no contadas al visualizar la eclosión de nuevas moscas.
- 2^a a 5^a cosechas de larvas de moscas. Se procedió a cosechar en días alternos cuando las larvas cumplían con la condición anterior. Por lo que se consideró la primera cosecha a los 6 días, la 2^a cosecha al 8^o día, la 3^a cosecha el 10^o día, la 4^a cosecha el 12^o día y la 5^a cosecha el 14^o día, de comenzado el experimento. Se terminaron las cosechas cuando visualmente no se observaron larvas en las magentas.

En cada cosecha se procedió al conteo de las mismas para cada sustrato. De cada conteo se tomaron 20 larvas al azar replicadas tres veces para conocer el peso de una larva, empleando una balanza analítica marca Acculab Sartoni Group. Las larvas se trasladaron en un pote individual con un mínimo de sustrato hasta el laboratorio, para evitar la deshidratación de las mismas.

El rendimiento de cada sustrato y agua total empleada para cada cosecha y el total se estimó de acuerdo:

- Rendimiento larvas (medio) g m⁻²: [(Peso total de las larvas por magentas * Cantidad de larvas por magentas) * (10000)] / (Área de magenta)
- Rendimiento larvas (medio) g kg⁻¹: [(Peso total de las larvas por magentas* Cantidad de larvas por magentas) *(1000)] / (Peso del sustrato utilizado)

Además, se calculó el gasto total de agua para el período según:

- Consumo de agua (medio) ml m⁻²: (cantidad de agua) / (10000/área magenta)

II.5.1. Análisis bromatológico o proximal

De cada réplica, antes y después del experimento, se tomó una muestra de 500 g para enviar al Laboratorio Provincial de Medicina Veterinaria de Cienfuegos donde se realizó el análisis proximal, según (AOAC, 2005):

- MS (materia seca), %
- PB (proteína bruta), %

Con los valores obtenidos se estimaron los aportes de proteína bruta de los sustratos antes y después de transformarse por las larvas de moscas en gramos por kilogramo de materia seca y se obtuvieron las diferencias entre ellos.

II.5.2 Análisis bacteriológico y parasitológico

De cada réplica se tomó una muestra de 300 g, al inicio del experimento y una del sustrato biotransformado por las larvas de mosca, para los estudios bacteriológicos buscando la presencia de *Salmonella spp* y Coliformes fecales. También se realizó el estudio parasitológico, para ello se tomó una muestra de 300g de cerdaza y gallinaza buscando la presencia de Coccidia. Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio Provincial de Medicina Veterinaria de Cienfuegos y se emplearon los siguientes métodos:

- *Salmonella* (*Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal — Method for the Detection of Salmonella spp — Reference Method (ISO 6579:2002, IDT, 2008).*)

- Coliformes fecales (*Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal — Horizontal Method for the enumeration of coliforms — Colony Count technique (ISO 4832:2006, IDT)*. 2010)
- Coccidia (Norma Cubana de la Agricultura para la siembra bacteriológica. Métodos de ensayo, NCAG, 1982.

II.6. Análisis estadísticos.

Las variables creadas se asentarán en el programa estadístico IBM.SPSS v23 (2016).

Se realizó un análisis de varianza. Previamente fueron corroborados los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas por la prueba de Levene. Las pruebas de *post hoc* para identificar diferencias entre los tratamientos se realizó mediante el test de Tukey.

La comparación entre los contenidos de proteína bruta (g) de los sustratos antes y después de transformados por las larvas de moscas se realizó mediante la prueba de muestras relacionadas. Los valores de P establecidos fueron de 0,05 y 0,01.

Capítulo 3. Resultados y Discusión

III.1 Comparación de la temperatura de los diferentes sustratos en el período de formación de larvas

Las temperaturas en cada sustrato mostraron diferencias entre ellos, alcanzando valores desde 23,02 °C a 36,08 °C. La temperatura ambiente dentro del larvario se comportó en un rango desde 25 °C hasta 28,4 °C (Figura 5).

El sustrato salvado de trigo presentó los mayores valores de temperatura en los días 1,4,5,6,7,8,10,12,14,15,17 y 18 en un rango de 35,30 °C y 24,22 °C. A su vez, los sustratos en combinaciones con el salvado presentaron los mayores valores de temperatura, mostrando diferencias significativas ($P < 0,05$) con respecto a los otros sustratos estudiados, comportándose por encima de la temperatura dentro del larvario excepto en los días 16 y 17.

Según Florez (2017) la temperatura y la dieta inciden de maneras complejas en el desarrollo de las moscas, aunque la temperatura induce el desarrollo larvario. Frente a altas temperaturas, el desarrollo de los dípteros es rápido, pero su tamaño se reduce. Ante las bajas temperaturas, el desarrollo es lento, aunque tengan una buena nutrición, pueden demorar un 90% más del tiempo de las larvas que están sometidas a una mala nutrición con altas temperaturas. Los datos de expresión génica muestran que, durante el desarrollo de las larvas en rangos de temperatura entre los 25 °C y 35 °C, se considera óptimo, pero temperaturas más bajas, disminuyen el metabolismo.

Otros autores plantean que existen proteínas de choque térmico (HSP) 22, 23, 27, 67 y 70 que se regulan positivamente en moscas expuestas a 35 °C y con una dieta carente. Estas proteínas se incrementan ante el estrés térmico y la inanición. Actúan como chaperones moleculares uniéndose a otras proteínas, mejorando así los efectos adversos y una vez que vuelvan las condiciones favorables, estas proteínas son recicladas (Rinehart et al., 2007).

Según INSMET/ Instituto de Meteorología. Cienfuegos. 2021, los valores de temperatura media del municipio durante la fase experimental se comportaron entre

24,3 °C y 27,9 °C (Anexo 1). Siendo mayores los valores medidos en el moscario. Este resultado se atribuye a la ubicación del larvario y sus materiales constructivos.

Varios autores mencionan diferentes temperaturas óptimas para el desarrollo de las larvas de mosca doméstica. Cruz et al. (2002), indican la mejor temperatura para el desarrollo de las larvas de moscas a los 20, 23 y 26 °C. Gállego (2006), plantea que las larvas de la mosca doméstica eclosionan a las 24 después de que ocurre la ovoposición y el rango de temperatura óptimo es de 23° C a 30 °C. Según WHO/ World Health Organization (2015), la temperatura ideal para el desarrollo de las larvas es de 35 °C con alta humedad relativa y cuando alcanzan su máximo desarrollo de 15 a 20 °C con baja humedad relativa y no toleran temperaturas por encima de los 45 °C. Ortiz et al. (2011), plantean que la máxima actividad de la mosca doméstica se alcanza a los 32 °C y declina por encima de los 45 °C. En estudios con sustratos combinación de germen de maíz y cerdaza las temperaturas dentro de los sustratos alcanzaron hasta 43,00 °C, con un buen desempeño (Casanovas, Suárez del Villar, Alvarez, et al., 2021).

Según Escolástico et al. (2013), señalan que la especie de *Musca doméstica* es capaz de soportar temperaturas que van desde 5 a 45 °C. Según Cahua (2019), el ciclo de vida completo depende sobre todo de la temperatura ambiental y otras condiciones ambientales, acelerando o retardando su ciclo según los tipos de sustratos disponibles que haya elegido para ovopositar.

En estudios realizados por Casanovas, Suárez del Villar, Valladares, et al. (2021) las temperaturas en sustratos a tres centímetros de altura en combinaciones de cachaza y gallinaza, durante las mediciones matutinas se comportaron con valores entre los 34,63 °C a 34,96 °C manteniéndose siempre superiores a la temperatura dentro del moscario. Otros resultados, pero con sustratos combinaciones de cachaza y cerdaza en alturas de tres centímetros también haciendo mediciones por la mañana mostró valores desde 33,80 °C a 34,50 °C, también manteniéndose las temperaturas de los tratamientos superiores a las que se midieron dentro del moscario (Casanovas, Suárez del Villar, et al., 2020).

