



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE DIETAS EN LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE  
GRILLOS (*Acheta domesticus* Linnaeus) PARA LA OBTENCIÓN DE  
HARINA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA-  
CHALTURA.**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

**AUTOR:**

VACA MONTEROS JHONY GUSTAVO

**DIRECTORA:**

Ph.D JULIA KARINA PRADO BELTRÁN

**Ibarra, Junio 2020**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

## EVALUACIÓN DE DIETAS EN LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE GRILLOS (*Acheta domesticus* Linnaeus) PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA- CHALTURA

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:



Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

**DIRECTORA**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Franklin Eduardo Sánchez Pila, MSc

**MIEMBRO TRIBUNAL**



\_\_\_\_\_  
FIRMA

Lic. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc

**MIEMBRO TRIBUNAL**



\_\_\_\_\_  
FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN A  
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En el cumplimiento del Art 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003965108		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Vaca Monteros Jhony Gustavo		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Bolívar y Rocafuerte		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:jgvacam@utn.edu.ec">jgvacam@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2365005	<b>MÓVIL:</b>	0993115270

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	EVALUACIÓN DE DIETAS EN LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE GRILLOS ( <i>Acheta domesticus</i> Linnaeus) PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA-CHALTURA.
<b>AUTOR:</b>	Vaca Monteros Jhony Gustavo
<b>FECHA:</b>	03/09/2020
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
<b>PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA</b>	Ingeniería en Agropecuaria
<b>DIRECTOR</b>	Dra. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

## **2. CONSTANCIAS**

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 03 días del mes de Septiembre del 2020

**EL AUTOR:**



---

**Jhony Gustavo Vaca Monteros**

C.I.: 1003965108

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por ser mi guía y fortaleza en cada paso que doy, ya que todo lo que he logrado ha sido a su inmenso amor y su incondicional gracia...*

*A la gloriosa Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, por brindar educación de calidad y permitir el cumplimiento de un anhelo más en mi vida...*

*A mi madre, ejemplo de sacrificio, resiliencia y amor; ya que hoy sus esfuerzos han valido la pena...*

*A mi padre, por guiarme en el camino y ser como un amigo y confidente; sus consejos me han motivado en todo momento...*

*A mis queridos abuelitos por su cariño y cuidados y el amor incondicional de cuidarme y velar por mí todo el tiempo...*

*A la Familia Vaca, quienes durante toda la vida han sido el mayor ejemplo de unión, solidaridad y amor fraternal, ustedes me han motivado a superarme cada día en cada ámbito de mi vida...*

*A mis amigos AGROEVOLUTION, los cuales han sido un pilar dentro de mi vida universitaria y han hecho que cada tarde sin importar lo cansado que haya sido el día, siempre compartimos ocurrencias y practicábamos como en familia el deporte más lindo y sano del mundo “EL FÚTBOL”.*

*A mi directora de tesis la Dra. Julia Prado, porque a través de su conocimiento y dedicación, este trabajo ha dado frutos.*

**Gustavo Vaca.**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por ser parte de vida y por su infinito amor, gracia y misericordia...*

*Esta investigación y dedicación de todo el trabajo y vida universitaria que culminó con las mejores experiencias, está dedicada a mi madre y mi padre por su amor, sus consejos y resiliencia, por siempre apoyarme y jamás dejar de creer en mí.*

*De la misma manera a mis Abuelitos José y Angélica que con su ejemplo he aprendido el valor del amor y trabajo y los resultados que ello conlleva.*

*A mis hermanos Sebastián y Monserrath que han sido mi motivo e inspiración para alcanzar esta meta, algún día aspiro que lleguen lejos y cumplan toso sus sueños.*

**Gustavo Vaca**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE TABLAS .....	ii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Problema .....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos .....	6
1.4.1. Objetivo general. ....	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Hipótesis.....	6
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
2.1. Características de los grillos ( <i>Acheta domesticus</i> L.).....	7
2.2. Taxonomía de los grillos ( <i>Acheta domesticus</i> L.) .....	8
2.3. Morfología.....	8
2.4. Ciclo de vida .....	9
2.5. Cría y reproducción de grillos en cautiverio .....	10
2.5.1 Nido para grillos.....	11
2.5.2 Incubación. ....	12
2.6 El canto del grillo en la reproducción .....	12
2.7 Alimentación.....	12
2.8 Valor nutricional de la harina de grillo .....	14
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1 Caracterización del área de estudio .....	16
3.2 Ubicación geográfica.....	16
3.2.1 Características climáticas. ....	17
3.3 Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	17
3.4 Métodos.....	18
3.4.1 Factores en estudio. ....	18
3.4.2 Diseño experimental.....	19
3.4.3 Características del experimento.....	19

3.4.4	Características de la unidad experimental .....	19
3.5	Análisis estadístico.....	20
3.6	VARIABLES A EVALUAR.....	21
3.6.1	Días a la postura. ....	21
3.6.2	Días a la eclosión.....	21
3.6.3	Tiempo a la cosecha. ....	22
3.6.4	Número de grillos.....	23
3.6.5	Peso fresco.....	23
3.6.6	Peso seco. ....	24
3.6.7	Peso harina. ....	24
3.6.8	Relación peso fresco y peso harina. ....	25
3.6.9	Valor nutricional. ....	25
3.6.10	Costos de producción. ....	26
3.6.11	Manejo específico del experimento.....	26
3.6.12	Establecimiento del ensayo. ....	26
3.6.13	Alimentación. ....	27
3.6.14	Limpieza.....	28
3.6.15	Incubación de huevos. ....	28
3.6.16	Alojamiento de microgrillos.....	28
3.6.17	Cosecha de grillos. ....	29
3.6.18	Elaboración de la harina.....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>30</b>
4.1	Días a la postura .....	30
4.2	Días a la eclosión.....	31
4.3	Tiempo a la cosecha .....	32
4.4	Número de grillos.....	35
4.5	Número de grillos por género.....	36
4.6	Peso fresco total .....	38
4.7	Peso fresco por género .....	40
4.8	Peso seco por género .....	43
4.9	Peso harina total .....	43
4.10	Peso seco harina por género .....	45
4.11	Relación peso fresco grillos-peso harina.....	46



4.12	Relación número de grillos por gramo de harina .....	47
4.13	Porcentaje de proteína de la harina elaborada .....	48
4.14	Costos de producción .....	50
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
5.1	Conclusiones .....	51
5.2	Recomendaciones.....	51
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Insectos comestibles. ....	2
<b>Figura 2:</b> Adultos <i>Acheta domesticus</i> L.: a) Macho, b) Hembra.....	7
<b>Figura 3:</b> Morfología de los grillos. ....	9
<b>Figura 4:</b> Tegminas o alas anteriores, encargadas de producir sonido.....	9
<b>Figura 5:</b> Ciclo de vida del grillo ( <i>Acheta domesticus</i> L.). ....	10
<b>Figura 6:</b> Producción de grillos. ....	10
<b>Figura 7:</b> Caja de plástico básica con condiciones adecuadas .....	11
<b>Figura 8:</b> Tarrina con tierra como sustrato, aquí ovopositan las hembras.....	11
<b>Figura 9:</b> Individuos a las seis y siete semanas luego de eclosionados los huevos.....	12
<b>Figura 10:</b> Mapa del lugar de estudio.....	16
<b>Figura 11:</b> Características de la unidad experimental. ....	20
<b>Figura 12:</b> Aparición de huevecillos alargados,.....	21
<b>Figura 13:</b> Eclosión de huevecillos. ....	22
<b>Figura 14:</b> Grillos ( <i>Acheta domesticus</i> L.) aptos para el sacrificio.....	22
<b>Figura 15:</b> Conteo de grillos por tratamiento. ....	23
<b>Figura 16:</b> Peso fresco, después del sacrificio.....	23
<b>Figura 17:</b> Peso seco, después del proceso de secado.....	24
<b>Figura 18:</b> Molida y obtención de harina. ....	24
<b>Figura 19:</b> Muestras de los tratamientos y proforma de ingreso al laboratorio.....	25
<b>Figura 20:</b> Establecimiento del experimento.....	27
<b>Figura 21:</b> Alimento: a) Suministrado, b) y c) Consumido.....	27
<b>Figura 22:</b> Sustrato para la incubación de huevecillos.....	28
<b>Figura 23:</b> Morada de los microgrillos.....	28
<b>Figura 24:</b> Cosecha de grillos en frascos por tratamiento. ....	29
<b>Figura 25:</b> Proceso de secado. ....	29
<b>Figura 26:</b> Tiempo a la cosecha por tratamiento. ....	33
<b>Figura 27:</b> Número de grillos por tratamiento.....	35
<b>Figura 28:</b> Porcentaje de grillos por tratamiento y género. ....	37
<b>Figura 29:</b> Peso fresco total.....	39
<b>Figura 30:</b> Peso seco total.....	42
<b>Figura 31:</b> Peso harina total.....	44

<b>Figura 32:</b> Peso seco de la harina por género.....	46
<b>Figura 33:</b> Relación peso fresco grillos por gramo de harina. ....	47
<b>Figura 34:</b> Relación número de grillos por gramo de harina.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Clasificación taxonómica de grillo ( <i>Acheta domesticus</i> L.).....	8
<b>Tabla 2:</b> Ejemplo de dieta holídica.....	13
<b>Tabla 3:</b> Ejemplo de dieta merídica.....	13
<b>Tabla 4:</b> Diferentes fuentes de proteína.....	14
<b>Tabla 5:</b> Contenido nutricional.....	14
<b>Tabla 6:</b> Características del área de estudio .....	17
<b>Tabla 7:</b> Características climáticas .....	17
<b>Tabla 8:</b> Materiales, equipos e insumos .....	18
<b>Tabla 9:</b> Diferentes tipos de dietas para la limentación de grillos ( <i>Acheta domesticus</i> L.)	19
<b>Tabla 10:</b> Características del experimento .....	19
<b>Tabla 11:</b> Análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de bloques completos al azar .....	20
<b>Tabla 12:</b> Análisis de varianza para la variable días a la postura.....	30
<b>Tabla 13:</b> Días a la posura por tratamiento.....	30
<b>Tabla 14:</b> Análisis de varianza para la variable días a la eclosión .....	31
<b>Tabla 15:</b> Días a la eclosión .....	31
<b>Tabla 16:</b> Análisis de varianza para la variable tiempo a la cosecha .....	32
<b>Tabla 17:</b> Análisis de varianza para la variable número de grillos.....	35
<b>Tabla 18:</b> Análisis de varianza para la variable número de grillos por género .....	37
<b>Tabla 19:</b> Análisis de varianza para la variable peso fresco total.....	38
<b>Tabla 20:</b> Análisis de varianza para la variable peso fresco por género .....	40
<b>Tabla 21:</b> Análisis de varianza para la variable peso seco total .....	41
<b>Tabla 22:</b> Análisis de varianza para la variable peso harina por género .....	43
<b>Tabla 23:</b> Análisis de varianza para la variable peso harina total .....	44
<b>Tabla 24:</b> Análisis de varianza para la variable peso harina por género .....	45
<b>Tabla 25:</b> Análisis de varianza para la variable relación peso fresco-peso harina.....	46

<b>Tabla 26:</b> Análisis de varianza para la variable relación número de grillos por gramo de harina .....	47
<b>Tabla 27:</b> Porcentaje de proteína por tratamiento.....	49
<b>Tabla 28:</b> Costos de producción de las diferentes dietas .....	50

EVALUACIÓN DE DIETAS EN LA CRÍA Y REPRODUCCIÓN DE GRILLOS (*Acheta domesticus* L.) PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA-CHALTURA.

Autor: Jhony Gustavo Vaca Monteros

Universidad Técnica del Norte

Correo: jgvacam@utn.edu.ec

**RESUMEN**

Los insectos poseen alto contenido de proteína, convirtiéndose en una alternativa ideal para contribuir a la demanda de materia prima para elaborar alimentos para animales. El objetivo de esta investigación fue determinar una dieta que favorezca satisfactoriamente los parámetros de producción de los grillos (*Acheta domesticus* L.), las dietas fueron: restos de comida, frutas, hortalizas y balanceado de pescado. Los resultados indicaron que el balanceado y los restos de comida favorecen en los días a la postura, siendo estos en promedio 7.5, 2.5 días menos que los tratamientos con frutas y hortalizas, los resultados para la variable días a la cosecha fueron mejor para la dietas con balanceado, frutas y restos de comida, obteniendo 61, 62 y 63 días respectivamente. Sin embargo donde hubo gran diferencia fue en la variable número de grillos, siendo en promedio 373 para la dieta con balanceado, el peso que alcanzaron al momento del sacrificio aplicando balanceado fue 117g, seguido de restos de comida con 93g, este peso se vio influenciado en los tratamientos de las variables restantes: peso seco, cantidad de harina. Finalmente el análisis de la harina de grillo, mostró 52.76% de proteína suministrando balanceado como alimento, seguido de los restos de comida con 41.01%. El concentrado de pescado favoreció en los parámetros productivos de la cría de grillos, no obstante la dieta con restos de comida fue la que se aproximó a los resultados que se obtuvieron con dicho concentrado, es decir, se debería potenciar los restos de comida para conseguir o superar los resultados con balanceado de pescado.

**Palabras clave:** eclosión, desarrollo, cantidad de grillos, proteína, alimentación, requerimientos

## ABSTRACT

Insects have high levels protein, making them an ideal alternative to contribute to the demand for raw materials to make animal feed. The objective of this research was to determine a diet that satisfactorily favors the production parameters of the crickets (*Acheta domesticus L.*), the diets were: food remains, fruits, vegetables and balanced fish. The results indicated that balanced and leftover food favor laying days, these being an average of 7.5, 2.5 days less than the treatments with fruits and vegetables, the results for the variable days to harvest were better for the diets with balanced, fruits and food scraps, obtaining 61, 62 and 63 days respectively. However, where there was a great difference was in the variable number of crickets, being on average 373 for the balanced diet, the weight they reached at the time of slaughter applying balanced was 117g, followed by food scraps with 93g, this weight was influenced in the treatments of the remaining variables: dry weight, amount of flour. Finally, the analysis of the cricket flour showed 52.76% of protein supplying balanced as food, followed by the rest of the food with 41.01%. The fish concentrate favored in the productive parameters of the cricket breeding, however the diet with leftovers was the one that approximated the results obtained with said concentrate, that is, the leftovers of food should be promoted to achieve or exceed the results with balanced fish.

**Key words:** hatching, development, number of crickets, protein, feeding, requirements.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

Dzamba (2010) informa que la población aumentará a más de 9 mil millones de personas para el 2050. Actualmente esto hace que pensemos sobre la demanda de alimentos que existirá alrededor de esos años, “la producción anual de cereales tendrá que aumentar de 2 100 millones de toneladas a los 3 000 millones y la carne de 200 millones de toneladas a 470 millones” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2009, p.2).

Desde hace varios siglos, el ser humano ha consumido insectos para garantizar su alimentación (Castillo, 2005). El hecho de que el hombre consuma insectos (entomofagia) es una forma de vida muy antigua ya que aparece en la biblia exactamente en los libros Levítico y Éxodo pertenecientes al antiguo testamento, donde Juan el Bautista sobrevivió en el desierto alimentándose de langostas y escarabajos (Arnaldos, García y Presa, 2010).

Según la FAO (2009) las personas pueden conseguir proteína en la carne y el pescado, para alimentar animales, pero los insectos en general son los que aportan el doble de la misma con un promedio del 56%. Esto hace que la inclusión de los grillos sea una fuente importante como suplemento para la alimentación animal.

Por otro lado la industria pecuaria utiliza fuentes alimenticias que contengan proteína y estas pueden ser de dos tipos: de origen vegetal y de origen animal, siendo esta última la que aporta: proteínas, minerales y aminoácidos esenciales en mayor cantidad, pero para obtener dicha fuente es necesario una infraestructura especializada y un costo de producción alto (Núñez, 2017). Sin embargo, para producir insectos no se requiere de un gran espacio y se genera una fuente alternativa de nutrientes muy alta para la alimentación (FAO, 2010).

Los insectos son muy eficientes a la hora de la conversión alimenticia, se debe a que son animales de sangre fría, por ejemplo, para producir 1kg de peso en animales de sangre caliente se requiere 8kg de alimento, mientras para obtener 1kg de peso de insecto es

necesario en promedio 2kg de alimento (FAO, 2014). Por otra parte Oller (2013) menciona que la aplicación de insectos en la alimentación animal puede llegar a ser algo prometedor ya que a nivel mundial existe alta demanda de proteína.

Los insectos utilizados en la alimentación humana según la FAO (2010), son los escarabajos 34%, orugas 20%, hormigas 16%, grillos 14%, chinches 11%, termitas 3%, libélulas 3% y moscas 2% (Figura 1). Todos estos insectos son consumidos en 36 países de África, 29 de Asia y 23 en América. FAO (2014), menciona que la “microganadería” entomológica es un método de cría de insectos de manera intensiva, controlando ambientes para su reproducción, así mismo existen “miniganaderías” donde se ha criado el gusano de seda, las abejas melíferas y escarabajos del género *Rhynchophorus* como alimentación de culturas indígenas actuales e históricas (Sancho y Álvarez, 2015).

Existen investigaciones sobre la larva de la mosca (*Musca domestica* Linnaeus) como fuente de proteína, que alcanza un rango de 42 al 60%, considerada de buena digestibilidad, por otra parte la producción de larvas no necesita de mayor uso de recursos (Arango, Vergara y Mejía, 2004). Por otro lado, Valdiviá (2016) menciona que el uso de insectos en el sector acuícola reduciría hasta un 50% el uso de la harina de pescado que se utiliza como alimento para ese sector

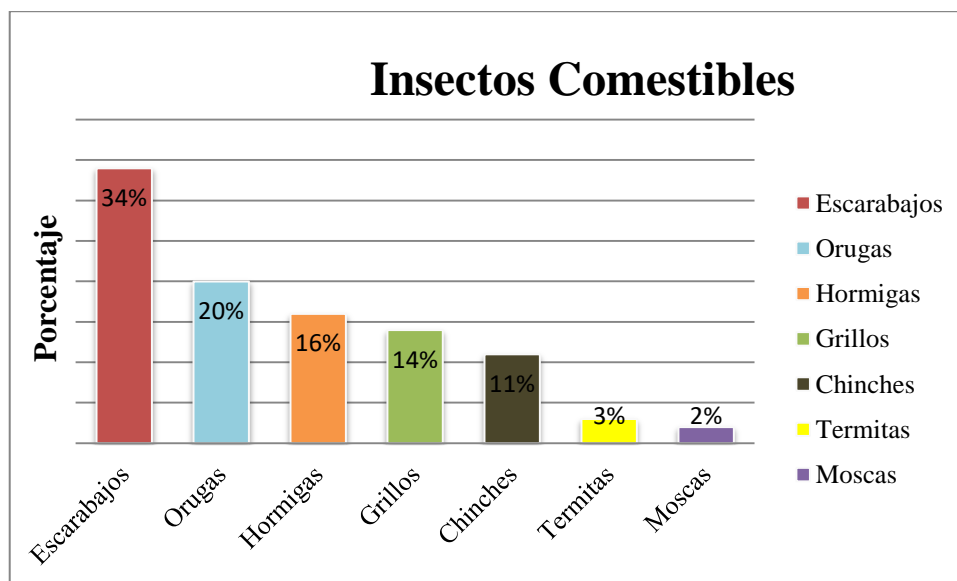


Figura 1. Insectos comestibles.

Fuente: FAO (2010)



Veldkamp, Bosch, Ottevanger y Huis (2012) señalan que el análisis de proteína y de aminoácidos esenciales de tres tipos de insectos (*Hermetia illucens* Linnaeus, *Musca domestica* L., *Tenebrio molitor* Linnaeus) fueron del 20 al 70% y 5-35% respectivamente. Además, estos porcentajes cubren con la necesidad de los pollos en un rango del 16-21% de proteína y en cerdos del 13 al 20% de proteína (Rostagno et al., 2005).

Otro tipo de insecto que se puede utilizar para experimentos son grillos, la cría de los mismos es una forma de mitigar los impactos ambientales, debido a que su ciclo de vida es muy corto en comparación al resto de animales y a su vez el espacio de producción es mínimo utilizando así la menor cantidad de recursos, de la misma manera se pueden utilizar residuos de alimentos para su producción (Steinfeld, Gerber, Wassenaar, Castel y Rosales, 2006). Además éste tema está ligado a la seguridad alimentaria, ya que es técnicamente viable a gran escala como ingrediente en la composición de balanceados o piensos (Halloran y Vantomme, 2013).

La producción del grillo (*Acheta domesticus* L.) en Perú es de manera masiva, ya que lo utilizan como alimento para ganado y consumo humano, aprovechando su alto valor proteico, bajo costo de producción y menor impacto ambiental, esto lo realizan manteniéndolos en cautiverio y considerando los siguientes componentes: jaulas, agua purificada, alimento a voluntad y temperatura media de 29°C (Garibay, 2007).

## **1.2. Problema**

FAO (2010) hace hincapié en el aumento de la población a nivel mundial, mencionando que, la porción de tierra disponible para cultivos disminuye continuamente, así como los recursos de agua y tierra, dejando como consecuencia la inseguridad alimentaria, de la misma manera la idea obstinada de la mayoría de productores extensionistas que buscan producir en grandes cantidades sin pensar en el desgaste de los recursos, con el afán de obtener dinero hace que entre algunos aspectos se genere gases de efecto invernadero en el caso de producción pecuaria, pérdida de nutrientes del suelo, utilización inconsciente de pesticidas.

Por otra parte, en Ecuador la obtención de proteína de otras fuentes resulta costosa, por ejemplo la productividad de soya a nivel nacional tuvo un rendimiento de 1.79tm/ha, esto para el año 2018 (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2018). Y para llegar a ese valor fue indispensable la utilización de algunos insumos que a mediano o largo plazo provocan pérdidas de suelos, contaminación del medio ambiente, dinero y lo más importante, la salud de las personas.

Fondevilla y Latorre (2017), mencionan que en Europa las condiciones de producción agrícola presentan diversas circunstancias, lo que provoca que se alteren los costos y se comprometa la estabilidad y rentabilidad de la producción porcina, por lo que pensar en incluir insectos en la alimentación es una alternativa.

En el Ecuador no es conocida ni aplicada la producción de grillos (*Acheta domesticus L.*) como suplemento por lo que se necesita identificar la dieta más apropiada para obtener harina y ésta a su vez debe ser de bajo costo de producción, para que resulte ser una alternativa accesible a los productores pecuarios.

### **1.3. Justificación**

En el Ecuador aún falta conocimiento acerca de la utilización de harina de insectos como suplemento en la alimentación animal, es por eso que una de las prioridades de esta investigación es establecer un método de cría apropiado para obtener harina de gran calidad, estudios indican que puede alcanzar el 62% de proteína, superior a otras fuentes, incluso a la de pescado que posee 54%, pero esta está restringida debido a los residuos de olor y sabor que deja en la carne y/o huevos (Rostagno et al., 2005).

FAO (2009) señala que los insectos necesitan requerimientos mínimos de agua, espacio y otros insumos, así como de manejo, a diferencia de la producción convencional, que es todo lo contrario, por lo que la cría en cautiverio resulta factible para cualquier persona. Los grillos son altos en proteína y azúcares, además poseen la característica de transformar proteína vegetal en proteína animal de excelente calidad. En otros países existen investigaciones sobre el uso de insectos como alternativas de fuentes alimentación con

altos niveles de proteína, aminoácidos, calcio, lisina, fósforo, arginina, cistina, metionina, entre otros (Valdivié, 2016).

Una forma de obtener proteína de calidad y a muy bajo costo es la que considera a los insectos como materia prima y en este caso del grillo (*Acheta domestica* L.) que como se menciona anteriormente, es de muy fácil producción (Méndez-Gutiérrez, 2014). Apolo-Arévalo y Lannacone (2015), confirman que estos requieren menos alimento, agua, tierra y energía para producir, por ejemplo, una gaveta con capacidad de 65 litros puede contener un máximo de 2000 grillos adultos. Haciendo referencia al uso de agua en la producción de grillos, estos solo necesitan 4 litros para producir un kilogramo de harina es decir, 10 000 grillos (Halloran y Vantomme, 2013).

Lee, Kim, Yang, Jung y Lee (2018), al evaluar el uso de larvas de mosca negra soldado (*Hermetia illuscens* L.) en pollos, cerdos y tilapias, obtuvo como resultados que dicho insecto aportó proteína cruda, lípidos deseables y ácidos grasos monoinsaturados en la carne. Otro estudio en el orden Díptera presentó un perfil de aminoácidos similar a la harina de pescado y superior a la harina de soja, además, al utilizar *Tenebrio molitor* L. en las dietas de tilapia Nilo con una sustitución del 25% al 50% se observó que disminuye el estrés oxidativo en el hígado y el músculo, respecto a peces alimentados con harina y aceite de pescado (Ibrahem e Ibrahim, 2014), igualmente en la alimentación de tilapia dorada se sustituyó la harina de pescado por la harina procedente de larvas de mosca (*Lucilia sericata* Meigen) rica en ARA (ácido araquidónico), dando resultados positivos como el incremento del nivel de este ácido graso en el músculo (Alexis, 1997).

En otro estudio realizado por Melo-Ruíz, Cremieux, Rodríguez-Diegoy Villoch (2018), se menciona que al aplicar una dieta con harina de chapulines (*Sphenarium purpurascens* Charpentier) en cocodrilos, estos aumentaron 10.90kg más que los tratados con una dieta a base de filete de pescado, estos resultados corresponden con el alto nivel proteico suministrado por la dieta de insecto, con un importante aporte de aminoácidos esenciales para el metabolismo de los saurios, que repercute en mayor desarrollo y más ganancia de peso.

Por otra parte, se observó que la larva de la mosca soldado negra (*H. illucens* L.), demostró ser un excelente candidato para ser incorporado en piensos para aves de corral y en otros animales domésticos utilizados en la producción, pues posee altos índices de digestibilidad y palatabilidad aceptable, además, presenta un contenido alto en grasa 30% y en proteína un 40% (Schiavone, 2017).

Finalmente, por la expansión que existe en la acuicultura y a la limitación de recursos disponibles en el mar, ha sido necesario sustituir la harina de pescado por fuentes que generen la misma o mayor cantidad de nutrientes, y una alternativa es el uso de harina de insectos.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general.**

- Evaluar dietas para la cría y reproducción de grillos (*Acheta domesticus* L.) para la obtención de harina en la Granja Experimental La Pradera-Chaltura.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Determinar el ciclo de vida del grillo (*Acheta domesticus* L.) según las fuentes de alimento determinadas.
- Evaluar el contenido nutricional de la harina de grillo.
- Comparar los costos de producción de la elaboración de harina de grillo.

## **1.5. Hipótesis**

- Ho: El tipo de alimentación no influye en los parámetros de cría, desarrollo y producción de harina de grillos.
- Ha: El tipo de alimentación si influye en los parámetros de cría, desarrollo y producción de harina de grillos.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Características de los grillos (*Acheta domesticus* L.)

*Acheta domesticus* L. o más conocido por su nombre común grillo doméstico, es un animal perteneciente al orden Orthoptera, se asume que su origen es del continente asiático, europeo y parte del norte de África pero en la actualidad se han dispersado por todo el mundo. Estos insectos ya tienen un uso nutritivo, se han utilizado como alimento de anfibios, artrópodos, aves y reptiles. El grillo aproximadamente mide entre 25-30mm sin contar con sus antenas, las mismas que pueden medir lo mismo que su cuerpo. El color que presenta es marrón amarillento con rasgos más oscuros en abdomen y cabeza. Sus alas son mucho más grandes que su cuerpo, cubriendo el abdomen, estas terminan en dos puntas. Existe dimorfismo sexual entre los grillos machos y hembras, los machos son de menor tamaño, mientras que las hembras poseen un tercer apéndice llamado oviscapto, que les sirve para depositar los huevos y alcanza los 20mm (Figura 2) (Walker, 2007).

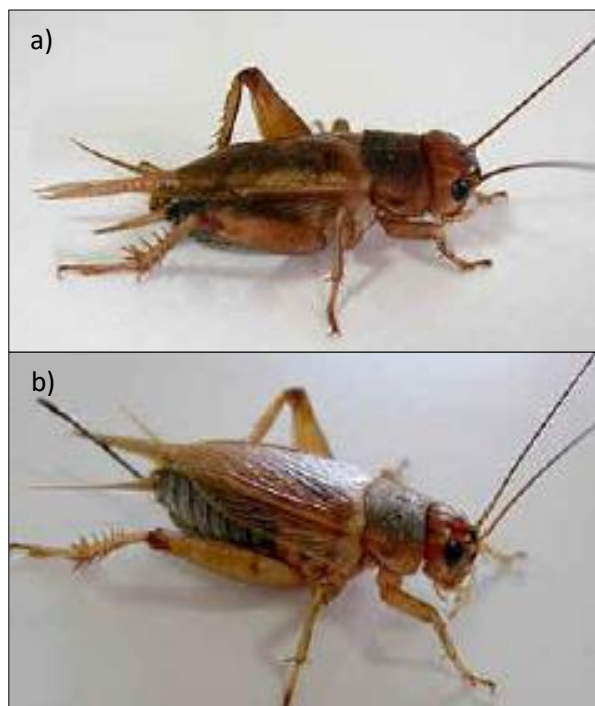


Figura 2. Adultos *Acheta domesticus* L.: a) Macho, b) Hembra.

Fuente: Gaua (2012)

## 2.2. Taxonomía de los grillos (*Acheta domesticus* L.)

El orden Orthoptera abarca a saltamontes, langostas y grillos y su clasificación taxonómica se describe en Tabla 1.

Tabla 1  
*Clasificación taxonómica del grillo.*

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Orthoptera
Familia	Gryllidae
Género	<i>Acheta</i>
Especie	<i>A. domesticus</i> L.

Fuente: Vicent, Resh y Cardé (2009)

## 2.3. Morfología

Los insectos se dividen en tres partes (cabeza, tórax y abdomen), pero poseen variabilidad de características morfológicas. La cabeza de éste posee un par de ojos compuestos denominados ocelos, las antenas que miden lo mismo que su cuerpo le ayuda como órganos táctiles, olfatorios y hasta auditivos (Figura 3). Los grillos son omnívoros, es decir que comen de todo, su aparato bucal es masticador, eso determina el tipo de alimentación (Garibay, 2007).

En el tórax se ubican 3 pares de patas, las mismas que se encuentran uniformemente distribuidas en el protórax, mesotórax y metatórax. Las patas delanteras de los grillos a diferencia del resto de insectos son utilizadas para excavar; pero las hacen lentos para saltar, el abdomen de los insectos al momento de atravesar por sus estados de larvas o ninfas tienen una gran variedad de apéndices abdominales, que desaparecen al crecer, los adultos únicamente ostentan entre 9 y 11 segmentos (Lozano, 2005).