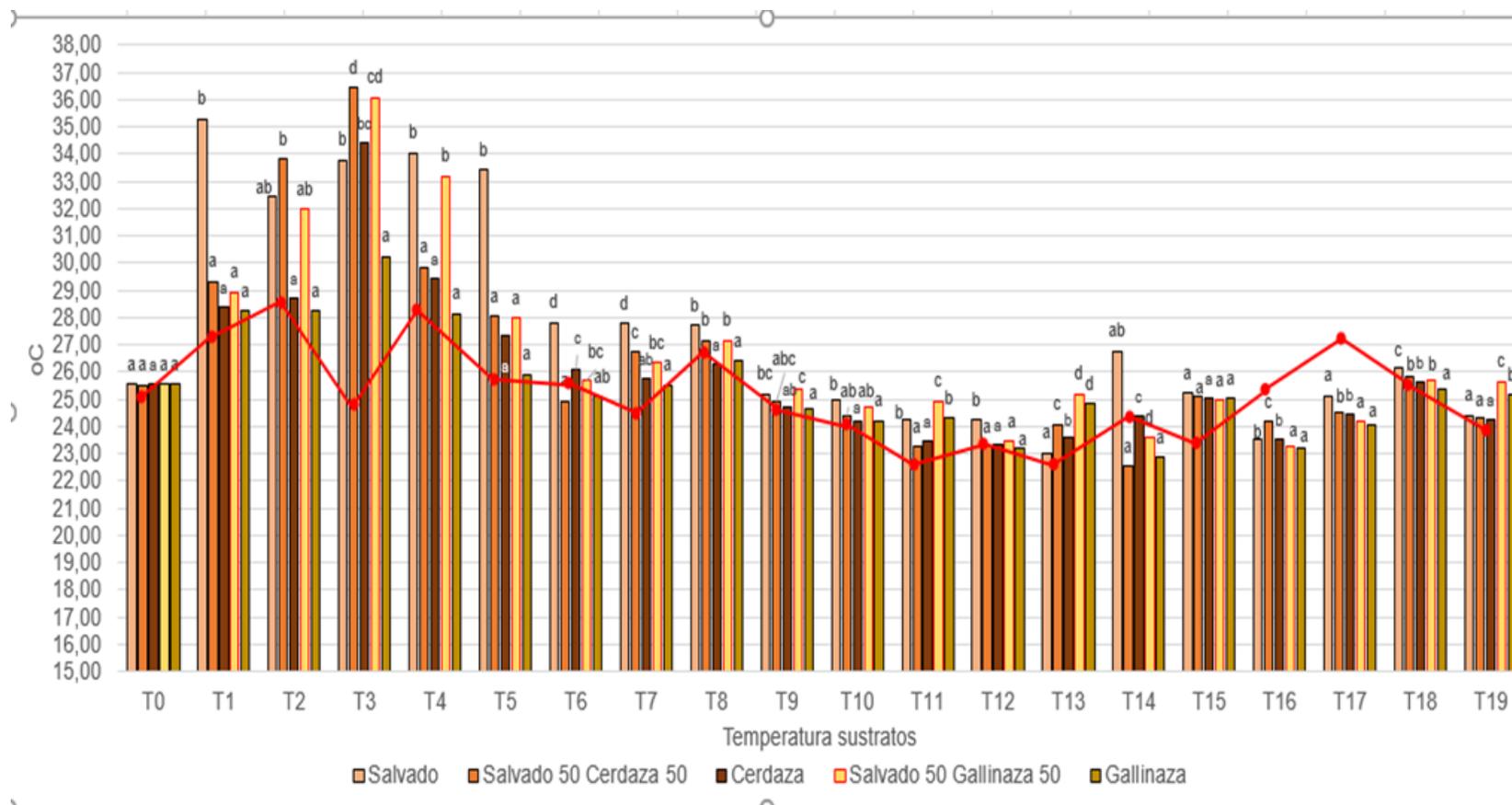


Figura 5. Comparación de las temperaturas en cada sustrato y la temperatura ambiente
 Columnas con superíndices diferentes difieren para $P < 0.05$ (Tukey)

Por lo que, la temperatura de los sustratos está dentro del rango óptimo para el desarrollo de las larvas con valores entre 23,02 °C y 36,08 °C.

La humedad relativa en el período evaluado se comportó entre los valores desde 44 % en el día 4, hasta 68 % en los días 9 y 10 (Figura 6). La variación de estos valores está asociada a una vaguada que estuvo influyendo principalmente durante los días del 6 al día 10 del período evaluado, con valores de 34,3 mm a 25,1 mm de precipitaciones caídas en 24 horas (INSMET, 2021). La humedad es un factor determinante para el desarrollo de las larvas, ya que son que muy susceptibles a la deshidratación, si no es suficiente y sin embargo, valores excesivos, conducen al ahogamiento de las larvas (Feldmeyer et al., 2008). La temporada de lluvias favorece la producción de larvas comparado con las estaciones secas y cálidas. El conocimiento de estos factores climatológicos limitantes se considera un método sostenible y de fácil aplicación para los productores, por la influencia que ejercen en el desarrollo larval (Gafar et al., 2019).

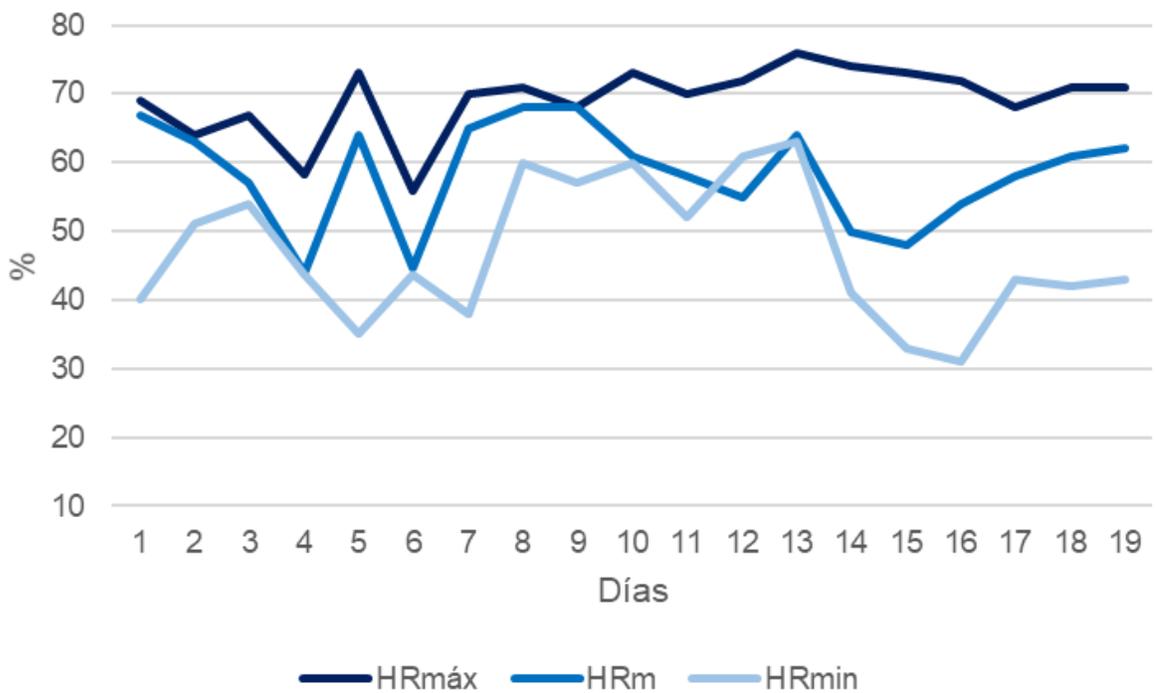


Figura 6. Comportamiento de la humedad relativa ambiental dentro del moscarío

Según los autores Heuze & Tran (2016); Makkar et al. (2014) la temperatura ideal para el desarrollo de las larvas de moscas doméstica se encuentra entre los 25 hasta los 30 °C con valores mínimos y máximos de humedad relativa de 65% a 70%. Sequeira et al. (2001), reporta que la humedad óptima debe ser entre 70-100 %. Existe una correlación significativa y positiva entre humedad con valores de 44 a 80% en estiércol de aves de corral que se encuentra naturalmente en las granjas y la abundancia del último estadio larvario L3 de *M. domestica* L. en el mismo periodo (Tobin & Pitts, 2002).

La cantidad de agua empleada para humedecer los sustratos inicialmente fue de 192 ml en el salvado de trigo, 175 ml para 50% salvado de trigo con 50% cerdaza, 175 ml para cerdaza, 179 ml para 50% salvado de trigo con 50% gallinaza y 174 ml para la gallinaza. Dando como resultado una proporción de 1:0,92 de agua y salvado de trigo, 1:0,93 de agua y 50% salvado de trigo con 50% de cerdaza, 1:0,86 de agua y cerdaza, 1:0,80 de agua y 50% salvado de trigo con 50% de gallinaza y con 1:0,78 de agua y gallinaza (Tabla 7).

Estos valores son inferiores a los expuestos por (Miranda & Tomberlin (2018); Casanovas, Suárez del Villar, Valladares, et al. (2021)), donde desarrollaron la cría de larvas de mosca doméstica en salvado de trigo, utilizando la proporción de 1:1 de agua y salvado de trigo.

Tabla 7. Comparación de la cantidad de agua empleada por tratamientos y peso del sustrato inicial

Días	Salvado de trigo	50% Salvado de trigo y 50% cerdaza	Cerdaza	50% Salvado de trigo y 50% gallinaza	Gallinaza	ES ±
0	192,00 ^b	175,00 ^a	175,00 ^a	179,00 ^a	174,00 ^a	8,78 [*]
1	17,00 ^b	28,00 ^c	30,00 ^c	9,80 ^a	39,40 ^d	10,90 [*]
2	12,00 ^{ab}	14,00 ^b	10,20 ^a	10,00 ^a	10,00 ^a	2,22 [*]
3	14,20 ^a	13,60 ^a	28,40 ^b	15,40 ^a	26,60 ^b	7,81 [*]

4	9,20 ^b	4,80 ^a	6,00 ^a	4,60 ^a	5,00 ^a	1,96 NS
5	15,60 ^{ab}	17,00 ^{ab}	19,40 ^b	14,20 ^{ab}	12,40 ^a	3,68 *
6	13,80 ^b	12,00 ^{ab}	6,00 ^a	14,00 ^b	12,60 ^{ab}	4,41*
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	4,00 ^b	6,60 ^c	10,80 ^d	6,80 ^c	1,06 ^a	3,38 *
10	4,40 ^b	6,60 ^c	11,40 ^d	6,40 ^c	0,00 ^a	3,79 *
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	1,28 ^b	1,36 ^b	1,54 ^b	1,24 ^b	0,00 ^a	0,59 *
13	19,00 ^a	20,20 ^{ab}	29,00 ^b	17,00 ^a	23,40 ^{ab}	6,07 *
14	11,00 ^a	9,00 ^a	10,00 ^a	9,60 ^a	12,00 ^a	3,47 *
15	4,80 ^a	9,00 ^b	5,80 ^{ab}	5,00 ^a	4,20 ^a	2,45 *
16	14,00 ^a	13,00 ^a	17,00 ^a	14,00 ^a	12,20 ^a	2,85 NS
17	11,80 ^b	10,60 ^b	11,00 ^b	5,60 ^a	4,80 ^a	3,72 *
18	9,00 ^c	9,00 ^c	4,80 ^b	2,10 ^a	1,40 ^a	3,39 *
19	10,00 ^a	10,00 ^a	10,20 ^a	9,60 ^a	6,80 ^a	2,56 NS
Subtotal	171,08 ^b	184,76 ^b	211,54 ^c	145,34 ^a	171,86 ^b	24,18 *
Total	363,08 ^b	359,76 ^b	386,54 ^c	324,34 ^a	345,86 ^{ab}	24,47 *
Peso sustrato	206 ^b	194 ^a	192 ^a	222 ^c	223 ^c	12,77 NS

*Leyenda: Filas con diferentes subíndices difieren para * $P < 0,05$, NS- No significativo (Tukey)*

Durante los días 7,8 y 11 no se adicionó agua en los sustratos porque en esas fechas la ciudad de Cienfuegos estuvo bajo la influencia de una vaguada (Anexo 1), que propició que los sustratos estuviesen húmedos, para el desarrollo de las larvas.