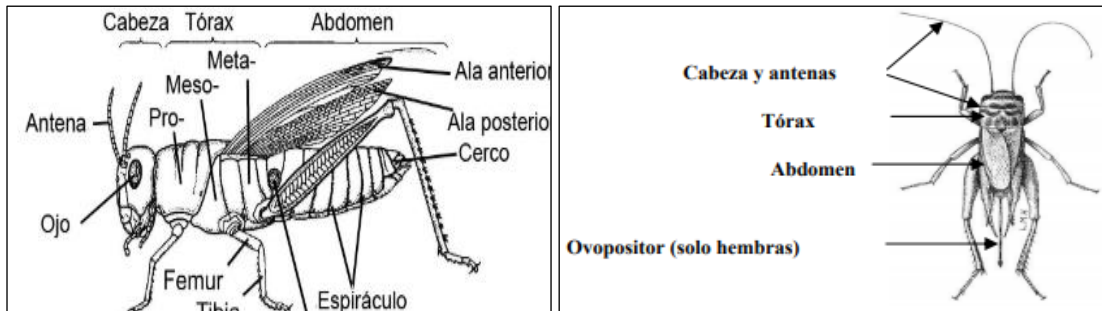


Figura 3. Morfología de los grillos.

Fuente: Lozano (2005)

Por otra parte lo que les caracteriza a los grillos es el singular sonido que producen. Generalmente tienen dos pares de alas, las anteriores que son resistentes y duras, además éstas son las encargadas de cubrir las alas posteriores que son membranosas y de producir el sonido característico que es denominado estridulación (Figura 4) (Lozano, 2005).

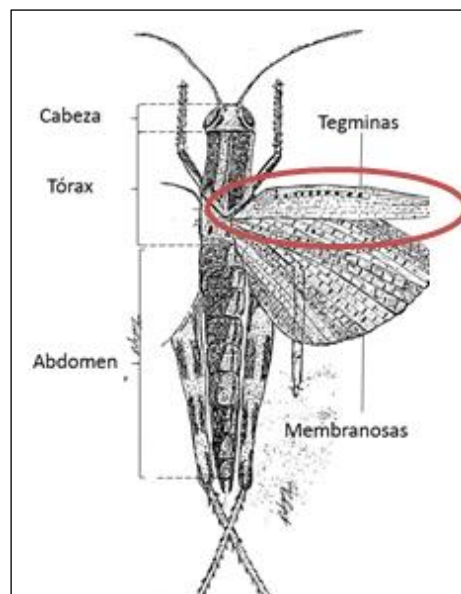


Figura 4. Tegminas o alas anteriores, encargadas de producir sonido.

Fuente: Lozano (2005)

## 2.4. Ciclo de vida

El grillo doméstico es un insecto que presenta metamorfosis incompleta (holometábolos) ya que pasa por tres estadios (huevo, ninfa y adulto), además puede llegar a vivir hasta un año y en este transcurso logra realizar 7 mudas, su tasa de reproducción esta alta ya que cada hembra deposita entre 30 a 100 huevos en sustrato que este húmedo cada dos

semanas, depende de las condiciones ambientales y alimenticias para que la hembra se reproduzca y ovoposite, después de dos semanas colocados los huevos éstos deben estar a una temperatura entre 28 y 32°C para que eclosionen (Figura 5) (Gaua, 2012).



Figura 5. Ciclo de vida del grillo (*Acheta domesticus* L.).

Fuente: Gaua (2012)

## 2.5. Cría y reproducción de grillos en cautiverio

La cría de grillos es muy sencilla siempre y cuando las condiciones estén adecuadas a las necesidades de estos insectos. Para establecer el cultivo se necesita cajas amplias de plástico para un fácil manejo y que los grillos se sientan con espacio suficiente para realizar sus labores naturales. Estas cajas deben tener entrada y salida de aire (Figura 6) (Garibay, 2007).



Figura 6. Producción de grillos.

Fuente: Gaua (2012)



Garibay (2007) explica que los materiales tales como bebederos, comederos, tarrinas, deben ser a la altura de los grillos para garantizar su alimentación y su reproducción, dentro de las cajas debe haber cubetas de huevos con sus respectivos hoyos que servirán como albergue de los grillos y además servirá para la circulación del aire de abajo hacia arriba y limpieza de los desechos (heces, mudas, grillos muertos) (Figura 7). Todo este proceso de aseo se lo debe hacer tres veces por semana.



*Figura 7.* Caja de plástico básica con condiciones adecuadas para iniciar la producción de grillos.

Fuente: Gaud (2012)

### **2.5.1 Nido para grillos.**

La hembra en hábitat natural ovoposita en la tierra o vegetación, pero en cautiverio se deben adecuar nidos, que puede ser en tarrinas con tierra húmeda, fibra de coco, entre otros. Se recomienda cubrir la tarrina con una malla para evitar el ataque de los grillos adultos y para mantener la humedad (Figura 8) (Apolo-Arévalo y Iannacone, 2015).



*Figura 8.* Tarrina con tierra como sustrato, aquí ovopositan las hembras.

Fuente: Gaud (2012)

### 2.5.2 Incubación.

Una vez que las hembras ovopositan en las tarrinas, éstas se deben retirar y ubicarlas en otra caja evitando así el ataque de los adultos, los huevos necesitan una temperatura de 28 a 32°C para que puedan eclosionar alrededor de dos semanas (Figura 9), para mantener ese requerimiento, se debe colocar una lámpara térmica para el desarrollo óptimo de los huevos (Gaua, 2012).



Figura 9. Individuos a las seis y siete semanas luego de eclosionados los huevos.

Fuente: Gaua (2012)

## 2.6 El canto del grillo en la reproducción

Para realizar el canto, los grillos machos usan sus alas anteriores, además, esto lo realizan por tratar de conquistar a las hembras, ya que ellas identifican el tamaño del macho simplemente escuchando el tono de la canción (Simmons y Ritchie, 1996). Los machos pueden llegar a atacarse en la competencia por cortejar a la hembra.

Kulzer (1998) comenta que el macho a través del sonido que produce sus alas atrae a la hembra, la misma que en el acto se deja impregnar el esperma por medio de un espermatóforo (estructura con forma de bolsa que contiene el esperma del macho), se recomienda que se tenga una unidad productiva de 1 macho por 9 hembras (Gaua, 2012).

## 2.7 Alimentación

*Acheta domesticus* L. es por naturaleza omnívoro, pero en condiciones de cautiverio se puede manejar únicamente nutrientes de origen vegetal, siempre y cuando éstos existan en cantidades suficientes, ya que su falta de alimentación la resuelven con el canibalismo, los

principales productos que se les puede dar para su nutrición son frutas como: manzana, pera, guayaba, entre otras ya que estas contienen suficiente agua (Garibay, 2007).

Dougherty (1959), menciona que para la alimentación de insectos se puede utilizar diferentes tipos de dietas como por ejemplo: dieta holídica, merídica y natural. Las mismas que se describen detalladamente a continuación.

- a) Dieta holídica.- Dieta química que es usada en estudios de nutrición de la cual se requiere conocer exactamente la fórmula química de cada uno de los ingredientes que la componen (Tabla 2).

Tabla 2  
*Ejemplo de dieta holídica; componentes en mg por cada 100ml de agua destilada.*

Ingrediente	Cantidad (mg)
Aminoácido	2250
Sales inorgánicas	125
Lípidos	1460.90
Vitaminas	22.70

Fuente: House (1967)

- b) Dieta merídica.- Su composición química no es conocida y se usa aceites y proteínas no definidas (Tabla 3).

Tabla 3  
*Ejemplo de dieta merídica.*

Ingrediente	Cantidad (g)
Germen de trigo	30
Caseína	21
Celulosa	21
Ácido sórbico	18
Rifloflavina	50
Solución vitamínica	60 ml

Fuente: Chippendale (1965)

- c) Dieta natural.- Consta de alimentos que se encuentran en su hábitat natural, y estos son indispensables para la sobrevivencia y reproducción. Una dieta correcta que se puede utilizar como alimento para los grillos es el uso de balanceados para peces, vegetales crudos, alfalfa, frutas, esto como alimentación natural (Kaplan, 2014).

## 2.8 Valor nutricional de la harina de grillo

Los porcentajes de proteína que se obtienen a partir de diferentes fuentes se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4  
*Diferentes fuentes de proteína (%)*.

Grillo	65%
Ternera	33%
Pollo	23%
Salmón	22%
Huevos	12%

Fuente: Toro (2017).

Nakagaki, Sunde y Defoliart (1987), obtuvieron como resultado de un estudio los contenidos nutricionales que pueden tener este tipo de grillos, dependiendo de la alimentación a la cual sean sometidos (Tabla 5).

Tabla 5  
*Contenido nutricional del grillo doméstico (Acheta domesticus L.)*.

%	Análisis proximal
62.00	Proteína cruda
7.00	Fibra cruda
5.20	Agua
%	Análisis mineral
0.99	Fósforo
1.28	Potasio
0.19	Calcio
0.11	Magnesio

Fuente: Nakagaki et al. (1987)

La proteína en todo ser vivo ayuda a reparar tejidos, refuerza el sistema inmunológico; evitando así infecciones y enfermedades, facilita la digestión, aporta energía, ayuda a asimilar el resto de nutrientes, aumenta la masa muscular, lo que hace que los seres vivos al consumir suficientes cantidades de proteína creen un organismo fuerte y resistente para que el aumento de tamaño y peso se vea reflejado en menor tiempo (Toro, 2017).

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

Este experimento se realizó en Granja Experimental “La Pradera”, perteneciente a la Universidad Técnica del Norte.

#### 3.2 Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante, parroquia de San José de Chaltura (Figura 10).

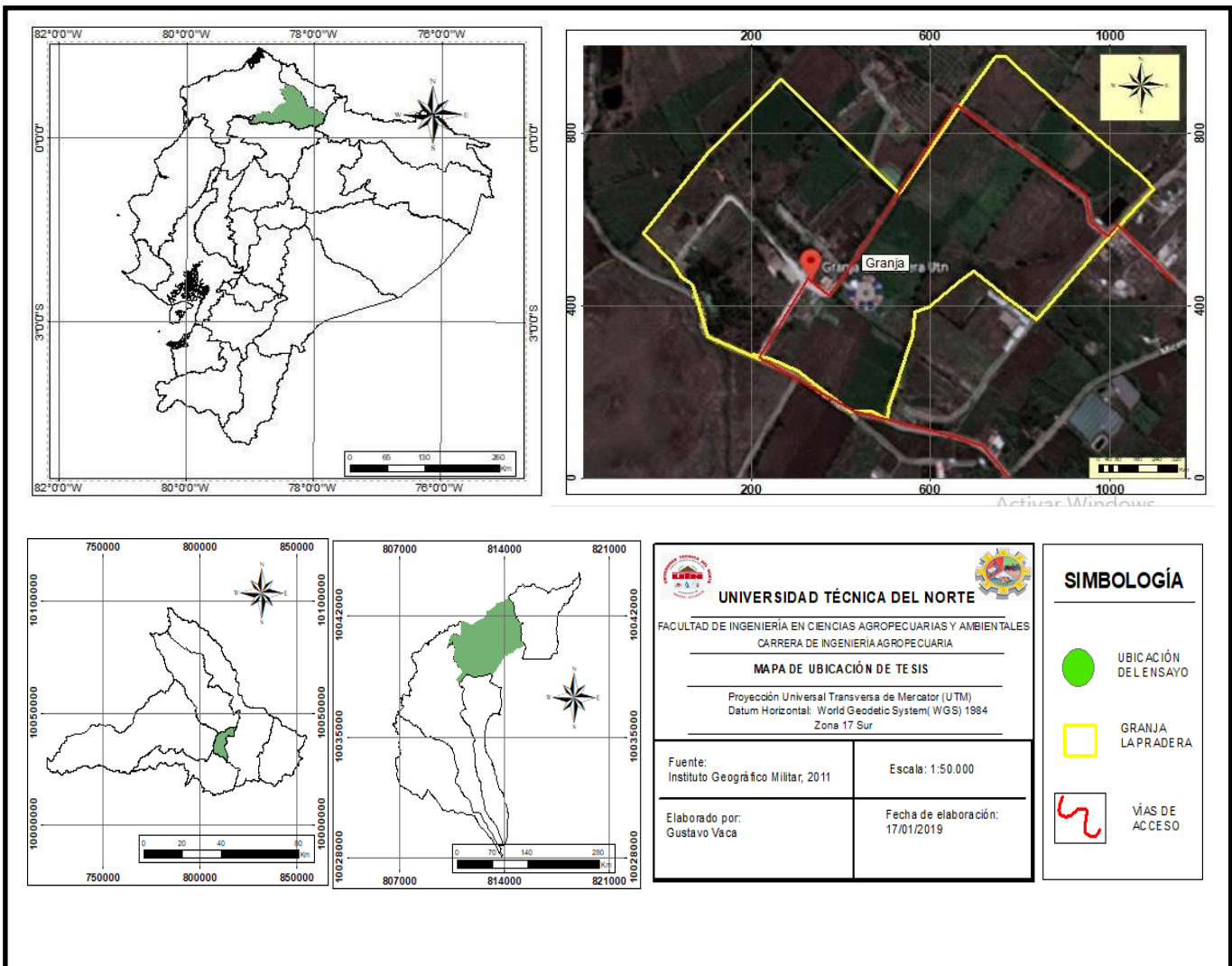


Figura 10. Mapa del lugar de estudio.

Las características geográficas de la zona en la que se realizó el estudio se obtuvieron del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2019) y se puede observar en la Tabla 6.

Tabla 6  
*Características del área de estudio.*

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Antonio Ante
Parroquia:	Chaltura
Lugar:	Granja experimental “La Pradera”
Altitud:	2163 m.s.n.m
Latitud:	0° 21' 19" Norte
Longitud:	78° 11' 32" Oeste

Fuente: INAMHI (2019)

### 3.2.1 Características climáticas.

Las características climáticas que se presentaron durante el tiempo que duró la investigación en la Granja Experimental La Pradera se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7  
*Características climáticas.*

Factores	T°/Precipitación/HR
Temperatura baja:	9.5°C
Temperatura media:	16° C
Temperatura máxima:	24° C
Precipitación media anual:	750 mm / año
Humedad relativa:	72%.

Fuente: INAMHI (2019)

### 3.3 Materiales, equipos, insumos y herramientas

Para llevar a cabo esta investigación fue necesario contar con diversos materiales, equipos, insumos y herramientas que garanticen el cumplimiento de los objetivos planteados, en la Tabla 8 se pueden apreciar detalladamente éstos.

Tabla 8  
*Materiales, equipos, insumos.*

Materiales	Equipos	Insumos
Libreta de campo	Balanza	Balanceado
Esferos	Calculadora	Frutas
Mallas	Molino	Hortalizas
Cajas	Termohidrómetro	Agua
Ligas	Horno de secado	Aserrín
Tarrinas	Calefactor	
Cubetas de huevos		
Tapas de frascos		
Espojas		
Tijera		

### 3.4 Métodos

La presente investigación se basó en la producción de grillos aplicando cuatro diferentes tipos de alimento (Tabla 9), al final se determinó cuál de ellos representa una dieta favorable para el desarrollo del insecto, así como costos de producción por tratamiento y a su vez cuál es el que aporta mayor porcentaje de proteína mediante un análisis bromatológico a la harina, finalmente se estableció la cantidad necesaria de peso fresco para obtener un gramo de harina.