El tratamiento que necesitó mayor cantidad de agua, para su humectación fue la cerdaza, con los mayores valores durante los días 3, 9, 10,15 y 17, y el menor consumo lo presentó la gallinaza. Entre los tratamientos de salvado de trigo y 50% salvado con 50% cerdaza no existen diferencias significativas ($P < 0,05$). Ocurre lo mismo con los sustratos de 50% salvado de trigo con 50% gallinaza y la gallinaza.

Según Gafar et al. (2019) la humedad del sustrato influye en la biomasa, fresca o larvas secas y en el desarrollo larvario. El exceso de agua tiene un impacto negativo en la productividad y como desventaja retrasa el tiempo de extracción de las larvas. En la producción de larvas de mosca, son directamente proporcional la humedad el sustrato y el contenido de humedad de las larvas.

La seguridad hídrica se considera un gran desafío, para el año 2030 habrá un déficit global del recurso agua en un 40%. Pero mejorando la gestión del agua se lograría combinar la adaptación y la mitigación del cambio climático (UNESCO, 2020). En el desarrollo, crecimiento económico, calidad de vida y salud de la población, históricamente el acceso a agua y saneamiento ha jugado un rol importante (Villarreal et al., 2021). El recurso agua es vital, su actual situación e imperiosa escasez conlleva a tomar medidas, encontrando las formas de utilizar el agua de manera responsable y sostenible. La crianza de insectos comparado con otras especies necesita un bajo consumo de agua, que requiere 8000 mil veces menos agua que la crianza de ganado vacuno (Mongabay, 2020). Además de requerir menos agua también se necesita menos tierra, reduciendo la contaminación y la erosión en de estos recursos, es una alternativa amable con el medio ambiente (Sastre, 2020).

Para lograr una producción de carne más sostenible se puede emplear el uso de insectos, como componentes de la alimentación del ganado, que garantizaría una ganadería eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Fundamentalmente por

la gestión del estiércol pero también se le daría un uso racional a los recursos agua y tierra, logrando que se disminuirían los asociados impactos ambientales negativos como por ejemplo, las escorrentías, la eutrofización, la contaminación de las aguas subterráneas, emisiones de gases de efecto invernadero y volátiles de compuestos orgánicos (Beskin et al., 2018).

Para la primera cosecha la mayor cantidad de larvas por tratamiento se obtuvo en el tratamiento: 50% salvado con 50% cerdaza, con valores de 2910,00 larvas promedio para la 1ª cosecha y un total de 3381,40 para todas las cosechas, que fueron mayores con respecto a los restantes tratamientos ($P < 0,05$). A su vez, los menores valores del conteo de larvas se obtuvieron en el tratamiento de 100 % de gallinaza con 1040.00 y cerdaza y cerdaza con 1721.00 (Tabla 8).

Tabla. 8 Comparación de la cantidad de larvas por tratamientos, u

Cosechas	Salvado de trigo	50% Salvado 50% cerdaza	Cerdaza	50% Salvado 50% Gallinaza	Gallinaza	ES ±
1	1934,80 ^b	2910,00 ^c	1271,60 ^{ab}	1859,40 ^b	893,20 ^a	793,17 [*]
2	73,00 ^b	136,40 ^c	123,20 ^c	88,60 ^b	42,60 ^a	36,55 [*]
3	69,60 ^b	124,40 ^c	116,00 ^c	85,40 ^b	40,80 ^a	33,60 [*]
4	65,80 ^{ab}	123,60 ^c	117,80 ^c	81,60 ^b	43,00 ^a	35,14 [*]
5	42,20 ^b	80,20 ^c	87,60 ^c	43,40 ^b	19,60 ^a	28,07 [*]
Error de estimación	5,60 ^{bc}	6,80 ^c	5,00 ^{bc}	3,60 ^{ab}	0,80 ^a	2,58 [*]
Otras cosechas (2ª a 5ª)	250,60 ^b	464,60 ^c	444,60 ^c	299,00 ^b	146,00 ^a	130,40 [*]

Total	2191,00 ^b	3381,40 ^c	1721,20 ^{ab}	2162,00 ^b	1040,00 ^a	862,54
-------	----------------------	----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------	--------

Legenda: Filas con diferentes subíndices difieren para * $P < 0,05$, NS- No significativo (Tukey)

Los porcentajes que representan la primera cosecha, para cada tratamiento fueron: 88,3% para el salvado de trigo, 86,1% para el 50% salvado con 50% cerdaza, 73,9% para la cerdaza, 86% para el 50% salvado con 50% gallinaza y 85,9% para la gallinaza. Por lo que se sugiere, que, con una cosecha inicial, se puede obtener la mayor la cantidad de larvas de moscas.

Según Cicková et al. (2015) en condiciones de producción existen factores que pueden influir directamente en la producción de larvas en un entorno natural estos son: la humedad, la cantidad de sustrato, la zona de desove y las estaciones.

En la comparación de los pesos promedio de las larvas no hay diferencias entre los pesos entre tratamiento, las larvas presentaron un peso promedio de 0,005 g, 0,009 g, 0,010 g, 0,011 g, 0,008 g en los sustratos de salvado de trigo, 50% salvado con 50% cerdaza, cerdaza, 50% salvado con 50% gallinaza y gallinaza respectivamente. Entre la primera y la quinta cosecha tampoco se observaron diferencias, lo que se le atribuye a que las larvas cosechadas se encontraban en el tercer estadio larvario (Tabla. 9).

Estudios mostraron que en la tercera fase las larvas de mosca doméstica (*Musca doméstica*) no cambian mucho su forma pero si incrementan su tamaño (Cardiel, 2019). Otras investigaciones plantean que cuando más alta sea la tasa alimentación se obtienen mejores resultados en el peso de las larvas (4%- 16%), de la pupa (16%- 25%) y el adulto (8%- 25%), comparando el uso diferentes estiércoles de animales los mejores resultados fueron con la gallinaza (Miranda & Tomberlin, 2018).

Tabla 9. Comparación de los pesos promedio de las larvas, g

Tratamientos	1ª Cosecha	5ª Cosecha
Salvado de trigo	0,005012 ^a	0,005262 ^a

Salvado 50%	0,009396 ^a	0,008186 ^a
Cerdaza 50%		
Cerdaza	0,010448 ^a	0,010200 ^a
Salvado 50%	0,011703 ^a	0,011533 ^a
Gallinaza 50%		
Gallinaza	0,008612 ^a	0,009020 ^a
ES±	0,005195 NS	0,005144 NS

*Leyenda: Columnas con diferentes subíndices no difieren para * $P > 0,05$, NS- No significativo (Tukey)*

El peso promedio de las larvas obtenidas durante la investigación, mostró valores similares a los que reporta (García, 1988), con 0,012 a 0,021 g en un medio de cultivo compuesto por levadura de cerveza (50 g), germen de trigo (100 g), bagazo de caña (100 g), azúcar (70 g) y agua (1000 ml), en los cuatro sustratos.

Según Koné et al. (2017) empleando varios tipos de estiércol, heces de pollos, cerdos y vacas lecheras como sustratos compuestos comprobó que los mayores valores se presentaron en el sustrato compuesto por las heces de vacas lecheras que fueron de 0,0174 a 0,0191 g por larvas. Por lo que se sugiere que la composición de los sustratos en esta investigación no influyó en el peso de las larvas.

Aunque, en investigaciones sobre el efecto las diferentes dietas variando las concentraciones de proteínas y de carbohidratos evaluando su efecto en el crecimiento y composición bromatológica de las larvas *H. illucens L.*, se comprobó que la proteína y los carbohidratos de la dieta, afectan significativamente el peso fresco y seco de las larvas. También se demostró que el indicador proteína de la dieta es más determinante que los carbohidratos de la dieta evaluados sobre el peso fresco y seco de las larvas, viéndose influenciada la composición de las larvas por el tipo de alimento, obteniéndose larvas más pesadas (Beniers & Graham, 2019).