#### 3.4.1 Factores en estudio.

Los factores de estudio fueron los diferentes tipos de dietas que se utilizaron para producir grillos. Para este experimento se manejaron cuatro diferentes tipos de alimentos

Factor: Tipo de alimento

- 1: Restos de comida
- 2: Frutas (papaya, guayaba, manzana)
- 3: Balanceado comercial (pescado)
- 4: Hortalizas (col, brócoli, espinaca)



Tabla 9  
*Diferentes tipos de dietas para la alimentación de grillos (Acheta domesticus L.).*

Niveles	Descripción	Código
Nivel 1	Restos de comida	A1
Nivel 2	Frutas	A2
Nivel 3	Balanceado comercial de pescado	A3
Nivel 4	Hortalizas	A4

### 3.4.2 Diseño experimental.

Este experimento presentó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro repeticiones y cuatro niveles de alimentación.

### 3.4.3 Características del experimento.

El experimento presentó las siguientes características (Tabla 10).

Tabla 10  
*Características del experimento.*

Tratamientos	Unidad
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	16
Área total experimental	12m <sup>2</sup>

### 3.4.4 Características de la unidad experimental.

Cada unidad experimental muestra las siguientes características (Figura 11).

Unidad experimental: jaula

Número de insectos por jaula: 10 grillos (9 hembras y 1 macho)

Volumen de la caja: 0.096m<sup>3</sup>

Largo de la caja: 0.60m

Alto de la caja: 0.40m

Ancho de la caja: 0.40m

Número de grillos por caja: 10

Número de unidades experimentales: 16

Sustrato incubadora: 10kg tierra húmeda

Sustrato caja: 60kg de aserrín

Bebederos: 16 unidades

Comederos: 16 unidades

Alojamiento de grillos: 64 cubetas de huevos



Figura 11. Características de la unidad experimental.

### 3.5 Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos, se empleó un diseño completamente al azar (Tabla 11), además para el análisis estadístico se utilizó el software INFOSTAT.

Tabla 11  
*Análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de bloques completos al azar.*

<b>Fuentes de variación</b>		<b>Gl</b>
Total	(TxR)-1	15
Tipo de alimento	(T-1)	3
Repeticiones	(R-1)	3
Error experimental	(T-1)(R-1)	9

### 3.6 Variables a evaluar

A continuación se detalla el manejo que se aplicó a las diferentes variables y etapas de desarrollo durante todo el experimento con sus respectivos resultados.

#### 3.6.1 Días a la postura.

Luego de introducir los insectos (9 hembras y 1 macho), se contabilizaron los días a los que la hembra inició la postura (Figura 12), cabe recalcar, que únicamente se tomaron los datos a la primera puesta, después fueron separados los progenitores (unidad productiva) para evitar el canibalismo.



*Figura 12.* Aparición de huevecillos alargados, color amarillo pálido con punto rojo en una de sus extremidades.

#### 3.6.2 Días a la eclosión.

Después de la ovoposición en el sustrato se llevó registros de los días, para conocer el tiempo que tardarían en eclosionar, durante el periodo se humedeció diariamente el sustrato y se mantuvo una temperatura que fluctuaba entre 28 y 32°C, esto para garantizar su pronta eclosión (Figura 13).



*Figura 13.* Eclosión de huevecillos.

### **3.6.3 Tiempo a la cosecha.**

Pasado un tiempo las ninfas o microgrillos que eclosionaron fueron manejados como sus progenitores; es decir se les suministró agua y alimento dependiendo del tratamiento, por otra parte la temperatura que se manejó fue entre 27 y 29°C. Para esta variable se utilizó como referencia y registro el ciclo de vida del grillo; dicho de otra manera los grillos que alcancen una longitud entre 2-2.5cm fueron los indicados para el sacrificio y posterior obtención de la harina (Apolo-Arévalo y Lannacone, 2015) (Figura 14).



*Figura 14.* Grillos (*Acheta domestica* L.) aptos para el sacrificio.

### 3.6.4 Número de grillos.

Previo al conteo, se recolectaron los grillos de cada una de las repeticiones y se los sumergió en agua caliente a 60°C para sacrificarlos, después se contabilizó separándolos por tratamiento, repetición y género (Figura 15).



*Figura 15.* Conteo de grillos por tratamiento.

### 3.6.5 Peso fresco.

Después del sacrificio, se secaron delicadamente a los grillos con papel absorbente para retirar el agua sobrante, posteriormente se pesaron las diferentes muestras que se obtuvieron de los tratamientos, esta variable también se realizó por género (Figura 16).



*Figura 16.* Peso fresco, después del sacrificio.

### 3.6.6 Peso seco.

Una vez pesados los grillos frescos por tratamiento y por género se los introdujo en el horno de secado para muestras que posee la Granja Experimental La Pradera, en este proceso se aplicó una temperatura de 60°C por 8 horas, lo que redujo el 66% de humedad, quedando apto para pasarlo por el molino manual (Rivera, 2017). Posteriormente e igual que el procedimiento anterior se pesó por tratamiento, género y total (Figura 17).



Figura 17. Peso seco, después del proceso de secado.

### 3.6.7 Peso harina.

Los grillos secos obtenidos del proceso anterior fueron pasados por un molino manual para triturarlos y secarlos nuevamente a 60°C por 4 horas, en este proceso se redujo 4% de humedad más (Rivera, 2017). Posteriormente se los volvió a moler, quedando listos para el siguiente paso (Figura 18).



Figura 18. Molida y obtención de harina.

### 3.6.8 Relación peso fresco y peso harina.

Uno de los aspectos importantes es conocer la relación peso fresco grillos-cantidad de harina; es decir cuántos grillos se necesitó para producir 1g de harina, posteriormente se realizó una regla de tres para determinar la cantidad de grillos que se requiere para producir 1kg de harina, para ello se establecieron las siguientes fórmulas:

$$1 \text{ g harina} = \frac{\text{Peso fresco total(g)}}{\text{Peso harina total (g)}}$$

$$\text{ngrillos en 1g de harina} = \frac{\text{Peso fresco (en 1g de harina) x ngrillos}}{\text{Peso fresco total(g)}}$$

$$1 \text{ kg} = (\text{ngrillos en 1g de harina} \times 1000 \text{g})$$

### 3.6.9 Valor nutricional.

Al final, mediante los procesos de sacrificio, molido y secado se obtuvieron cuatro diferentes harinas resultantes de los cuatro tratamientos y para conocer cuál de éstas es la que mayor porcentaje de nutrientes aporta se recolectó en fundas de plástico una muestra mínima de 100g por tratamiento (Figura 19), que posteriormente fue sujeto a un análisis bromatológico en la ciudad de Quito en los laboratorios “Multianalítica” ubicados en la Av. Edmundo Chiriboga N47-154 y Jorge Aníbal Páez, el mismo que determinó cuál fue el mejor alimento para producir grillos de manera eficiente



Figura 19. Muestras de los tratamientos y proforma de ingreso al laboratorio.

### **3.6.10 Costos de producción.**

Mediante este experimento se determinó la variación de los costos de inversión entre las diferentes dietas que fueron restos de comida, frutas, balanceado de pescado, hortalizas desde la implementación hasta el análisis bromatológico.

### **3.6.11 Manejo específico del experimento.**

A continuación, se detalla la forma cómo se implementó el experimento, desde la capacidad de las gavetas, así como la distribución de las mismas.

### **3.6.12 Establecimiento del ensayo.**

En primera instancia se colocó una unidad experimental por caja y/o por dieta, total cuatro cajas, previo a la obtención de ninfas los machos de cada unidad experimental cortejaron a las hembras con el sonido de sus alas, para así acercarse y colocar el espermátforo cerca de sus ovariolas. Posteriormente de cada caja se obtuvo un número indefinido de ninfas, a estos se los distribuyó en nuevas cajas en un Diseño Completamente al Azar (DCA) y dependiendo del tipo de dieta, dando un total de cuatro repeticiones por tratamiento. El diseño del ensayo constó de dieciséis cajas con una capacidad de 96 litros cada una, los alimentos que se utilizaron fueron: restos de comida, frutas (manzana, papaya, guayaba), hortalizas (col, brócoli, espinaca) y balanceado comercial de pescado.

Cada caja contuvo una unidad productiva de grillos (9 hembras 1 macho). Para garantizar la producción se adecuaron calefactores para controlar la temperatura, la misma que debía fluctuar entre 25 y 32°C (Apolo-Arévalo y Lannacone, 2015). A continuación se muestra cómo se distribuyeron las cajas de los padres de la futura F1; 0.60m de largo de la caja, 0.40m de ancho, espacios entre caja fue de 0.50m. Para el manejo de microgrillos se distribuyó de la siguiente manera: 0.60m de largo de la caja, 0.40m de ancho, espacios entre caja será de 0.50m y de camino 2.50m (Figura 20).



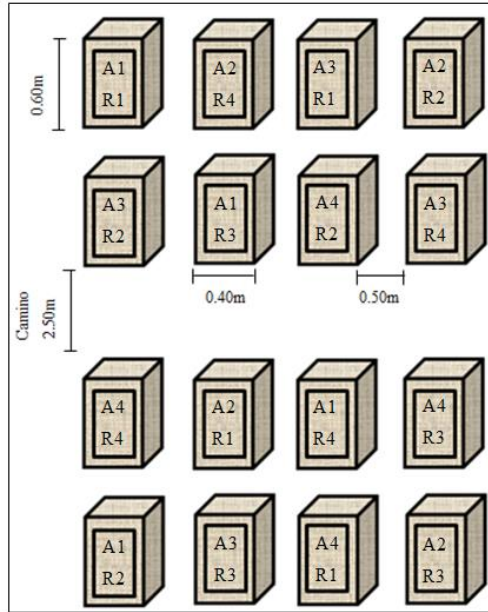


Figura 20. Establecimiento del experimento.

### 3.6.13 Alimentación.

Los grillos por su tamaño no necesitan de una alta cantidad de alimento ni mucho menos un abastecimiento diario, es por eso que se colocaron 60g de cada una de las dietas cada dos días, el alimento fue colocado en tapas de frascos, esto para los grillos que se encuentren en fase de reproducción, mientras que para la fase de crecimiento y desarrollo 150g, mientras que para el suministro de agua se emplearon tapas de frascos con esponja, en este caso 30ml de agua potable por cada caja y para el racionamiento de alimento este fue ubicado directamente en la base de la caja (Jafer, Granier y Zaldivar, 1989) (Figura 21).



Figura 21. Alimento: a) Suministrado, b) y c) Consumido.

### 3.6.14 Limpieza.

Por cuestiones de salubridad, canibalismos y muda de los grillos se realizó la limpieza de las cajas pasando un día, es así que se lavó comederos, bebederos y se cambió de aserrín (Apolo-Arévalo y Lannacone, 2015).

### 3.6.15 Incubación de huevos.

Para este proceso Gaua (2012) recomendó colocar una tarrina con tierra húmeda por cada caja, las mismas que sirvieron para que las hembras ovopositen sus huevos al cabo de dos semanas, estos nuevos grillos deben estar a una temperatura de 30 a 32°C para garantizar su crecimiento (Figura 22).

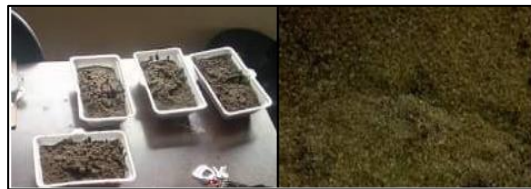


Figura 22. Sustrato para la incubación de huevecillos.

### 3.6.16 Alojamiento de microgrillos.

Cuando los nuevos grillos o llamados también microgrillos alcanzaron una longitud de 2mm, se los ubicó en cajas a una temperatura de 27 a 29°C y dentro de las mismas se colocaron 10 cubetas de huevos en forma horizontal, esto les permitió esconderse y realizar proceso de mudas, además, su alimentación fue a base de frutas, hortalizas, restos de comida y balanceado comercial, finalmente estos grillos fueron utilizados para la elaboración de harina (Apolo-Arévalo y Lannacone, 2015) (Figura 23).



Figura 23. Morada de los microgrillos.

### 3.6.17 Cosecha de grillos.

Para este punto los grillos ya cumplieron con los parámetros de edad y tamaño (2- 2.5cm), por lo cual se los capturó manualmente en frascos de vidrio (Figura 24) para posteriormente sacrificarlos en 1 litro de agua potable a 60°C por un lapso de 5 segundos, esto hace que su sistema nervioso no funcione y mueran, para finalmente realizar el proceso de pesado, secado y elaboración de harina (Rivera, 2017).



Figura 24. Cosecha de grillos en frascos por tratamiento.

### 3.6.18 Elaboración de la harina.

Iniciando el proceso de elaboración de harina se los secó en un horno a 60°C/ 8 horas, este proceso redujo su humedad hasta un 66% quedando listos para el próximo paso que es la molida. Posterior a ello se secó nuevamente por 4 horas más a 60°C (Figura 25), posterior a eso se colocaron 100g de harina de los cuatro diferentes tratamientos en fundas de plásticas para el análisis bromatológico (Rivera, 2017)



Figura 25. Proceso de secado.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Días a la postura

Mediante el análisis estadístico se muestra que no existe diferencia significativa de los tipos de alimento en días a las postura ( $F=1.13$ ;  $gl=3,9$ ;  $p=0.3895$ ) (Tabla 12).

Tabla 12

*Análisis de varianza para la variable días a la postura.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	9	1.13	0.3895

Los días a la postura en cuanto a los tratamientos A1 y A3 que corresponden a restos de comida y balanceado respectivamente, presentan una media de 7.50 días a la postura, mientras que para el tratamiento A2 (Frutas) una media de 10.50 días y finalmente A4 (Hortalizas) una media de 13.50 días a la postura (Tabla 13).

Tabla 13

*Días a la postura por tratamiento.*

Tipo de alimento	Días a la postura $\bar{x} \pm ee$
Restos de comida	$7.50 \pm 2.90$
Frutas	$10.50 \pm 3.52$
Balanceado	$7.50 \pm 1.44$
Hortalizas	$13.50 \pm 2.53$

Los datos del experimento referente a días a la postura (Tabla 13) se obtuvieron a la primera cópula dando como mejores resultados los tratamientos con restos de comida y balanceado (7.5 días), sin embargo Alexander y Otte (1997), Sakaluk y Code (1983) y Walker y Masaki (1987), mencionan que al suministrar una dieta a base de papa, calabaza, plátano y algunos insectos como grillos y cucarachas, los días a la primera postura fueron en promedio 5.5 días, para la segunda 4 días, para la tercera 9 días y para la quinta 7 días. Como dato importante señalan que éste promedio puede bajar aún más en la tercera cópula.

Por otra parte, Sisterson, Wallis y Stenger (2015), en un estudio mencionan dos aspectos, el primero: la reserva de lípidos por parte de la hembra (*Homalodisca vitripennis* Germar)

(Hemiptera: Cicadellidae), ayuda a colocar más de 40 huevos, esto lo respalda Ismail (2009), quien menciona que el alimento suministrado causa efecto en la fertilidad de las hembras apareadas, ejemplo: cuando se les suministra una dieta a base de otros insectos (*Spodoptera littoralis* Boisduval), favoreció en gran parte a la fertilidad y postura de los insectos, segundo: el sustrato es un factor que puede resolver la postura de las hembras, ya que escogen donde van a colocar sus huevos y en su estudio mencionan que fue mejor en caupi (*Vigna unguiculata* Walp) que en sorgo (*Sorghum bicolor* Moench).

#### 4.2 Días a la eclosión

La investigación muestra que no existe diferencia significativa de los tipos de alimento en días a la eclosión ( $F=0.33$ ;  $gl=3,9$ ;  $p=0.8011$ ) (Tabla 14).

Tabla 14  
*Análisis de varianza para la variable días a la eclosión.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	9	0.33	0.8011

El tratamiento que contiene balanceado se demora en promedio 15.75 días para eclosionar, siendo éste el más óptimo dentro del experimento, mientras que para el tipo de alimento que corresponde a frutas y restos de comida muestra una media de 16 días y 16.25 días respectivamente y definitivamente el tratamiento con hortalizas es el que se demora en promedio 17.25 días para eclosionar (Tabla 15).

Tabla 15  
*Días a la eclosión.*

Tipo de alimento	Días a la eclosión $\bar{x} \pm ee$
Restos de comida	$16.25 \pm 1.93$
Frutas	$16.00 \pm 1.78$
Balanceado	$15.75 \pm 1.18$
Hortalizas	$17.25 \pm 1.49$

Este aspecto de la eclosión está ligado a varios factores como: tipo de alimentación, tipo de sustrato, humedad y temperatura, a éste último lo respalda Sturm (1999), mencionando que, a 23°C tarda en promedio 18 días en eclosionar, mientras que, a 30°C se demora en

promedio 9 días, ambas con una dieta a base de hortalizas y avena, las mismas que contenían 11.2 y 12% de proteína respectivamente. Según la información anterior se puede observar que a 30°C, la eclosión se demoró 6 días menos en comparación a la temperatura máxima del experimento 27°C, pero siempre y cuando la alimentación también cubra con las necesidades de proteína.

Mientras que Ismail (2009), comenta que, a una temperatura de 28°C y una dieta a base de papas, huevos y pupas del gusano del algodón (*Spodoptera littoralis* B.) y maíz, los días a la eclosión fue de 12.4 días. En el ensayo realizado se estableció una temperatura que oscilaba entre 24 y 27°C y por ende los días a la eclosión fueron en promedio 3.3 más a los datos obtenidos por los mencionados autores, esto comparando los resultados del mejor tratamiento (balanceado) 42% proteína. De la misma manera Jafer et al., (1989), aplicaron una dieta con 21% de proteína a la especie de grillos (*Pteronemobius* sp.) y tuvieron como resultado 13 días en promedio.

### 4.3 Tiempo a la cosecha

Para la variable tiempo a la cosecha se muestra que existe diferencia significativa de los tipos de alimento en días a la recolección ( $F=8.04$ ;  $gl=3,9$ ;  $p=0.0065$ ) (Tabla 16).

Tabla 16  
*Análisis de varianza para la variable tiempo a la cosecha.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	9	8.04	0.0065

En la Figura 26 se puede observar claramente la diferencia entre días a la cosecha, siendo la alimentación a base de balanceado la que repercute en un mayor desarrollo de los grillos y por ende los días a la cosecha fueron menores pero similares a los tipos de alimentación con restos de comida y frutas, por otra parte se pudo determinar que la alimentación basada únicamente en hortalizas aumenta el tiempo de cosecha, ya que no garantiza el desarrollo de los grillos en su totalidad, a pesar que la gráfica muestra una diferencia de 2 o 5 días entre tratamientos.

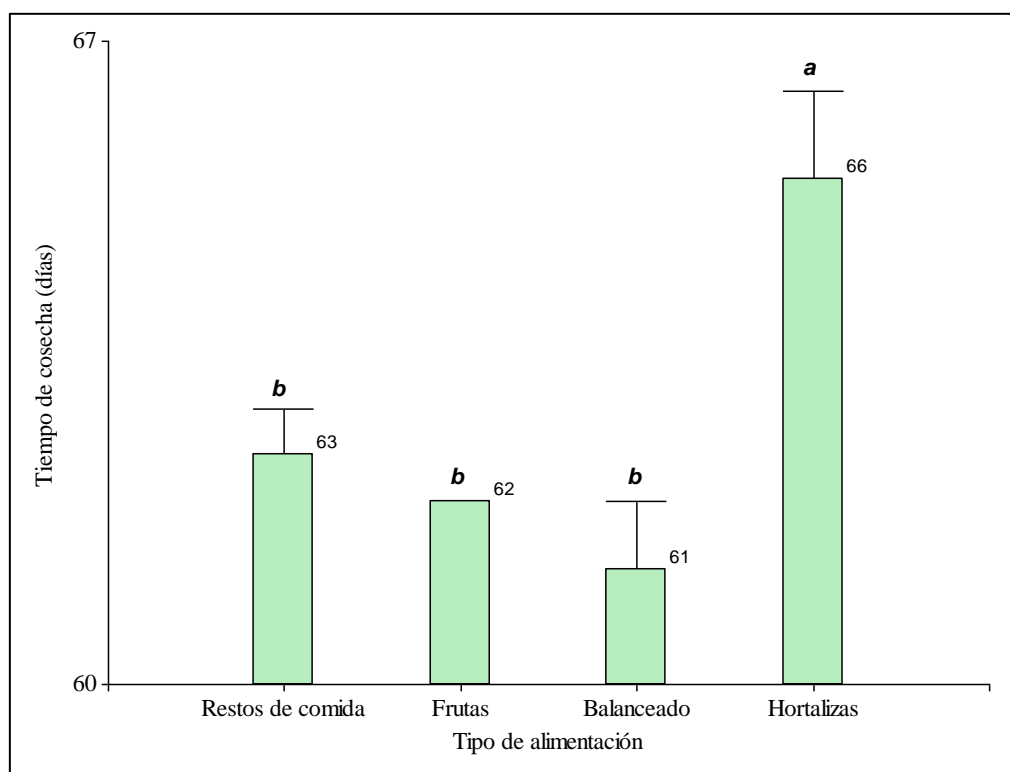


Figura 26. Tiempo a la cosecha por tratamiento.

Watler (1982), afirma que, el promedio de días a la madurez es de 59.4 aplicando balanceado para conejos con 16% de proteína, sin embargo el experimento realizado obtuvo 61 días en promedio suministrando una dieta con balanceado para peces (42% de proteína), esto indica que los concentrados dan mejor respuesta por su alto contenido de nutricional.

Por otra parte Sturm (1999), menciona que, el desarrollo larvario o tiempo de madurez depende de la alimentación, pero más aún de la temperatura, ya que su estudio reveló que a 23°C el desarrollo larvario se demora en promedio 117 días, mientras que a 30°C únicamente en promedio 65 días, claramente se observa una diferencia de 52 días y solamente se la pudo obtener modificando la temperatura, ya que la alimentación fue la misma para los dos tratamientos. En el estudio realizado solamente se manejó el tipo de alimento y una temperatura no definida que oscilaba de 27-29°C, sin embargo el mejor resultado que se obtuvo en ese rango de temperatura fue de 61 días, y concuerda con lo mencionado por Sturm (1999).

Esto lo refuta Patton (1967), que utilizó una temperatura de 26.5°C, pero aplicó una dieta holídica (requerimiento nutricional) que contenía 25% de proteína y esto favoreció que los días a la madurez o cosecha sean en promedio 56 días. En otro estudio se revela que, efectivamente la temperatura también juega un papel importantísimo en el desarrollo de la ninfa o microgrillo, es por eso que al utilizar una temperatura de 32°C, el desarrollo ninfal fue de 49 días, más una dieta en polvo de: harina de soya, trigo, leche en polvo descremada, maíz levadura de cerveza e hígado de animal, la misma que contenía 30% de proteína (Patton, 1967).

Un experimento diferenciado por género realizado para la especie de grillos (*Pteronemobius* sp.) por parte de Jafer et al., (1989), menciona que obtuvieron como resultado en promedio 70 días transcurridos entre la eclosión y adultez (tiempo a la cosecha), esto para grillos machos, mientras que para hembras, los días promedio fueron 63, los grillos fueron alimentados con un concentrado pulverizado para pollos (21% de proteína), es decir el desarrollo en las hembras fue mejor que en los machos siendo 7 días menos.

Veenenbos y Oonincx (2017), mencionan que, aplicando una dieta con 20% de proteína, (dieta holídica) a 100 ninfas, estas alcanzaron su desarrollo a los 55 días en promedio, además confirman que los grillos se desarrollan mejor con una dieta “ad libitum” (sin restricción). Relacionando los datos obtenidos por los autores con el tratamiento que mejor resultados brinda (balanceado) se puede notar que este ensayo se demoró en promedio de 6.4 días más para llegar a la madurez o tiempo de cosecha, esto se podría deber a la cantidad de alimento como menciona dicho autor y a la temperatura.

Un estudio más actual realizado por Crocker y Hunter (2018), mencionan que suministrando una dieta molida de balanceado para hámster (*Mesocricetus auratus* Waterhouse) con un 24% de proteína y en un tratamiento equitativo de ninfas de grillos machos y hembras, llegaron a la madurez o tiempo de cosecha a los 70.9 días, demorándose en promedio 9.9 días en comparación con el estudio realizado donde se aplicó balanceado para peces (42% de proteína) como tratamiento.



#### 4.4 Número de grillos

La investigación muestra que existe diferencia significativa de los tipos de alimento en el número de grillos eclosionados ( $F=3.27$ ;  $gl=3,9$ ;  $p=0.0432$ ) (Tabla 17).

Tabla 17

*Análisis de varianza para la variable número de grillos.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	9	3.27	0.0432

El tipo de alimentación es fundamental en la reproducción y desarrollo de los grillos y se puede observar claramente en la gráfica (Figura 27), la dieta basada en el uso de balanceado que fue suministrada a los progenitores muestra mayor cantidad de grillos obtenidos como resultado de la primera generación, siendo estos en promedio 373 que representan el 100%, superando en un 33% al tratamiento con restos de comida que tuvo como resultado 249 grillos, 39% al de frutas, que favoreció para conseguir 228 grillos y finalmente la que tuvo una cantidad promedio menor fue la de hortalizas siendo de 204 grillos, alcanzando el 45% de productividad en comparación al primer tratamiento.

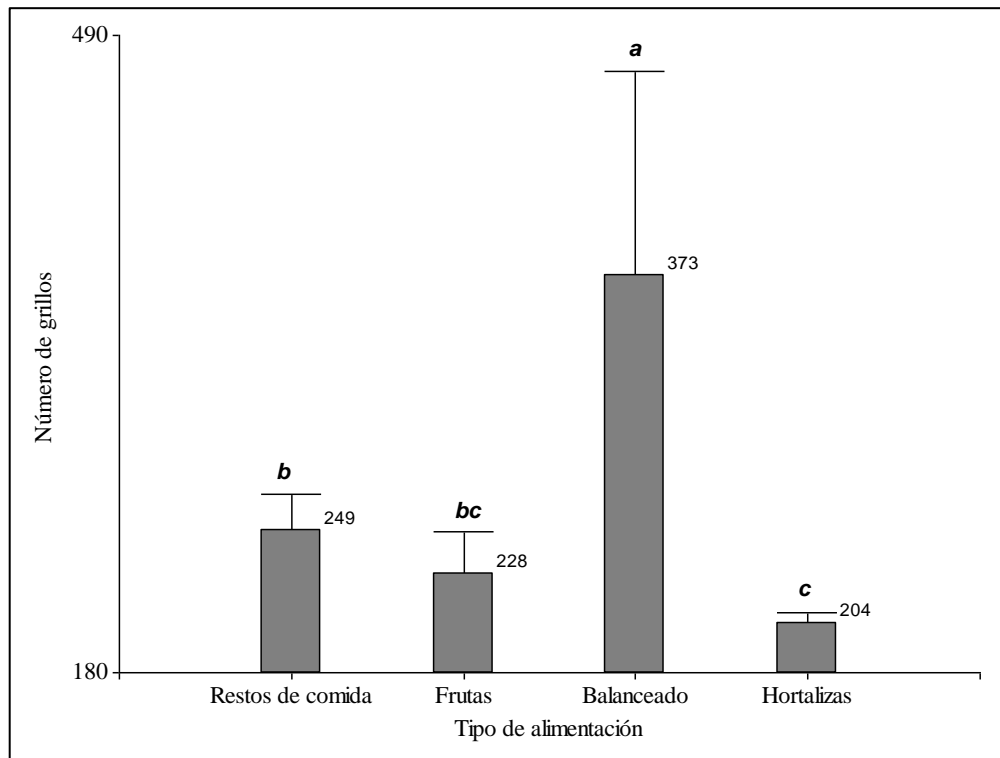


Figura 27. Número de grillos por tratamiento.

Patton (1978) menciona que, hubo un promedio de 1350 huevos sin tomar en cuenta las posturas ni la unidad productiva (cantidad de hembras x cantidad de machos), a una temperatura de 32°C y suministrando una dieta holídic (a base de estudios de nutrición). Por otra parte Alexander y Otte (1997) en su artículo mencionan que, el número de grillos obtenidos por las hembras son en promedio 200 con dieta a base de insectos, papa, calabaza y plátano, sin embargo este estudio se asemeja al ensayo realizado, ya que, las hembras colocaron en promedio 373 huevos con una dieta a base de balanceado para peces, el resultado se debe al tipo de alimento, siendo el concentrado el que aporta mayor cantidad de nutrientes.

De la misma forma, los datos conseguidos por Sturm (1999) reflejan que, a 23°C las hembras colocan en promedio 38 huevos, mientras que a 25°C, 104 grillos y finalmente 140 grillos a 30°C, estos datos se obtuvieron al suministrar hortalizas y avena como alimento. Haciendo referencia a la temperatura cabe recalcar que en el experimento se manejó entre 27 a 29°C y se logró obtener 373 grillos, dicha cantidad se parece a lo conseguido por Sturm (1999). Cabe resaltar que a diferencia de Patton (1979) esta información corresponde a una sola postura y una vez más la temperatura influye en la cantidad de grillos obtenidos.

Comparando el experimento realizado con los datos obtenidos por Sturm (1999), se puede observar que existe una diferencia promedio de 251 grillos con las temperaturas de 25 y 30°C. Además los datos obtenidos en el experimento concuerdan con Sorjonen, Valtonen e Hirvisalo (2019) que mencionan que, los grillos por naturaleza son grandes convertidores de proteína, pero que también necesitan una alimentación media o alta a base de proteína para garantizar mayor rendimiento en cuanto a cantidad y calidad, es por eso que este experimento obtuvo una gran cantidad de grillos cuando se los alimentó con balanceado de pescado (42% de proteína).

#### **4.5 Número de grillos por género**

La investigación muestra que si existe interacción entre el tipo de alimentación y el género ( $F=17.74$ ;  $gl=3,21$ ;  $p<0.0001$ ), de la misma manera existe diferencia significativa del número de grillos respecto al género ( $F=53.38$ ;  $gl=1,21$ ;  $p<0.0001$ ) (Tabla 18).

Tabla 18

*Análisis de varianza para la variable número de grillos por género.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	21	0.00	<0.9999
Género	1	21	53.38	<0.0001
Tratamiento: género	3	21	17.74	<0.0001

La figura muestra el porcentaje de machos y hembras que se obtuvo por tipo de alimentación, existiendo una pequeña diferencia promedio de 5% que favorece a los machos en los tratamientos con hortalizas, frutas y restos de comida, de la misma manera para el tratamiento con balanceado hubo una diferencia a favor de los machos, pero con un notable contraste en cuanto al porcentaje, 65% de machos y 35% de hembras. (Figura 28).