Los mayores valores de rendimientos medios de g m^{-2} para la primera cosecha y total de cosecha lo mostró el tratamiento de 50% salvado de trigo con 50% cerdaza con valores de $2868,96 \text{ g m}^{-2}$ y $2975,88 \text{ g m}^{-2}$, el rendimiento medio de kg m^{-2} , fue de $139,71$ y $145,01 \text{ g kg}^{-2}$ ($P < 0,05$). El factor rendimiento está determinado por el peso de las larvas y el número de larvas, por lo que estos resultados se atribuyen a que coincide con el sustrato donde se obtuvo la mayor cantidad de larvas (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de los rendimientos medios por tratamientos

Tratamientos	Rendimientos	Rendimientos	Rendimientos	Rendimientos
	medios g m^{-2}	medios, g m^{-2}	medios, g kg^{-1}	medios, g kg^{-1}
	1ª Cosecha	Total cosechas	1ª Cosecha	Total cosechas
Salvado de trigo	1033,77 ^{ab}	1227,52 ^{ab}	47,46 ^{ab}	56,35 ^{ab}
Salvado 50% Cerdaza 50%	2868,96 ^c	2975,88 ^c	139,71 ^c	145,01 ^c
Cerdaza	1367,56 ^{ab}	1838,48 ^{ab}	67,69 ^{ab}	91,00 ^{ab}
Salvado 50% Gallinaza 50%	2315,75 ^b	2656,91 ^b	98,58 ^b	113,10 ^b
Gallinaza	809,87 ^a	989,21 ^a	34,48 ^a	42,12 ^a
ES±	1104.28 [*]	1341.45 [*]	52.98 [*]	64.67 [*]

*Leyenda: Columnas con diferentes subíndices difieren para * $P < 0,05$, NS- No significativo (Tukey)*

Resultados inferiores reportaron Casanovas, Suárez del Villar, et al. (2020) donde los rendimientos de larvas de mosca en base fresca se destacaron en el sustrato

salvado trigo, con valores de 830,27 g m² y 82,368 g kg⁻¹, donde coincidió que este tratamiento, presentó la mayor cantidad de larvas.

Si se aumenta la cantidad de sustrato, no significa necesariamente un aumento en el rendimiento, se debe encontrar una cantidad adecuada de sustrato en función de las dimensiones de la abertura del recipiente utilizado (Gafar et al., 2019).

Según Barnard and Geden (1993), planteó que la influencia de la temperatura y la densidad considerando la clasificación hacinamiento para las larvas, (sin hacinamiento = 1 larva / g de estiércol; hacinamiento moderado = 2,5 larvas / g de estiércol; hacinamiento = 5 larvas / g de estiércol), el más rápido desarrollo larvario se observó a 32 °C con una mayor variación en el tamaño de las larvas y con las mejores tasas de supervivencia sin hacinamiento.

Para este caso, la cantidad de larvas por gramos de sustrato presentó una alta densidad, con valores desde 9,38 a 15,0 larvas para los sustratos de salvado de trigo y 50% de salvado de trigo y 50 % de salvado, respectivamente en la primera cosecha.

En otras investigaciones realizadas por (Hussein et al. (2017); Koné et al. (2017); Sanou et al. (2019)), también se destaca el salvado de trigo como el sustrato produjo una mayor biomasa larvaria en comparación con otros sustratos como el estiércol vacuno y el salvado de mijo, sus resultados atribuyeron a que salvado de trigo proporciona una estructura suelta, menos consistente y más aireada en comparación con los otros sustratos, que era más compacto con alta pérdida de humedad. Se demostró que las larvas varían el rendimiento según las características del sustrato utilizado, incluyendo el olor, la textura, tasa de descomposición, capacidad de retención de humedad y su composición química. Además, (Khan et al. (2012); Larrain and Salas (2008)) plantean que el tipo de estiércol influye en su rendimiento y aptitud de la *Musca domestica* L.

Los insectos son susceptibles a factores abióticos y bióticos (Balandrán et al. 2018; Dzepe et al. 2020). Particularmente la *Mosca doméstica* con sus parámetros del ciclo de vida específicamente cuando están en la etapa de larvas, se encuentran influenciadas por las temperaturas, la humedad, la dieta y la densidad de cría (Niu

et al., 2017). Empleando las larvas de *M. domestica* L. como biodegradadores, se comprobó que la biodegradación, digestión biológica o catabolismo está determinada por varios factores como: densidad larval, contenido de agua, humedad relativa, temperatura ambiente, espesor de la capa de sustrato y duración del periodo de digestión (Lazo et al., 2010).

La mayor biomasa larvaria se obtendría si son favorables las condiciones ambientales. Sin embargo, el sustrato se agotaría rápidamente favoreciendo la alcalinización del medio, creándose una competencia entre las larvas, que terminarían reduciendo la masa larval (Pieterse & Gloy, 2013).

Un experimento con *M. domésticas* L. utilizando sustrato esterilizado con la adición de vitaminas, lípidos y carbohidratos, demostró que el estiércol y las vitaminas son vitales para el desarrollo larvario ya que las bacterias producen estos componentes. Estos resultados se compararon con sustratos de desarrollo natural y los resultados fueron similares, y las larvas podían desarrollarse. Lo que sugiere que el tipo de estiércol y la composición bromatológica de la materia prima empleada en el sustrato puede influir en el desarrollo larvario y en el rendimiento (Brookes & Fraenkel, 1958). Por lo que la presencia de bacterias o sus productos metabólicos son fundamentales como nutrientes para medio de cría en el desarrollo de las larvas de la mosca doméstica (Schmidtman et al., 1992). Se coincide con Heuzé and Tran (2015), que plantearon que de cantidades relativamente pequeñas de sustrato se pueden obtener grandes poblaciones de moscas y proteína de alto valor biológico.

Por lo que, la combinación de 50 % de salvado de trigo y 50 % de cerdaza produjo la mayor cantidad de larvas de moscas con respecto a los restantes tratamientos, que pueden ofrecer una oportunidad para el aprovechamiento de estas heces fecales, siempre y cuando el precio del salvado de trigo sea bajo. Sería necesario, realizar un estudio, sobre la factibilidad económica de estos resultados.

III.2. Comparación de la composición bromatológica de cada sustrato transformado por las larvas de moscas.

En todos los sustratos al transformarse por las larvas de moscas se notó un decrecimiento, por kilogramo de materia seca, en el contenido de proteína bruta,

con valores de 54,86 g en el salvado de trigo, 62,89 g en el salvado de trigo 50% con cerdaza 50%, 92,36 g en la cerdaza, 48,14 g en el salvado de trigo 50% con gallinaza 50% y 52,92 g en la gallinaza, respectivamente ($P < 0,05$).

Lo que se traduce en una proporción de conversión en proteína larval del 37,0 %; 35,4 %; 41,0 %; 29,51 %; 28,0 % para salvado de trigo, salvado de trigo 50% con cerdaza 50%, cerdaza, salvado de trigo 50% con gallinaza 50% y gallinaza, respectivamente. Por lo que se propone que estos valores deben haber sido incorporados a la formación de las larvas de moscas (Tabla 11).

Tabla 11. Comparación de los aportes de proteína bruta de los sustratos sin transformar y transformados, g

Tratamientos	Sustratos sin transformar	Sustratos transformados	P
Salvado de trigo	148,25 ± 1,85	93,39 ± 1,01	0.03 *
Salvado 50% Cerdaza 50%	177,78 ± 2,56	114,89 ± 2,15	0.03 *
Cerdaza	225,26 ± 3,95	132,90 ± 1,28	0.01 **
Salvado 50% Gallinaza 50%	163,15 ± 1,77	115,01 ± 2,47	0.01 **
Gallinaza	189,01 ± 4,10	136,09 ± 1,95	0.01 **

*Leyenda: Valores medios en las mismas filas difieren para * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$*

Se ha comprobado que las moscas domésticas reducen el nitrógeno del estiércol, (Hussein et al., 2017), que obtuvieron una reducción 7,5 a 2,6% en estiércol de aves de corral y en estiércol vacuno se redujo hasta un 25% sobre materia base seca. Por su parte Wang et al. (2013), obtuvieron en el estiércol porcino hasta un 78%. Los resultados obtenidos se pudieran atribuir a las características químicas de la cerdaza, porque según Mariscal (2007), el estiércol de cerdo contiene grandes cantidades de nitrógeno en forma de nitratos. Por lo que se debe tener en cuenta su manejo de este desecho, porque puede ser una fuente contaminante en los ecosistemas.

Se comprobó que, durante degradación de estiércol de animales, los procesos metabólicos llevados a cabo principalmente por bacterias producen metabolitos (amonio, nitrógeno) que influyen en el pH del medio. Por lo que esta actividad metabólica de las bacterias interactúa con las de las larvas por su desarrollo (Hussein et al., 2017).

Un número de larvas pueden convertir una cierta cantidad de desechos de alimentos aumentando la densidad de cría, aunque cuando existe una relativa falta de alimento las larvas de mosca doméstica, son capaces de emplear para su alimentación alimentos de bajo valor nutricional, como proteína vegetal y fibra cruda para sobrevivir (Cicková et al., 2015). Corroborando que la densidad de reproducción contribuye directamente a la tasa de conversión de sustrato. Pero cuando la densidad de cría aumenta, la tasa promedio de la reducción de sustrato disminuye (Cheng et al., 2021).

Se coincide con los resultados obtuvieron Casanovas, Perales, et al.(2020) al demostrar que en la transformación de los sustratos por las larvas, se notó un decrecimiento por kilogramo de materia seca, en los contenidos de proteína bruta, con valores de 23,60 con una proporción de conversión en proteína larval de 83,95%.

Los dípteros durante la bioconversión o la reducción orgánica de los sustratos, transforman los recursos orgánicos en biomasa larval, esto está determinado por los tipos de sustrato, cepas, densidad larvaria, tasa de alimentación y frecuencia de alimentación (van Huis et al., 2020).

La bioconversión de los sustratos por las larvas de mosca domestica constituyen un residuo digerido. Puede ser empleado como biofertilizante, para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar el rendimiento de las plantas (Leyo et al., 2021).

Se concluye que, la conversión del nitrógeno representado por la proteína bruta de los sustratos en la correspondiente en las larvas de moscas, fue aceptable respecto al encontrado en la literatura científica, con valores entre 28,0 y 41,0 %, con el mayor valor para el tratamiento de salvado de trigo 50% con cerdaza 50%.

III.3. Valoración de la inocuidad de los sustratos empleados y de las larvas de moscas producidas.

Es una preocupación mundial, la transmisión de enfermedades que pudieran ser transmitidas por la *Mosca doméstica* por lo que están creadas regulaciones en muchos países para su control en las granjas pecuarias (Martínez et al., 2015). Aunque, la EFSA (European Food Safety Authority) plantea que es posible el uso de los insectos y los sustratos para la obtención de alimentos (PROteINSECT, 2016).

Los resultados de laboratorio del control bacteriológico, en la evaluación de la cerdaza y la gallinaza, se identificaron colonias reductoras de la lactosa en el medio de cultivo de enriquecimiento Agar Verde Brillante. Por lo que se enfrentaron al Polivalente de Salmonela resultando negativos a patógenos. Corroborando esto con la bioquímica de las colonias, resultado citrato positivo y glucosa negativo, descartando la presencia de *Salmonella* y de *E. coli*. Concluyendo que los sustratos biotransformados, la cerdaza, la gallinaza y las larvas cosechadas, no mostraron presencia de agentes patógenos (Tabla 12).

Tabla 12. Control bacteriológico en los sustratos biotransformados, cerdaza, gallinaza y las larvas.

Sustratos	<i>Salmonella spp.</i>	<i>E. coli</i>
Salvado de trigo	No se aislaron agentes patógenos	No se aislaron agentes patógenos
Salvado 50% Cerdaza 50%	No se aislaron agentes patógenos	No se aislaron agentes patógenos
Cerdaza	No se aislaron agentes patógenos	No se aislaron agentes patógenos
Salvado 50% Gallinaza 50%	No se aislaron agentes patógenos	No se aislaron agentes patógenos

Gallinaza	No se aislaron agentes patógenos	No se aislaron agentes patógenos
Larvas	No se aislaron agentes patógenos	No se aislaron agentes patógenos

Los resultados de laboratorio del control parasitológico en cerdaza y gallinaza, demostró que no se observó presencia de coccidia (Tabla 13).

Tabla13. Control parasitológico en cerdaza y gallinaza.

Sustratos	Coccidia
Cerdaza	No se observó presencia de coccidia
Gallinaza	No se observó presencia de coccidia

La biología de la mosca domestica ha sido bien estudiada principalmente enfocada en el esfuerzo para su control (Larrain & Salas, 2008). Se consideran un vector por su comportamiento de posarse en lugares contaminados y por su capacidad migratoria (Comisión Nacional de Sanidad Avícola / CONASA, 2018).

Similares resultados observaron en estudios bacteriológicos en gallinaza, los resultados de laboratorio mostraron que no existía presencia de Salmonella spp, tampoco se encontraron coliformes fecales en los sustratos biotransformados de germen de maíz y cerdaza, lo que se atribuyó a las temperaturas alcanzadas en el proceso de fermentación de los mismos (Casanovas, Suárez del Villar, Alvarez, et al., 2021).

Un experimento con moscas domésticas utilizando sustrato esterilizado y la adición de vitaminas, lípidos y carbohidratos sugiere que el esteroles y las vitaminas son vitales para el desarrollo larvario y se podría inferir que las bacterias están produciendo esos componentes. La comparación de sustratos de desarrollo natural con sustratos esterilizados que agregan vitaminas y los lípidos eran similares, las larvas podían crecer (Brookes & Fraenkel, 1958). Por lo tanto, la presencia de

bacterias o sus productos metabólicos son esenciales como nutrientes en el medio de cría de la mosca doméstica (Schmidtmann et al., 1992).

Según Beard & Sands (1973), la descomposición de desechos animales y más específicamente en la degradación aeróbica de excrementos de las aves de corral proporcionan fuentes de proteínas adecuadas para la maduración de los huevos de mosca, también para el desarrollo de larvas. Además, otros factores favorables son la composición de las especies bacterianas contenidas en excrementos, el pH del medio y el nivel de la descomposición del sustrato.

Se tiene poco conocimiento sobre el papel específico que desarrollan las bacterias en el apoyo al crecimiento de las larvas de la mosca doméstica, aunque si se ha definido que los microbios proporcionan factores de crecimiento, específicamente vitaminas y esteroides, que son esenciales para su metabolismo (Brookes & Fraenkel, 1958). Según Schmidtmann et al. (1992) las larvas de mosca doméstica también son capaces de reducir la carga patógena de *E. coli*, *Salmonella enteritidis* y *Campylobacter jejuni* en estiércol de aves de corral.

Los insectos, además de representar una fuente rica en proteínas y grasa, se consideran alimentos inocuos. Algunos presentan propiedades funcionales, como péptidos antimicrobianos, lo que los hace ser una alternativa viable para la alimentación de humanos y animales (Avendaño et al., 2020).

Los resultados sugieren que no existió contaminación cruzada en ninguno de los tratamientos, ni en las larvas cosechadas.

Conclusiones

1. La temperatura en los sustratos se comportó entre los 23,02 °C y 36,08 °C, por encima de la temperatura ambiental en el moscario.
2. La humedad relativa en el moscario se comportó entre 44 % y 68 %.
3. Los mayores rendimientos de larva de mosca se obtuvieron para el tratamiento 50% salvado de trigo con 50% cerdaza con valores de 2868,96 g m² ⁻¹ y 139,71 g kg ²⁻¹.
4. La transformación de la proteína bruta de los sustratos por las larvas de moscas estuvo entre 28,0 y 41,0% con el mayor valor para el tratamiento de salvado de trigo 50% con cerdaza 50%.
5. No se observó presencia de agentes patógenos en los tratamientos, ni en las larvas cosechadas

Recomendaciones

1. Estudiar los sustratos biotransformados para su uso como biofertilizante.
2. Valorar la factibilidad económica del proceso de producción de larvas de mosca con diferentes sustratos a pequeña y mediana escala.

Referencias bibliográficas

Aguirre, H., & Fuente, D. (1995). Evaluación de seis tipos de estiércol para la producción de larva de mosca. Informe técnico, 25.

Akpodiete, O., Ologhobo, A., & Oluyemi, J. (1997). Production and nutritive value of housefly maggot meal on three substrates of poultry faeces. J. Appl. Anim. Res, 101-106.

Alayo, P., & García, I. (1983). Lista Anotada de los dípteros de Cuba. Editorial científico técnica.

Alvaro, T. (2016). Evaluación del incremento de peso bovino mestizos con pollinaza y cerdaza como suplemento alimenticio en el cantón Mercabeli. Machala.

Alves, A., Sanjinez-Algadoña, E., Linzmeier, A., Lima, C., & Rodríguez, M. (2016). Food Value of mealworm grown on *Acrocomia aculeata* pulp flour. Plos One (3), 1-11.

Aniebo, A., Erundu, E., & Owen, O. (2008). Proximate composition of housefly larvae (*Musca domestica*) meal generated from mixture of cattle blood and wheat bran. University of Port Harcourt. Nigeria.

AOAC / Official Methods of AOAC International (2005). Association of Official Analytical Chemists Animal Feed. <https://www.aoac.org>.

Arango, G. (2004). Análisis composicional, microbiológico y digestibilidad de la proteína de la harina de larvas de *Hermatia illuscens* L (Díptera: Stratiomyidae) en Angelópolis-Antioquia, Colombia. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín, 57, <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/download/24234/24858%3A%3Apdf>

Archs, J., Lazaro, R., & Mateos, G. (2018). Economía de costes: valoración de materias primas tradicionales y alternativas (en línea). <https://nutricionanimal.info/valoracion-materias-primas-tradicionales-alternativas/>

Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. Rev Chil Nutr, 6, 1029-1037, <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>

Badui, D. (1999). Química de los alimentos. Editorial Pearson.

- Balandrán, R., Chaquilla, G., Mendoza, A., & Mercado, J. (2018). Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de salvado de trigo. *Revista de Producción Animal*, 2, 10-26.
- Barnard, D., & Geden, C. (1993). Influence of larval density and temperature en poultry manure on development of the house fly (Diptera: Muscidae) *Environ Entomol*, 22, 971-977.
- Beard, R., & Sands, D. (1973). Factors affecting degradation of poultry manure by flies. *Environmental Entomology*, 2, 801- 806.
- Beniers, J., & Graham, J. (2019). Effect of protein and carbohydrate feed concentrations on the growth and composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of Insects as Food and Feed*, 5, 193 – 199, <https://doi.org/10.3920/JIFF2018.0001>
- Beskin, K., Holcomd, C., Cammack, J., Crippen, T., Knap, A., Sweet, S., & Tomberlin, J. (2018). Larval digestion of different manure types by the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) impacts associate volatile emissions. *Waste Management*, 74, 213- 220. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.019>
- Biasato, I., De Marco, M., Rotolo, L., Renna, M., Lussiana, C., Dabbou, S., & Schiavone, A. (2016). Effects of dietary *Tenebrio molitor* meal inclusion in free-range chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.*, 1104-1112.
- Boloh, y. (2018). Insect proteins inch toward approval for EU animal feed. *Feed Strategy*, 69, 16-18.
- Bórquez, J., Trujillo, D., Domínguez, I., Pinos, J., & Cobos, M. (2018). Rendimiento de corderos en crecimiento alimentados con ensilados de pollinaza, cerdaza y urea con melaza de caña o un subproducto de panadería. *Agrociencia*, 333-346. <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2018/abr-may/art-4.pdf>
- Brookes, V., & Fraenkel, G. (1958). The nutrition of the larva of the housefly, *Musca domestica* L. *Physiological Zoology*, 31, 208-223.
- Cahua, J. (2019). Evaluación de la degradación de residuos orgánicos por larvas de mosca doméstica (*Musca domestica*), en la ciudad de Juliaca, 2017. Universidad Andina.