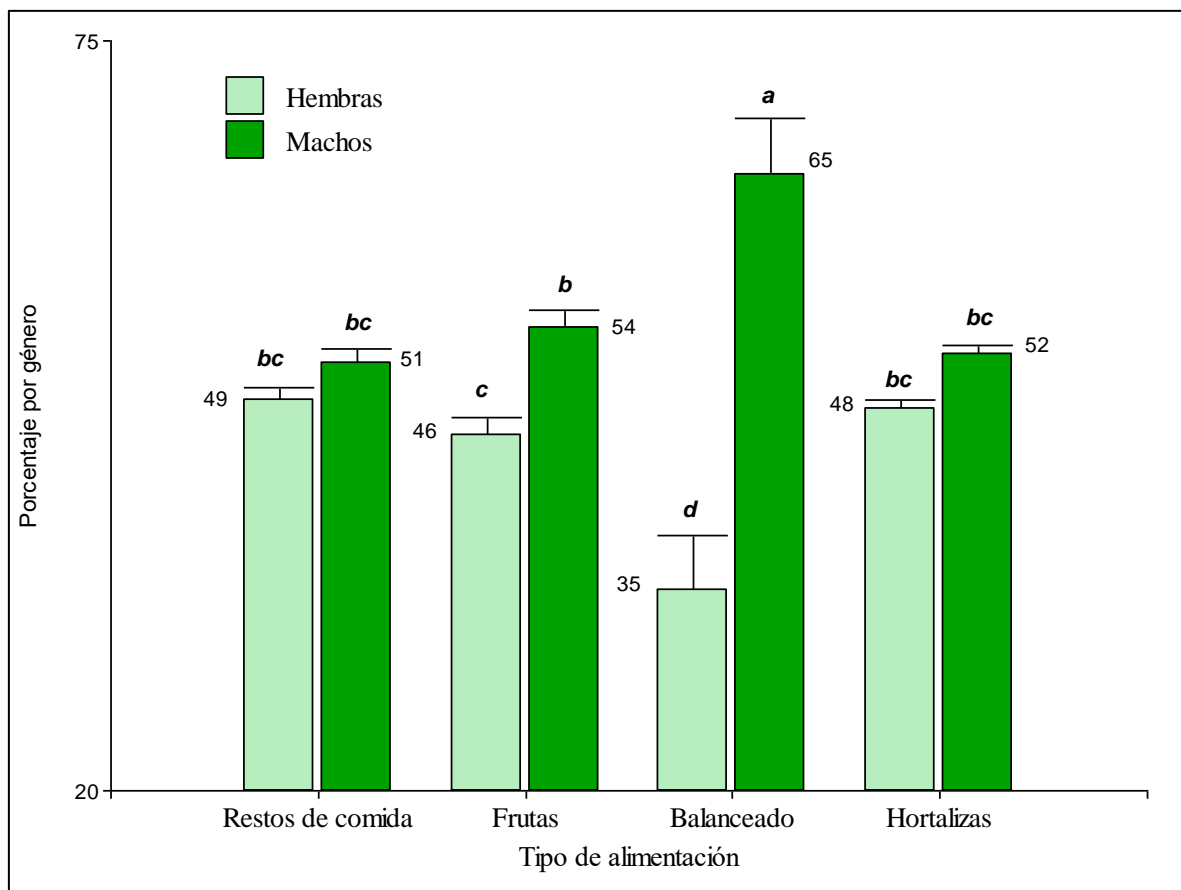


Figura 28. Porcentaje de grillos por tratamiento y género.

McFarlane (1964), habla sobre la supervivencia dentro de una cría en cautiverio de grillos y menciona que las dietas suministradas influyen en la tenacidad de estos, en su estudio se

puede observar que utilizando la dieta a base de balanceado de conejo (16% de proteína), los machos tienen 68% de resistencia en comparación a las hembras que solamente tienen el 32%, esto concuerda con el experimento que se realizó, ya que en todos los tratamientos la superioridad fue estrictamente para los machos, sin embargo donde se pudo observar una gran diferencia fue en el tratamiento con balanceado para peces (42% de proteína), ahí se aprecia que el porcentaje de machos es de 65% y el de hembras apenas el 35%

No obstante Jafer et al. (1989), mencionan que el mayor porcentaje es para las hembras, aplicando una dieta a base de concentrado inicial (pulverizado) para aves que contiene 21% de proteína, y con una unidad productiva de 14 hembras y 6 machos obtuvieron 1282 grillos, de los cuáles el 59% fueron hembras y el restante machos, esto se obtuvo con grillos de la especie del género *Pteronemobius*. Los resultados anteriores también los respalda Ismail (2009), señalando que cuando dio de alimentar a sus grillos maíz, tuvo un promedio de 377.20 grillos, de los cuales el 44% resultaron machos y el 56% hembras, mientras que para los grillos alimentados a base de pupas de *Spodoptera littoralis* B., alcanzaron en promedio 641 grillos en total, representado por el 47% de machos y de hembras el 53%.

#### 4.6 Peso fresco total

La presente investigación muestra que existe diferencia significativa de los tipos de alimento con respecto al peso fresco total ( $F=2.25$ ;  $gl=3,9$ ;  $p=0.0421$ ) (Tabla 19).

Tabla 19

Análisis de varianza para la variable peso fresco total.

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	9	2.25	0.0421

La discrepancia de los pesos que adquirieron los grillos en los tratamientos con hortalizas y frutas se observa notoriamente, habiendo una diferencia promedio de 37% menos respecto al tratamiento más óptimo (balanceado), de la misma manera, la alimentación basada en restos de comida tuvo un porcentaje de efectividad del 79% es decir 21% menos que el tratamiento con balanceado (Figura 29).

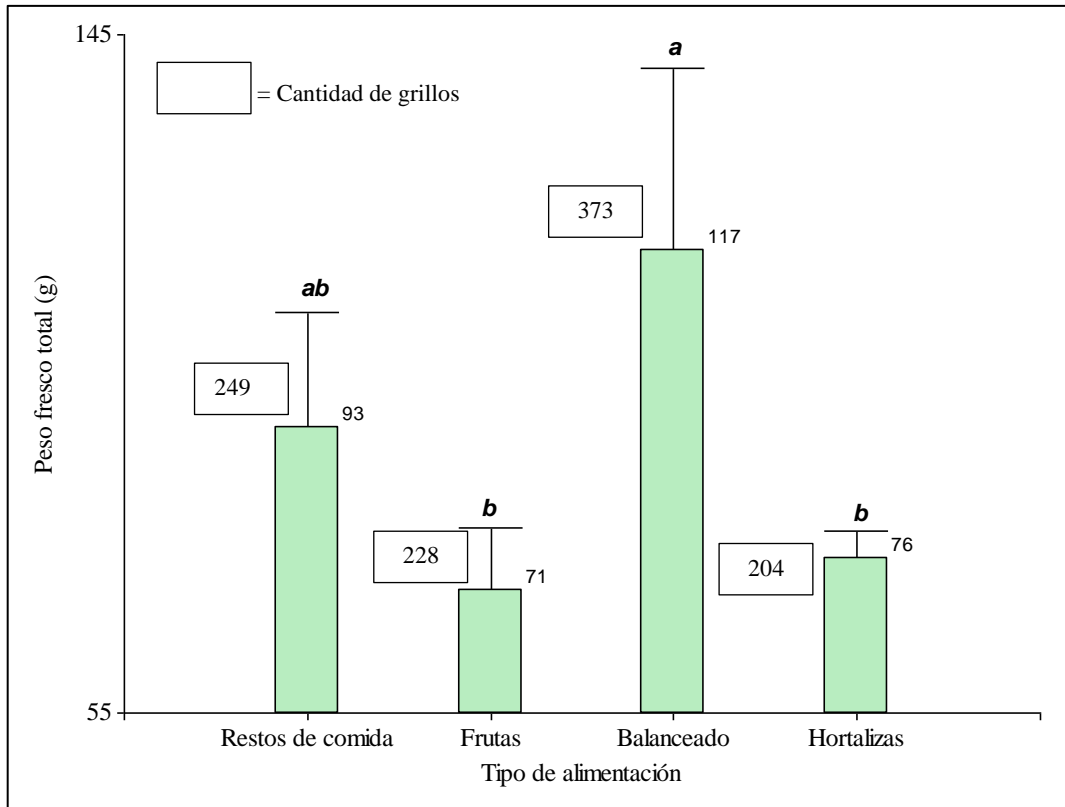


Figura 29. Peso fresco total.

Patton (1978), al pesar 133 grillos obtenidos en su experimento, mostró en promedio 40.35g de peso fresco con dieta holídica que contiene 25% de proteína y a una temperatura de 32°C, los valores obtenidos por dicho autor se asemejan a los logrados en el estudio realizado, ya que al pesar 133 grillos se obtuvo 41.72g de peso fresco aplicando una dieta a base de concentrado para peces (42% de proteína) y a una temperatura entre 27 y 29°C.

Por otra parte Watler (1982) afirma que, el peso de 22 grillos estudiados fue de 192.8mg promedio a los 45 días, dando un aumento de peso de 4.28mg por día, estos datos fueron obtenidos al suministrar alimento para conejos 16% de proteína. Se puede observar claramente que al unir temperatura y niveles de proteína altos y demás macronutrientes favorecen en la ganancia de peso de los insectos.

De la misma manera existe un estudio donde aplicó fósforo en la dieta de larvas del gusano cornudo del tabaco (*Manduca sexta* Linnaeus), las mismas que aumentaron en 88 y 203% de peso cuando las alimentaron con una baja cantidad de fósforo (Perkins, Woods, Harrison y Elser, 2004). Los resultados anteriores concuerdan con los obtenidos por Loaiza

y Joern (2008), quienes mencionan que, el uso del fósforo cubre la necesidad de proteínas y carbohidratos en la dieta de la mayoría de invertebrados.

Royauté y Dochtermann (2017), sostienen los resultados anteriores, y mencionan que al aplicar una dieta con mayor porcentaje de proteína aumenta la tasa de crecimiento y masa (dieta estimada por interacción  $\pm$  CI;  $\beta=0.004 \pm [0.003: 0.005]$ ). Todos estos estudios fueron analizados en forma general sin distinción del género del grillo (*Acheta domesticus* L.) y se los puede comparar con los resultados obtenidos en el presente experimento, mostrando que el contenido nutricional del balanceado utilizado se aproxima a los macronutrientes utilizados por Patton (1978) y por ende los resultados son similares en cuanto al número de grillos y peso fresco.

#### 4.7 Peso fresco por género

Para la variable peso fresco por género no existe interacción entre el género y tratamiento ( $F=1.40$ ;  $gl=3,21$ ;  $p=0.2714$ ), sin embargo, para el factor tratamiento existe diferencia significativa ( $F=3.89$ ;  $gl=3,21$ ;  $p=0.0234$ ) independiente del género, por el contrario, para el factor género existe diferencia significativa ( $F=0.77$ ;  $gl=1,21$ ;  $p=0.3915$ ) (Tabla 20).

Tabla 20  
*Análisis de varianza para la variable peso fresco por género.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Género	1	21	0.77	0.3915
Tratamiento	3	21	3.89	0.0234
Género: tratamiento	3	21	1.40	0.2714

En el experimento realizado se puede observar que no interfiere o no existe interacción entre tratamiento y género, sino que únicamente por tratamiento y esos datos se describieron anteriormente. Sin embargo McFarlane, Neilson y Ghouri (1959), en su estudio separaron (*Acheta domesticus* L.) machos y hembras y midieron el peso que adquirieron al terminar su estado de ninfa, los datos hallados fueron los siguientes: con una dieta cuyo ingrediente principal era el balanceado para conejos (16% de proteína), el peso de 21 machos fue de 351mg, mientras que para 23 hembras fue de 393mg de peso al

terminar su estado de ninfa, además indica que, el uso de aceite de germen de trigo en la dieta favorece en un mejor crecimiento en las hembras.

Los resultados anteriores no concuerdan con McFarlane (1964), que indica que aplicando una dieta similar a base de balanceado de conejos se obtiene como resultados que, 19 grillos machos al iniciar la fase adulta alcanzaron un peso de 353.9mg, mientras que para 13 hembras su peso fue de 357mg. Por otra parte en un ensayo realizado por Visanuvimol y Bertram (2011), menciona que en una muestra promedio de 139 grillos, las hembras adquieren 45.86g de peso más que los machos, esto al incluir en su experimento una temperatura promedio de 26°C, 24% de proteína y 1% de fósforo en la dieta. Como se puede apreciar existe un contraste pequeño de peso entre machos y hembras, esto es debido al tipo de alimento y a la inclusión de una mínima cantidad de fosforo, que ayuda al desarrollo del insecto

#### 4.8 Peso seco total

La investigación muestra que si existe diferencia significativa de los tipos de alimento con respecto al peso seco total ( $F=6.55$ ;  $gl=3,9$ ;  $p=0.0122$ ) (Tabla 21).

Tabla 21  
Análisis de varianza para la variable número seco total.

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	9	6.55	0.0122

En cuanto al porcentaje de peso seco de los tratamientos, el balanceado para peces fue mejor en un 28% más que los restos de comida, sin embargo éstos fueron superiores a las dietas con frutas y hortalizas que alcanzaron 48% y 46% de efectividad respectivamente. En cambio, el porcentaje expresado en cantidad de peso seco muestra apenas 1g de diferencia promedio entre los tratamientos con frutas y hortalizas, así mismo la diferencia se reduce a 11g entre los tratamientos con restos de comida y balanceado, a pesar de aquello esta última fue la que tuvo mayor cantidad de peso seco (Figura 30).

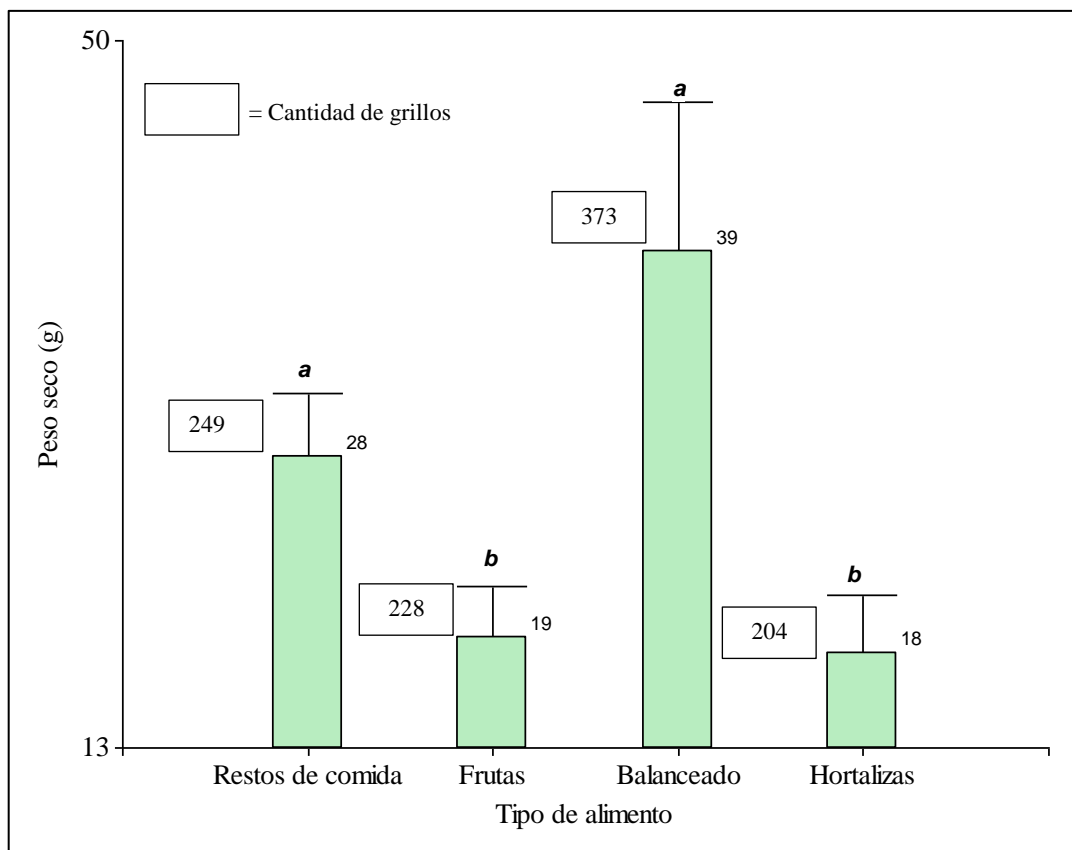


Figura 30. Peso seco total.

Nakagaki y Defoliart (1991), al pesar 200 grillos con 30 días de vida y suministrando una dieta con 30% de proteína, éstos pesaron 0.12g; reduciendo el 75% de su peso inicial (fresco), estos resultados fueron realmente bajos en comparación con los obtenidos por Booth y Kindell (2007), quienes introduciendo aproximadamente 200 grillos en un horno de secado a 55°C por 24 horas, tuvieron como resultado 60mg de peso seco en 120 días. Comparando con el ensayo realizado se puede observar que a 61 días la misma cantidad de grillos pesaron 63g de peso fresco, que luego de ser pasados por el horno de secado el peso se redujo a 21g, reduciendo el 33% de del peso inicial. Cabe recalcar que a medida que aumentan los días de desarrollo, los grillos aumentan la cantidad de peso, sin embargo la diferencia de datos se podría deber al tiempo de secado, ya que Booth y Kindell (2007), secaron los grillos 12 horas más que el experimento realizado.

Por otra parte McCluney y Rishabh (2008), mencionan que, la disponibilidad de agua en la cría de grillos es tan importante como el tipo de alimentación para obtener un buen peso seco, es por eso que con una disponibilidad de 24 horas durante todo el experimento, los grillos adquirieron 2.2mg de peso/día, mientras que solo brindarles agua por un lapso de 4



horas únicamente aumentaron 0.9mg/día. A pesar de ello y comparando únicamente con un tratamiento (frutas) y una repetición, los resultados obtenidos en el actual experimento fueron 300 veces más que los alcanzados por Booth y Kindell (2007) en cuanto al peso seco.

Veenbos y Oonincx (2017), encontraron que el peso fresco de 100 grillos fue en promedio 336mg y al secarlos a 70°C, ese peso se redujo a 86.4mg, es decir que en el proceso de secado se perdieron 249.6mg y en porcentaje el 75% de su peso. De la misma manera Rivera (2017), después del sacrificio de un lote de 1000 grillos obtuvo un peso fresco promedio de 950g, que después de ser sometidos al proceso de horneado se redujo a 180g promedio, dicho transcurso redujo el 81% del peso inicial, ambos perdieron en promedio 78% de peso cuando fueron sometidos al horno de secado, sin embargo en el experimento ejecutado la pérdida de peso en promedio fue del 66.5% para el tratamiento con balanceado.

#### 4.8 Peso seco por género

Para la variable peso seco por género no existe interacción entre el género y tratamiento (F=1.46; gl=3,21; p=0.2542), sin embargo, para el factor tratamiento existe diferencia significativa (F=9.81; gl=3,21; p=0.0003) independiente del género, por el contrario, para el factor género existe diferencia significativa (F=0.71; gl=1,21; p=0.4104) (Tabla 22).

Tabla 22  
*Análisis de varianza para la variable peso seco por género.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Género	1	21	0.71	0.4104
Tratamiento	3	21	9.81	0.0003
Género: tratamiento	3	21	1.46	0.2542

#### 4.9 Peso harina total

La presente investigación muestra que existe diferencia significativa de los tipos de alimento con respecto a la cantidad de harina total (F=4.56; gl=3,9; p=0.0331) (Tabla 23).

Tabla 23

*Análisis de varianza para la variable peso harina total.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	9	4.56	0.0331

Estos resultados se obtuvieron por tratamiento a partir de la molida de los grillos, dando como consecuencia que, el tratamiento con balanceado originó 31% más harina que la dieta con restos de comida, 58% más que el de frutas y 56% más que con hortalizas (Figura 31).

En el experimento ejecutado se secó y molió 1000 grillos alimentados con balanceado para peces con un peso promedio de 298g, los cuales originaron 96g de harina, es decir en dicho proceso se perdió el 68% de peso fresco, esta datos lo refuta Rivera (2017) quien realizó un experimento con el mismo tipo de alimento y la misma cantidad de grillos y obtuvo un peso fresco promedio de 950g, que posteriormente por procesos de secado y de molida se redujeron a 180g, perdiéndose en dicho procesos 81% de peso. La diferencia de pesos a pesar de ser alimentados con balanceado para peces de 42% de proteína, se podría deber al tiempo de cosecha o al proceso de secado.

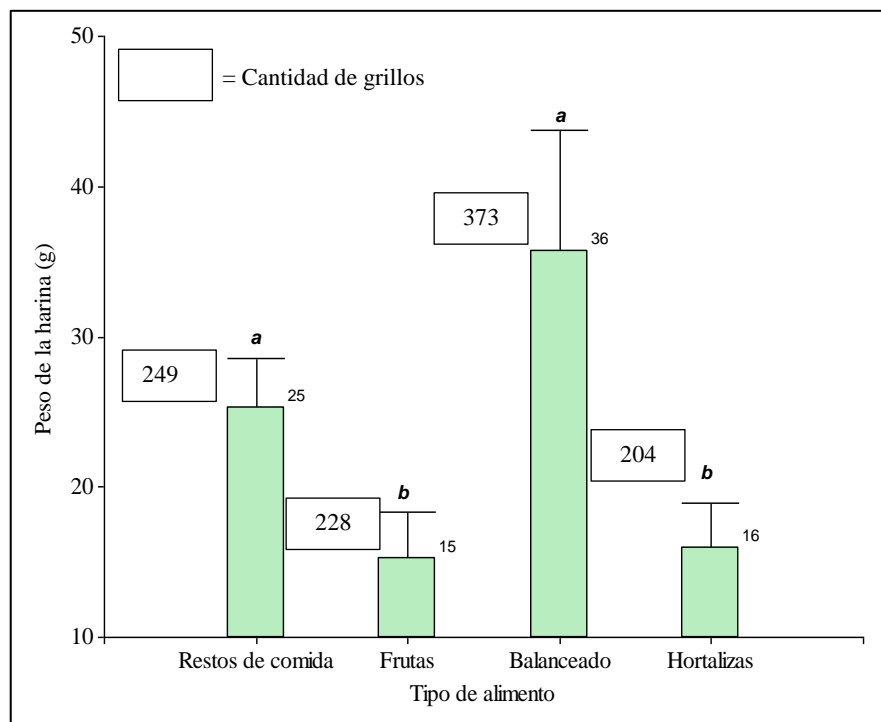


Figura 31. Peso harina total.

#### 4.10 Peso seco harina por género

Para la variable peso seco harina por género no existe interacción entre el género y tratamiento ( $F=1.89$ ;  $gl=3,21$ ;  $p=0.1622$ ), sin embargo, para el factor tratamiento existe diferencia significativa ( $F=7.30$ ;  $gl=3,21$ ;  $p=0.0016$ ) independiente del género, por el contrario, para el factor género existe diferencia significativa ( $F=1.89$ ;  $gl=1,21$ ;  $p=0.1841$ ) (Tabla 24).

Tabla 24  
*Análisis de varianza para la variable peso harina por género.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Género	1	21	1.89	0.1841
Tratamiento	3	21	7.30	0.0016
Género: tratamiento	3	21	1.89	0.1622

En primer lugar se puede observar diferencias numéricas pero no estadísticas de la cantidad de harina entre machos y hembras para los tratamientos con restos de comida, frutas y balanceado, sin embargo no es así para hortalizas, donde se aprecia que las hembras aportaron un poco más de harina que los machos, realizando el análisis se puede decir que los machos alimentados a base de balanceado tienen en promedio 8.8g más respecto a las hembras del mismo tratamiento, de la misma manera, para la dieta con restos de comida los machos poseen 2.3g de peso promedio más que las hembras, para el procedimiento con hortalizas las hembras presentan un peso promedio superior al de los macho con 2g, finalmente existe una pequeña diferencia de 0.3g a favor de los machos en el tratamiento con frutas (Figura 32).

En cuanto al porcentaje entre cantidad de harina que produjeron únicamente los machos de los diferentes tratamientos son los siguientes: los que fueron tratados con balanceado fueron mejores en un 39% que los alimentados con restos de comida, 65% más que con una dieta a base de frutas y 69% superiores al tratamiento con hortalizas. Por otra parte las hembras que fueron alimentadas con balanceado produjeron 15% más de harina que las de restos de comida, 33% superior al tratamiento con hortalizas y 44% más que las tratadas con frutas.

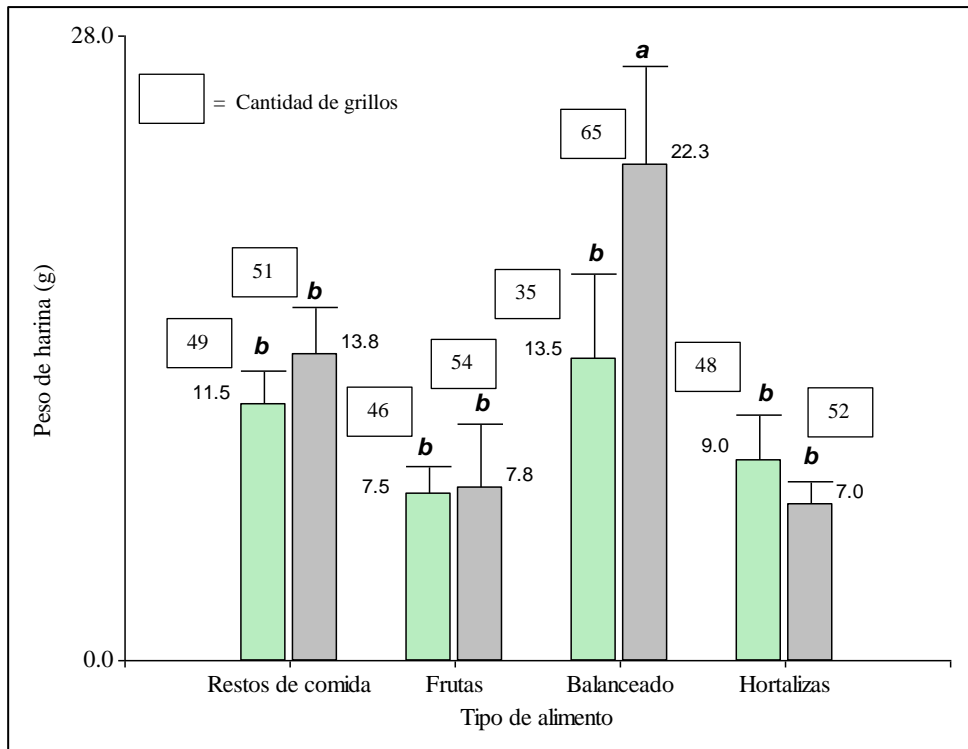


Figura 32. Peso seco de la harina por género.

#### 4.11 Relación peso fresco grillos-peso harina

Para la variable relación peso fresco grillos-peso harina existe diferencia significativa para el factor tratamiento ( $F=5.78$ ;  $gl=3,9$ ;  $p=0.0175$ ) que corresponde al tipo de alimento (Tabla 25).

Tabla 25

*Análisis de varianza para la variable relación peso fresco grillos-peso harina.*

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	9	5.78	0.0175

La cantidad de peso fresco de grillos que se necesita para producir un gramo de harina es diferente para cada tratamiento y como se puede observar, para la dieta con hortalizas y restos de comida se necesita en promedio 2.1g y 1.8g más de peso respectivamente para asemejarse al mejor método (balanceado), es decir se requiere en promedio 36% más de peso fresco para alcanzar un gramo de harina, sin embargo el tratamiento con frutas representa el 90% de efectividad en comparación con el balanceado, necesitando 1.6g de peso para igualar a éste, representando apenas el 10% (Figura 33).

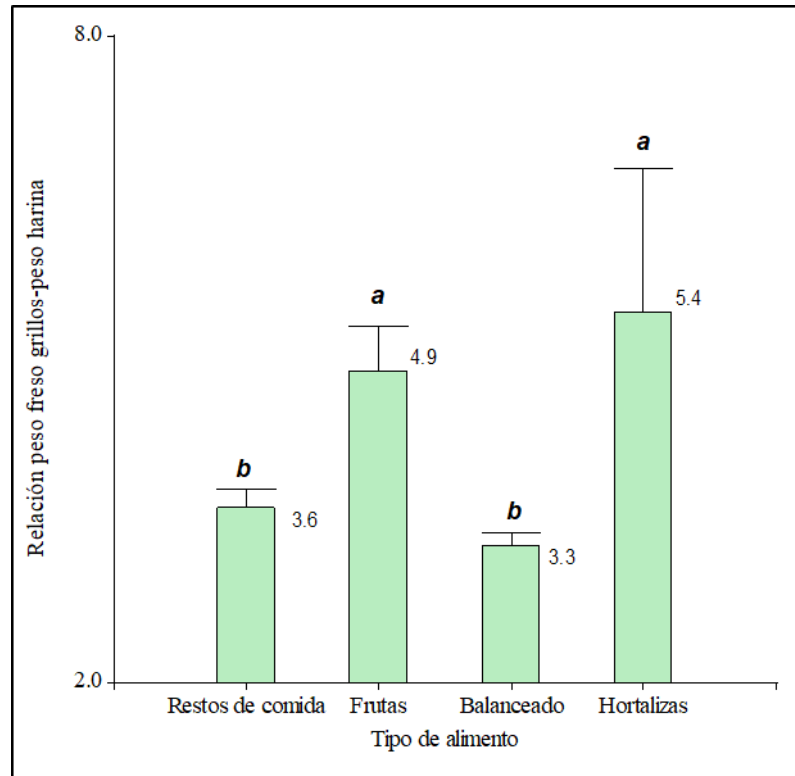


Figura 33. Relación peso fresco grillos por gramo de harina.

Rivera (2017) en su estudio menciona que, el proceso de secado y molida reduce en promedio el 83% del peso fresco (950g), quedando únicamente 160g de harina, si dividimos la cantidad de peso fresco para el total de harina conseguida, se muestra que el autor en mención necesitó 5.93g para obtener un gramo de harina, sin embargo en el experimento se obtuvo 117g de peso fresco que al secarlo redujo el 69% del mismo y se obtuvo 35.75g de harina, es decir que para obtener un gramo de harina se necesitó 3.25g de peso fresco, es decir 2.78g menos en comparación al autor.

#### 4.12 Relación número de grillos por gramo de harina

Para la variable relación número de grillos por gramo de harina existe diferencia significativa para el factor tratamiento ( $F=3.12$ ;  $gl=3,9$ ;  $p=0.0411$ ) que corresponde al tipo de alimento (Tabla 26).

Tabla 26  
Análisis de varianza para la variable relación número de grillos por gramo de harina.