Cardiel, B. (2019). Control biológico de la Mosca Domestica (*Musca doméstica*) con Hongos Entomopatógenos Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro].

Casanovas, E., Perales, D., Suárez, A., Medina, D., & Hernández, R. (2020). Producción de larvas de mosca domestica *Musca domestica* L. en diferentes sustratos. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 51, 1-8,

Casanovas, E., & Rodríguez, L. (2016). Efecto en los parámetros productivos de pollos camperos con la inclusión en la dieta de sustrato biotransformado por larva de mosca (*Musca domestica* L.). *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(2), 1-12.

Casanovas, E., Suárez del Villar, A., Alvarez, A., & Reyna, R. (2021). Rendimiento de larvas de moscas (*musca domestica* l.) con diferentes proporciones de germen de maíz y heces fecales porcinas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9, 13-18,

Casanovas, E., Suárez del Villar, A., Quero, D., Valladares, N., & Reyna, R. (2020). Producción de larvas de moscas (*Musca domestica* L.) con diferentes proporciones de cachaza y heces fecales porcinas *Agroecosistemas*, 8, 132-139.

Casanovas, E., Suárez del Villar, A., Valladares, N., Quero, D., & Reyna, R. (2021). Producción de larvas de moscas (*Musca domestica* L.) con diferentes proporciones de cachaza y gallinaza. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 1, 33-40,.

Cicková, H, Newton, G., Lacy, R., & Kozánek, M. (2015). The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Management* (35), 68-80.

Citalan, L., Ramos, J., Salinas, R., Bucio, A., Osorio, M., Herrera, J., & Orantes, M. (2016). Sensory analysis of milk from cows supplemented with a fermented food made from chicken manure *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3, 181-191.

CONASA, Comisión Nacional de Sanidad Avícola. (2018). Guía de buenas prácticas: Control de plagas en establecimientos avícolas. http://WWW.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/ANIMAL/AVES/PROD_PRIMARIA/SANIDAD_ANIMAL/MANUALES/2018/manual_plagas.pdf

Cruz, S., & Lescano, D. (2016). Fuentes de proteínas alternativas a la soja en la alimentación de ganado porcino <https://www.3tres3.com/articulos/fuentesde-proteinas-alternativas-a-la-soja-en-la-alimentacion-de-ganado-36523/>

- Cruz, W., Chim, F., Loebmann, D., Reis, N., & Garcia dos Santos, A. (2002). Influência da Temperatura e do Tipo de Substrato na Produção de Larvas de *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera, Muscidae). *R. Brasileira de Zootecnia*, 31, 1886-1889.
- Cuca, C., Becerril, H., Bravo, E., Bixler, E., & Pérez, H. (1999). Estimación de la energía metabolizable y utilización de larva de mosca (*Musca domestica*) en la alimentación de pollos de engorda.
- Chapman, A. (2009). Numbers of Living Species in Australia and the World. Australian Biodiversity Information Services.
- Charlton, A., Dickinson, M., Wakefield, M., Han, R., Zhu, F., Kone, N., Grant, M., Devic, E., Prior, R., & Smith, R. (2015). Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1, 7-16.
- Cheng, Z., Yu, L., Li, H., Xu, X., & Yang, Z. (2021). Use of housefly (*Musca domestica* L.) larvae o bioconversion food waster for animal nutrition and organic fertilizer. *Environ Sci. Pollut*, 28, 48921- 48928.
- Da Silva, C., Baker, D., Shepherd, A., & Cruz, D. (2013). Agroindustrias para el desarrollo. FAO.
- De Haro, C., Ramos, R., Barroso, F., Sánchez, M., Rincón, M., & Guil, J. (2015). Insect larvae as feed ingredient selectively increase arachidonic acid content in farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Research*.
- Dominguez, G., Galindo, A., Salazar, G., Barrera, G., & Sanchez, F. (2014). Las excretas porcinas como materia prima para procesos de reciclaje utilizados en actividades agropecuarias. Universidad de Jalisco. Jalisco.
- Dzepe, D., Nana, P., Fotso, A., Tchuinkam, T., & Djouaka, R. (2020). Influence of larval density, substrate moisture content and feedstock ratio on life history traits of black soldier fly larvae. *J. Insects Food Feed*, 6, 133–140.
- Ebenso, I., & Udo, M. (2003). Effect of live maggot on growth of the Nile perch, *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) in South Eastern Nigeria. *Global J. Agric.*, 2, 72-73.

Elwert, C., Knips, I., & Katz, P. (2010). A novel protein source: maggot meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) in broiler feed. *Tagung Schweine- und Geflügelernährung*, 140-142.

Escolástico, C., Cabildo, M., Claramunt, R., & Claramunt, T. (2013). Organismos y poblaciones. En. Madrid, España: UNED. Recuperado de: . *Ecología I*. www.books.google.com

Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la Gallinaza *Revista Lasallista de Investigacion*, 43-48.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2013). *Future prospects for food and feed security. Edible insects.*

FAO. (2016). *La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente ¿Qué es La entomología?*

FAO. (2018). *the future of food and agriculture. Alternative pathways to 2050.* Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Feldmeyer, B., Kozielska, M., B, K., F, W., Beukeboom, L., & Pen, I. (2008). Climatic variation and the geographical distribution of sex-determining mechanisms in the house fly *Evol Ecol Res*, 10, 797-809.

Felizes, F. (2020). *Potencialidades de utilización nos solos de composto producido por insectos.* *Vida Rural*, 26-28

Feng, Y., Che, X., Zhao, M., He, Z., Sun, L., Wang, C., & Ding, W. (2017). *Edible insects in China: Utilization and prospects.* *Insect Science*, 1-15.

Fitches, E., Dickinson, M., De Marzo, D., Wakefield, M., Charlton, A., & Hall, H. (2019). *Alternative protein production for animal feed: Musca domestica productivity on poultry litter and nutritional quality of processed larval meals.* *Journal of Insects as Food and Feed*, 5, 77-88. <https://doi.org/10.3920/JIFF2017.0061>

Florez, M. (2017). *Effects of temperature and diet in stable fly (Diptera: Muscidae) development* *Dissertations and Student Research in Entomology*, 3-7. <http://digitalcommons.unl.edu/entomologydiss/48>

Foweles, T., & Nansen, C. (2020). *Insect-Based Bioconversión. Value from Food Waste*, 321-346.

Gafar, A., Sankara, F., Pousga, S., Coulibaly, K., Nacoulma, J., Ouedraogo, I., Nacro, S., Kenis, M., Sanon, A., Somda, I., Sanou, J., & Biosci. (2019). Production de masse de larves de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) pour l'aviculture au Burkina Faso: Analyse des facteurs déterminants en oviposition naturelle. *Journal of Applied Biosciences*, 134, 13689 - 13701.

Gállego, J. (2006). *Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario* Universitat de Barcelona.

Ganda, H., Zannou-Boukari, E., Kenis, M., C.A.A.M., C., & G.A., M. (2019). Potentials of animal, crop and agri-food wastes for the production of fly larvae. *Journal of Insects as Food and Feed*, 2(5), 59-67.

García, J. (1988). Actividad Entomopatógena de *Bacillus thuringiensis* sobre las diversas fases de la larva de Mosca Doméstica (*Musca domestica*. L). Universidad de Colima.

Gobbi, P., Martínez, A., & Rojo, S. (2014). Mass rearing of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): identifying bottlenecks in egg production. In: Abstract book of the International Conference Insects to Feed the World. *Journal of Biotechnology*, 14-17.

González, R. (2019). Uso de la harina de insectos en la alimentación de rumiantes. Valoración proteica y tratamiento con taninos. CSIC-ULE-Instituto de Ganadería de montaña (IGM). bdigital.zamorano.edu.

Grisales, C., & Lopez, F. (2020). Análisis composicional de la pupa de gusano de seda (*Bombyx mori* L.). *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18, 126-134 Article 2. <https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.18684>

Guardado, H., Ramirez, K., & Solis, S. (2014). Alimentacion de gallinas criollas con larvas vivas de mosca comun (*Musca domestica*) en cabañas, el salvador. Universidad de El Salvador.

Guerrero, V., & Amaya, L. (2008). Uso de larvas de mosca alimentadas con carne de res cultivadas en abono equino en diferentes dosis y un alimento comercial utilizado en *Gallus gallus*.

Gusmán, V. (2010). Evaluación tres fuentes orgánicas (ovinos, cuy, gallinaza) En Dos Híbridos (Rojo F1 Y Regal Pvp) De Cebolla (*Allium Cepa*) Barrio Tiobamba,

Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi. Universidad Técnica de Cotopaxi]. Ecuador.

Halloran, A., Roos, N., Eilenberg, J., Cerutti, A., & Bruun, S. (2016). Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36-57.

Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., & Fountoulaki, E. (2015). Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science and Technology*.

Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., & Fountoulaki, E. (2016). Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Sciences & Technologies*, 1, 1-22, Article 203. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.001>

Hernández, G., Herrera, A., Rivas, M., Ibarra, C., Lepe, R., & Martínez, S. (2019). Empresa sustentable de producción de cerdos, ovinos y limones. *Abanico Agroforestal*, 1, 1-11. abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-agroforestal

Heuze, V., & Tran, G. (2016). Locusts meal, locusts, grasshopper and chickets Feedipedia. <http://www.feedipedia.org/node/198>

Heuzé, V., & Tran, G. (2015). Housefly maggot meal. Feedipedia-Programa de INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/671>

Hewitt, C. (2011). *La Casa-Moca: Musca doméstica* Linn Cambridge University Press]. Nueva York (EE. UU)

Howard, K. (1994). Nutrient requirement of poultry. *National academy*, 1-25.

Hu, Y., Huang, Y., & Tang, T. (2020). Effect of partial black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal replacement of fish meal in practical diets on the growth, digestive enzyme and related gene expression for rice field eel (*Monopterus albus*). *Aquaculture Reports*, 17.

Hussein, M., Pillai, V., Goddard, J., Park, H., Kothapalli, K., Ross, D., Ketterings, Q., Brenna, J., Milstein, M., & Marquis, H. (2017). Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *Plos One*, 12.

ICA / Instituto Colombiano Agropecuario. (1999). Alimentos para animales: Parámetros microbiológicos. Reglamentos de los insumos pecuarios 3-7 pp.

<https://www.ica.gov.co/url>

INSMET/ Instituto de Meteorología. Cienfuegos. 2021. Datos meteorológicos mes de octubre 2021. En formato digital,

Kenis, M., Bouwassi, B., Boafo, H., Devic, E., Han, R., Koko, G., Koné, N., Vergara, G., Nacambo, S., Bertrand, S., Roffeis, M., Wakefield, M., Zhu, F., & Fitches, E. (2018). Small-Scale Fly Larvae Production for Animal Feed. *Edible insects in Sustainable Food Systems*, 2.

Kenis, M., Koné, N., Chrysostome, C., Devic, E., Koko, G., Clottey, V., Nacambo, N., & Mensah, G. (2014). Insects used for animal feed in West Africa. *Entomologia*, 2(218), 107-114.

Khan, H., Shad, S., & Akram, W. (2012). Effect of livestock manures on the fitness of house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Parasitology Research*, 111, 1165-1171. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2947-1>

Koné, N., Sylla, M., Nacambo, S., & Kenis, M. (2017). Production of house fly larvae for animal feed through natural oviposition. *Journal of Insects as Food and Feed* (3), 177-186.

Kováčik, P., Kozánek, M., Takáč, P., Galliková, M., & Varga, L. (2010). The effect of pig manure fermented by larvae of house flies on the yield parameters of sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 58, 147-153.

Lähteenmäki-Uutela, A., Grmelová, N., Henáult-Etiher, L., Deschamps, M., Vandenberg, G., & Neman, V. (2017). Laws of the European union. *Insects as food and feed*, 12(1), 22-36.

Laraut, P. (2007). *Insectos de España y Europa*. ES. Lynx editions.

Larrain, P., & Salas, C. (2008). House fly (*Musca domestica* L.) (Diptera: Muscidae) development in different types of manure. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 68, 192-197.

Lazo, G., Zavala, M., & Baires, R. (2010). Uso de larva de mosca doméstica (*Musca domestica* L.) en diferentes porcentajes, como suplemento en la alimentación de

codorniz (*Coturnix coturnix* japónica) en fase de engorde. Universidad de El Salvador]. El Salvador. <http://ri.ues.edu.sv/3736/1/tesis%20codorniz.pdf>

Leyo, I., Ousman, Z., Francis, F., & Megido, R. (2021). Techniques de production d'asticots de mouches domestiques (*Musca domestica* L. 1758) pour l'alimentation des volailles, synthèse bibliographique. Trop.

Ly, J., & Macías, M. (1998). Salvado de trigo biotransformado con larvas de moscas (*Musca domestica* L) para cerdos. Digestión de la pared celular e índices fermentativos fecales. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 2(5).

Madrid, J. (2017). ¿Qué es el salvado de trigo? . Salud1: La salud en primero. <https://salud-1.com/alimentacion/que-es-el-salvado-de-trigo/>

Makkar, H., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. Animal Feed Science and Technology.

Mariscal, L. (2007). Tratamiento excretas cerdos (INIFA, Ed.). CENID Fisiología. www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm

Martínez, A., Arriola, L., & Sahagún, A. (2015). Inhibición de la formación de pupas de *Musca domestica* L. por *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin nativa del estado de Guanajuato. Jóvenes en la Ciencia, 1, 29-32,

Martínez, A., Marín, C., Rodrigo, D., Fernández, P., & Rosell, C. (2016). Los insectos alimentan al mundo. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC)]. <https://www.acnv.es/news/los-insectos-alimentan-al-mundo/>

Martínez, D., Macías, M., Mederos, C., & Ly, J. (2000). Digestibilidad y balance de N en cerdos alimentados con dietas de mieles de caña de azúcar y larvas de moscas. Revista Computadorizada de Producción Porcina, 2(7).

Mavromichalis, I. (2018). Alternative protein sources to soybean meal. Feed Strategy (69), 10-15.

Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal — Horizontal Method for the enumeration of coliforms — Colony Count technique (ISO 4832:2006, IDT). (2010).

Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-Horizontal — Method for the Detection of *Salmonella* spp — Reference Method (ISO 6579:2002, IDT. (2008).

Miranda, C., Cammack, J., & Tomberlin, J. (2020). Life-history traits of house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), reared on three manure types. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(1), 81-90.

Miranda, C., & Tomberlin, J. (2018). "Life-history traits of the housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), reared on three manure types". The 2nd International Conference 'Insects to Feed the World.

Mongabay. (2020). De brochetas de escorpión a harina de grillo, la proteína de insecto se transforma en gran negocio. *News & Inspiration from Nature's Frontline*.

Morales, M., & Peláez, C. (2010). Evaluación cinética de los dípteros como indicadores de la evolución del proceso de compostaje. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 9, 13-28.

NCAG. (1985). Norma Cubana de la Agricultura para la siembra bacteriológica. *Métodos de ensayo*.

Nesic, K., & Zagon, J. (2019). Insects—a promising feed and food protein source? *Scientific journal Meat Technology*, 1, 56-67.

Nguyen, T., Bouguet, V., Spranghers, T., Vangansb, D., & Clercq, P. (2015). Beneficial effect of supplementing an artificial diet for *Amblyseius swirskii* with *Hermetia illucens* haemolymph. *Journal of Applied Entomology*, 139, 342-351.

Niu, Y., Heng, D., Yao, B., Cai, Z., Zhao, Z., Wu, S., Cong, P., & Yang, D. (2017). A novel bioconversion for value-added products from food waste using *Musca domestica*. *Sci. Directs*, 61, 455–460.

Odesanya, B., Ajayi, S., Agbaogun, B., & Okuneye, B. (2011). Comparative evaluation of nutritive value of maggots. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2(11), 1-5.

Oonincx, D., van Broekhoven, S., van Huis, A., & van Loon, J. (2015). Feed conversion, survival, development and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *Plos One* (10), 1-20.

Ortiz, J., Infante, F., Quinlantán, J., Gehrke, M., Catillo, A., De la Rosa, J., & Esquinca, H. (2011). Cria de Mosca Doméstica para utilizarla como polinizador de las flores de mango Ataulfo

Ossey, Y., Koumi, A., Koffi, K., Atse, B., & Kouame, L. (2012). Use of soybean, bovine brain and maggot as sources of dietary protein in larval *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840). *Journal of Animal and Plant Sciences* (15), 2099-2108.

Park, S., Chang, B., & Yoe, S. (2014). Detection of antimicrobial substances from larvae of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Entomological Research* (44), 58-64.

Pastor, B., Cicková, H., Kozánek, M., Martínez, A., Takác, P., & Rojo, S. (2011). Effect of the size of the pupae, adult diet, oviposition substrate and adult population density on egg production in *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *European Journal of Entomology*, 108, 587-596.

Pastor, B., Velasquez, Y., Gobbi, P., & Rojo, S. (2015). Conversion of organic wastes into fly larval biomass: bottlenecks and challenges. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(3), 179-193.

Pieterse, E., & Gloy, E. (2013). Determination of the influence of a constant nutrient supply on wet yield, dry yield and average weight of *Musca domestica* larvae maintained at different densities. *African Entomology*, 21, 239-242, Article 2.

Pieterse, E., & Pretorius, Q. (2014). Nutritional evaluation of dried larvae and pupae meal of the housefly (*Musca domestica*) using chemical-and broiler-based biological assays. *Animal Production Science* (54), 347-355.

Pino, M. (2018). Por qué todavía no comemos insectos: marco legal en la Unión Europea. *Revista de Bioética y Derecho*, 42, 311-341.

PROteINSECT. (2016). Addressing the need for feeds of the future today. *Insect Protein- Feed for the Future*. www.proteinsect.eu

Qi, X., Li, Z., Akami, M., Mansour, A., & Niu, C. (2019). Fermented crop straws by *Trichoderma viride* and *Saccharomyces cerevisiae* enhanced the bioconversion rate of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 29388-29396.

Rachmawati, Buchori, D., Hidayat, P., Hem, S., & Fahmi, M. (2010). Perkembangan dan Kandungan Nutrisi Larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) pada Bungkil Kelapa Sawit. *Jurnal Entomologi Indonesia* (7), 28-41.

Ramos, J., (2003). Insectos como fuente de proteína y sus aplicaciones. Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Memorias del XXX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali, Colombia, 38.

Reátegui, J., Barriga, X., Obando, A., Moscoso, G., Manrique, P., & Salazar, I. (2020). Harina de larva de *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) como ingrediente proteico de reemplazo parcial de harina de soja en la alimentación de *Cavia porcellus* (Cuy): efecto en el consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia. *Scientia Agropecuaria*, 4, 513-519, <https://doi.org/DOI:10.17268/sci.agropecu.2020.04.06>

Renna, M., Schiavone, A., & Gai, F. (2017). Evaluation of the suitability of a partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal as ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) diets. *J Anim Sci Biotechnol*, 1, 1-13.

Rinehart, J., Li, G., Yocum, R., Robich, S., Hayward, L., & Denlisger, D. (2007). UP-regulation of heat shock proteins is essential for cold survival during insect diapause. *Proc. Natl. Acad. Sic*, 104, 11130-11137.

Rivera, Díaz, C., Vargas, J., & Torres, B. (2018). Adición de harina de larva de mosca (*Musca domestica*) como alternativa de alimentación en pollos criollos (*Gallus gallus*) en fase de crecimiento Universidad del Salvador].

Rivera, Marroquín, B., Díaz Sánchez, C., Vargas Claros, J., & Torres, B. (2018). Adición de harina de larva de mosca (*Musca domestica*) como alternativa de alimentación en pollos criollos (*Gallus gallus*) en fase de crecimiento. Universidad del Salvador].

Rodríguez, G., & Sánchez, A. (2017). Evaluación ambiental de los usos potenciales de la porcina posterior a su tratamiento de estabilización Universidad de la Salle]. <http://hdl.handle.net/10185/21739>

Roncal, J., (2019). Trampa artesanal y atrayentes alimenticios, para capturar mosca casera (*Musca domestica* L.). Universidad Nacional de Cajamarca.

Rubio, B. (2015). Crisis de hegemonía y transición capitalista en el ámbito agroalimentario mundial. *Espacio abierto*, 24.

Ruiz, B. (2015). Beneficios para la salud digestiva del salvado de trigo; evidencias científicas. *Nutrición Hospitalaria*, 1, 41-45,

Rumpold, B., & Schlüter, O. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 5(57), 802-823.

Sanou, A., Sankara, F., Pousga, S., Coulibaly, K., Nacoulma, J., Ouedraogo, I., Nacro, S., Kenis, M., Sanon, A., & Somda, I. (2019). Production de masse de larves de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) pour l'aviculture au Burkina Faso: Analyse des facteurs déterminants en oviposition naturelle. *J. Appl. Biosci*, 134, 13689–13701.

Sastre, D. (2020). Inclusión de harina de insectos en la dieta de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) como fuente nutricional alternativa [Universidad de Cundinamarca].

Schmidtman, T., System, E., & Martin. (1992). Relationship Between Selected Bacteria and the Growth of Immature House Flies, *Musca domestica*, in an Axenic Test System. *J. Med. Entomol*, 29, 232-235,

Sequeira, R., Millar, L., & Bartels, D. (2001). Identification of Susceptible Areas for the Establishment of *Anastrepha* spp. Fruit Flies in the United States and Analysis of Selected Pathways. Raleigh. NC USDA-APHISPPQ Cent Plant Heal Sci Technol, 47.

Sheppard, C., & Newton, L. (1999). Black soldier fly may produce nutritious feeds. *Feedstuffs*. US., 71.

Sogari, G., Amato, M., & Biasato, I. (2019). The potential role of insects as feed: A multi-perspective review. *Animals*, 4, 1-15.

Soto, Y. (2012). Análisis Proximal de la Cerdaza y la *Acacia decurrens*. Análisis bromatológico. <http://cerdazayacaciadecurrens.blogspot.com>.

St-Hilaire, S., Cranfill, K., McGuire, M., Mosley, E., Tomberlin, J., Newton, L., & Irving, S. (2007). Fish offal recycling by the black soldier fly produces a foodstuff high in omega 3 fatty acids. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38, 309-313.

Tobin, P., & Pitts, C. (2002). Geostatistical analysis and the impact of larval *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Environmental Entomology*, 31, 273- 280, Article 2.

Tomberlin, J., & Van Huis, A. (2020). Black soldier fly from pest to crown jewel of the insects as feed industry: an historical perspective. *Journal of Insects as Food and Feed*, 4(1), 1-4.

Tschirner, M., & Simon, A. (2015). Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for animal feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 4(1), 249-259.

UNESCO. (2020). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático. [_wwdr_gettyimages-486780382.jpg](#).

Vaca, J. (2020). Evaluación de dietas en la cría y reproducción de grillos (*Acheta domestica* Linnaeus) para la obtención de harina en la granja experimental La pradera chaltura. Universidad técnica del norte].

Valdivie, M. (2016). Los Insectos como fuente de proteínas y otros nutrientes. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/los-insectos-como-fuentes-t33131.htm>.

Valencia, E., Pech, V., Rejón, A., Gutiérrez, M., & Carvajal, M. (2007). Factores organizacionales asociados al éxito de la incorporación de mujeres mayas a actividades productivas en la zona centro del estado de Yucatán, México. *Tropical Subtropical Agroecosystems*, 145-148.

van Huis, A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annu Rev Entomol*(58), 563–583.

van Huis, A. (2015). Edible insects contributing to food security? *Agriculture & Food Security* (Vol. 2).

van Huis, A., Oonincx, D., Rojo, S., & Tomberlin, J. (2020). Insects as feed: house fly or black soldier fly? *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(6), 221-229, Article 3.

Veldkamp, T., Van Duinkerken, G., Van Huis, A., Lakemond, C., Ottevanger, E., Bosch, G., & Van Boekel, M. (2012). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets – a feasibility study. Wageningen University, 48.

Velmurugu, R. (2013). Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. *Monogastric Research Centre*, 68.

Villanueva, F. (2014). El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación. *Ingeniería Industrial.*, 231-246.

- Villarreal, C., Camarena, F., De León, E., & De La Cruz, A. (2021). La intensificación de la degradación ambiental, situación actual del recurso agua rural en tres comunidades del distrito de la chorrera. *Revista Científica Centros*, 10, Article 2.
- Villavicencio, C. (2017). Control Físico – Etológico de moscas domésticas, usando tres tipos de atrayentes en tres prototipos de trampas Universidad de Ecuador].
- Villee, C. (2009). *Biología* (Mc Graw Hill. ed.).
- Villegas, H. (2017). Mosca doméstica biología y control. *Artrópodos y Salud.*, 8, Article 2.
- Wang, A. (2017). Inflammatory markers and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care*, 36, 166-175.
- Wang, H., Zhang, Z., Czapar, G., Winkler, M., & Zheng, J. (2013). A full-scale house fly (Diptera: Muscidae) larvae bioconversion system for value-added swine manure reduction. *Waste Management & Research*, 31, 223-231.
- WHO/ World Health Organization. (2015). *The housefly: Training and informa guide. Vector series Geneva.* <http://www.who.int/iris/handle/10665/58637>
- Yang, S., Li, Q., Gao, Y., Zheng, L., & Liu, Z. (2014). Biodiesel production from swine manure via housefly larvae (*Musca domestica* L.). *Renewable Energy*(66), 222-227.
- Zhang, J., Huang, L., He, J., Tomberlin, J., Li, J., Lei, C., Sum, M., Liu, Z., & Yu, Z. (2010). An artificial Light source influences mating and oviposition of black soldier flies, *Hermetia illucens*. *Journal of Insect Science*, 10(202).
- Zumbado, M., Azofeifa, D. *Insectos de importancia agricola-Guía Basica de entomología.* Programa de Agricultura Orgánica <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>
- Zúniga, J. (1992). *Avicultura. Uso de productos y subproductos.* Ed. Mc Graw-hill.

Anexos

Anexo 1. Valores de temperatura, humedad relativa y precipitaciones entre 5 y 23 de octubre en la ciudad de Cienfuegos

Día	Temperatura, °C			Humedad relativa, %			Precipitación en 24 horas, mm
	mínima	media	máxima	mínima	media	máxima	
1	22,8	26,5	32,4	56	80	96	0
2	23,5	27,7	33,2	52	78	93	1
3	24,6	27,6	33	56	80	95	0
4	23,5	27,9	32,7	47	75	93	0
5	23,3	26,8	30,9	54	79	96	0
6	21	24,8	29,9	69	86	97	26,2
7	21,3	24,4	30,8	65	87	97	34,3
8	20,9	24,3	30	61	86	98	31,9
9	21,8	26	32,8	51	80	96	26,8
10	21,7	24,9	31,1	59	87	97	25,1
11	21,5	24,7	32	51	86	97	7,7
12	21,5	25,1	31,1	60	85	96	6,5
13	21	25,8	31,5	52	80	98	0
14	21,2	26,1	32	53	78	95	0
15	21,3	25,1	30,4	64	85	94	4,1
16	22,4	25,6	31,5	48	80	94	0
17	23,6	26,6	32	48	82	95	12
18	23,6	26,6	31,9	57	83	94	0

19	22	26,1	31,1	65	84	96	0
----	----	------	------	----	----	----	---

Fuente: INSMET/ Instituto de Meteorología. Cienfuegos