Fuentes de variación	gl.FV	gl.E.Ex	F	P
Tratamiento	3	9	3.12	0.0411

En la figura 34 se muestra el porcentaje de grillos que se necesitó para obtener un gramo de harina, y como se puede observar, en el tratamiento con frutas se necesita 73% más grillos para alcanzar el óptimo (balanceado), siendo éste junto al tratamiento con hortalizas 70% los que necesitan mayor cantidad de grillos, mientras que para la dieta con restos de comida se necesita apenas el 2% de grillos para asemejarse al mejor tratamiento

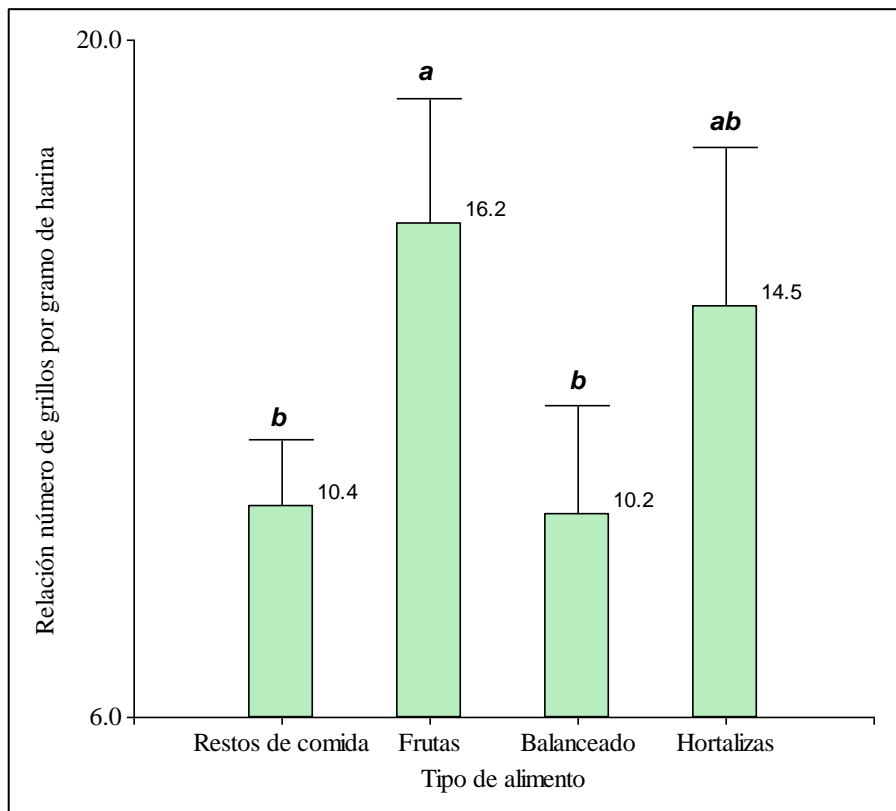


Figura 34. Relación número de grillos por gramo de harina.

De la misma manera, Rivera (2017) indica que para alcanzar un gramo de harina se necesita en promedio 6.25 grillos, esto si se los alimenta a base de concentrado para peces (42% de proteína) y repollo, no obstante en el estudio realizado a pesar que se utilizó balanceado con 42% de proteína se obtuvo como resultado que para un gramo de harina se necesitó 10.2 grillos, habiendo una diferencia desfavorable de 3.95 grillos.

#### 4.13 Porcentaje de proteína de la harina elaborada

Los resultados obtenidos al analizar la harina de grillo de los diferentes tratamientos muestran que al suministrar balanceado en la dieta, éstos generan un alto porcentaje de

proteína, llegando al 52.76%, con un valor similar se puede observar la que se obtuvo con la utilización de restos de comida 41.01%, para los tratamientos restantes de frutas y hortalizas se obtuvo 38.07 y 34.73% respectivamente, siendo estos los más bajos en cuanto a dicho porcentaje (Tabla 27).

Tabla 27  
*Porcentaje de proteína por tratamiento.*

Tratamiento	% Proteína
Restos de comida	41.01
Frutas	38.07
Balanceado	52.76
Hortalizas	34.73

Finke (2002), menciona que, utilizando una dieta correcta el porcentaje de proteína alcanzar el 63%. Por otra parte, Muros, Barroso y Agugliaro (2014), mencionan que, existen 150 especies de insectos comestibles y que con una dieta ajustada alcanzan grandes porcentajes de proteína, ejemplo los grillos (*Acheta domesticus* L.) 66.6%, chapulín mexicano (*Melanoplus mexicanus* Stal) 77.1% de proteína, sin embargo comparando con el mejor tratamiento y a pesar que se realizó únicamente utilizando balanceado, el porcentaje de proteína fue 52.76%, habiendo una diferencia promedio de 14% con los datos mencionados por los dichos autores

Por otra parte Caparros, Alabi y Blecker (2015) comentan que la harina de hoja de yuca (14.2% de proteína) fue la que favoreció en obtener un 46% de proteína en el análisis bromatológico de la harina de grillo. Por otra parte Tyler, Churchward y Philippe (2017), comentan que, existen compañías como: ENTOMO Farms y Thailand Unique dedicadas a la producción de insectos con dietas holísticas (con estudios de nutrición), obteniendo un porcentaje de proteína de 65 y 57.5% respectivamente para cada empresa. De la misma manera Ribeiro, Lima, y Almeida (2019), no obtuvieron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de proteína, siendo en promedio 64.4% y 65.3% para *Acheta domesticus* L. y *Gryllodes sigillatus* Linnaeus respectivamente. Los autores mencionados no señalan un porcentaje de proteína ni mucho menos cantidad de alimento, ya que son empresas encargadas de la producción en masa de insectos. Sin embargo el balanceado utilizado en el experimento aportó 52.76% de proteína en promedio tan solo 10% menos

que el obtenido de las grandes empresas. Además si se mejora el tratamiento con restos de comida que alcanzó 41.01%, se aumentaría el nivel de proteína y reduciría los costos de producción, además de contribuir con el cuidado del medio ambiente al manejar dichos residuos.

#### 4.14 Costos de producción

Los costos de producción obtenidos al finalizar el proyecto muestran que, el tratamiento menos costoso fue el de restos de comida \$155.25, seguido del balanceado con \$163.25, que muestra una diferencia únicamente la adquisición de alimento, de la misma forma estos fueron los que mejores resultados alcanzaron al medir las diferentes variables, resaltando el porcentaje de proteína alcanzado que superó en promedio 46% a las dos dietas restantes, mientras que los tratamientos con frutas y hortalizas tuvieron un costo de \$177.25 y \$170.25 respectivamente debido al precio elevado de las frutas a comparación de las hortalizas y estos tratamientos no brindaron buenos resultados en las variables analizadas (Tabla 28). A pesar que el tratamiento con restos de comida aporta menor porcentaje de proteína respecto al balanceado, es importante destacar su bajo costo y la reutilización de los desechos de comida.

Tabla 28  
*Costos de producción por tratamiento.*

Rubro	Restos de comida (USD)	Frutas (USD)	Balanceado de pescado (USD)	Hortalizas (USD)
Alimento	0.00	22.00	8.00	15.00
Camioneta	5.00	5.00	5.00	5.00
Tapas	0.00	0.00	0.00	0.00
Balanza	20.00	20.00	20.00	20.00
Termohidrómetro	35.00	35.00	35.00	35.00
Calefactor	45.00	45.00	45.00	45.00
Aserrín	0.25	0.25	0.25	0.25
Cubetas de huevos	0.00	0.00	0.00	0.00
Cajas	30.00	30.00	30.00	30.00
Análisis bromatológico	20.00	20.00	20.00	20.00
<b>Total</b>	<b>155.25</b>	<b>177.25</b>	<b>163.25</b>	<b>170.25</b>



## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- Aplicando balanceado para peces y restos de comida como fuente alimenticia favoreció en el desarrollo productivo del insecto en comparación con los dos tratamientos restantes y en el ciclo de vida o tiempo de cosecha, disminuyeron en promedio 3 días.
- La harina de grillo que se obtuvo con tratamiento a base de balanceado alcanzó alto nivel de proteína, llegando a 52.76%, sin embargo el manejo con restos de comida alcanzó 41.01%, ambos superando notablemente a los tratamientos restantes.
- Los costos de producción en el tratamiento con restos de comida fueron los más económicos existiendo una ligera diferencia de \$15 entre el resto de dietas.
- Los restos de comida a pesar de ser reciclados, sobrepasaron las expectativas en cuanto a la eficiencia como alimento dentro la producción de los grillos.

### **5.2 Recomendaciones**

- Realizar experimentos aplicando diferentes temperaturas con la finalidad de reducir el ciclo de vida de los grillos.
- Potenciar la alimentación a base de restos de comida hasta alcanzar los niveles de proteína obtenidos con balanceados de pescado.
- Desarrollar estudios sobre la aplicación de alimentos secos y triturados en comparación con alimentos enteros para evaluar desperdicios generados.
- Realizar varias muestras del análisis de proteína, para determinar si existe diferencias significativas con los demás tratamientos.
- Evaluar la palatabilidad de la harina en animales de producción y consumo humano.

## Bibliografía

- Alexander, R., y Otte, D. (1997). The evolution of genitalia and mating behavior in crickets (Gryllidae) and other Orthoptera. (A. Robert W. Stores, Ed.) *Misc. Pub. Mus. Zoo* (133), 1-70.
- Alexis, M. (1997). Fish meal and fish oil replacers in Mediterranean marine fish diets. *Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), CIHEAM*, 183-204.
- Apolo-Arévalo, L., y Iannacone, J. (2015). Crianza del grillo (*Acheta domestica* L.) como fuente alternativa de proteínas para el consumo humano. *Scientia*, 17(17), 161-173.
- Arango, G., Vergara, R., y Mejía, H. (2004). Análisis composicional, microbiológico y digestibilidad de la proteína de la harina de larvas de (*Hermetia illucens* L) (Diptera: Stratiomyidae) en Angelópolis Antioquia, Colombia. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 57(2), 2491-2499.
- Arnaldos, M., García, M., y Presa, J. (2010). Entomología Forense. Murcia, España: Limusa.
- Booth, D., y Kindell, K. (2007). Temperature and the energetics of development in the house cricket (*Acheta domestica* L.). *Journal of Insect Physiology*, 53(9), 950-953.
- Caparros, M., Alabi, R., y Blecker, C. (2015). Optimización de una producción económica y residencial a pequeña escala de grillos comestibles con subproductos locales como fuente alternativa de alimento humano rico en proteínas en la provincia de Ratanakiri, Camboya. *Revista de la Ciencia de la Alimentación y la Agricultura*, 96(2), 627-632.
- Castillo, D. (2005). *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. México: Real academia española.
- Chippendale, G. M. (1965). A method for rearing the cabbage looper, *Trichoplus*. *Journal of economic entomology*, 58(2), 377-378.
- Crocker, K., y Hunter, M. (2018). Social density, but not sex ratio, drives ecdysteroid hormone provisioning to eggs by female house crickets (*Acheta domestica* L.). *Ecology and Evolution*, 8, 10257-10265.
- Dougherty, E. (1959). *Introduction to axenic culture of invertebrate metazoa* (Vol. 77). (J. W. Sons, Ed.) New York: Anales de la Academia de Ciencias de Nueva York.
- Dzamba, J. (2010). *Third millennium farming: Is it time for another farming revolution? Architecture, landscape and design*. Toronto, Ontario, Canada: Academic Press.

- Finke, M. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21, 269-285.
- Fondevilla, M., y Latorre, M. (2017). Insectos como materia prima alternativa en la alimentación de ganado porcino. *Optifeed*, 1, 1-3.
- Garibay, A. (2007). *Zootecnia del grillo*. Universidad Michoacan de San Nicolás de Hidalgo. Michoacan: Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Morelia.
- Gaua, E. (2012). *Guía sobre la cría de grillos (Acheta domesticus L.)*. México D.F.
- Halloran, A., y Vantomme, P. (2013). La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. Roma, Italia: Viale delle Terme di Caracalla.
- House, H. L. (1967). Artificial diets for insects: a compilation of references with abstracts (1 ed.). (S. US, Ed.) Estados Unidos: IFI / Plenum Data Company.
- Ibrahem, M., e Ibrahim, M. (2014). The potential effects of *Spirulina platensis* (*Arthrospira platensis*) on tissue protection of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) through estimation of P53 level). *Journal of Advanced Research*, 5, 133-136.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2019). Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- Ismail, I. (2009). *Estudios biológicos y ecológicos sobre el grillo doméstico, Acheta domesticus L. (Orthopt., Gryllidae) en la región de Giza, Egipto* (Vol. 85). (V. P. Parey, Ed.)
- Jafer, K., Granier, M., y Zaldivar, E. (1989). Método de cría en laboratorio de grillos *Pteronemobius* sp. *Boletín de Entomología Venezolana*, 5(5), 41-46.
- Kaplan, M. (2014). Vivienda y alimentación de presa de invertebrados. *Biología Tropical*, 3, 1-3.
- Kulzer, L. (1998). Grillos de la casa, *Acheta domesticus*, Orden Orthoptera, Familia Gryllidae. *Scarabs: the bug society*, 215, 2-4.
- Lee, J., Kim, Y., Yang, Y., Jung, B., y Lee, B. (2018). Black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae enhances immune activities and increases survivability of broiler chicks against experimental infection of *Salmonella gallinarum*. *Journal of Veterinary Medical Science*, 80(5), 736-740.
- Loaiza, V., y Joern, A. (2008). Does dietary P affect feeding and performance in the mixed-feeding grasshopper (Acrididae) *Melanoplus bivittatus* Say. *Environmental Entomology*, 37(2), 333-339.

- Lozano, J. (2005). Entomología, morfología y fisiología de los insectos. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia
- McCluney, K., y Rishabh, C. (2008). The effects of hydration on growth of the house cricket, *Acheta domesticus* L. *Journal of Insect Science*, 8(32), 1-9.
- McFarlane, J. (1964). Los requerimientos de proteína del grillo de la casa, *Acheta domestitus* L. *Canadian Journal of Zoology*, 42(4), 645-647.
- McFarlane, J., Neilson, B., y Ghouri, K. (1959). Artificial diets for the house cricket, *Acheta domesticus* L. *Canadian Journal of Zoology*, 37(6), 913-916.
- Melo-Ruíz, V., Cremieux, J., Rodríguez, D., y Villoch, A. (2018). Ganancia de peso, talla y sobrevivencia en *Crocodylus moreletii* alimentados con extractos de tres tipos de insectos. *Salud animal*, 40(2), 10-14.
- Méndez-Gutiérrez, D. (2014). Los insectos como una fuente de proteína limpia y sustentable para el futuro. *Entomología Mexicana*(1), 1039-1044.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). Rendimiento de soya en el Ecuador 2017.
- Muros, M., Barroso, F., y Agugliaro, F. (2014). Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 16-27.
- Nakagaki, B., y Defoliart, G. (1991). Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* L. (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *Journal of Economic Entomology*, 84(3), 891-896.
- Nakagaki, B., Sunde, M., y Defoliart, G. (1987). Protein quality of the house cricket, *Acheta domesticus* L., when fed to broiler chicks. *Poultry science*, 66, 1367-1371.
- Núñez, O. (2017). Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(2), 93-94.
- Oller, A. F. (2013). Uso de insectos como fuente proteica en la alimentación animal. *Journal NuriNews*, 2, 1-5.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). *Como alimentar al mundo en 2050*. Roma, Italia: Viale delle Terme di Caracalla.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente*. Roma, Italia.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Expert consultation meeting: assessing the potential of insects as food and feed in assuring food security*. (P. Vantomme, E. Mertens, y H. Klunder, Edits.) Roma, Italia.
- Patton, R. (1967). Dietas olídicas para *Acheta domestius* (Orthoptera: Gryllidae). *Anales de la Sociedad Entomológica de América*, 60(6), 1238-1242.
- Patton, R. L. (1978). Growth and development parameters for *Acheta domesticus* L. *Annals of the entomological society of America*, 70(1), 40-42.
- Perkins, M., Woods, H., Harrison, J., y Elser, J. (2004). Dietary phosphorus affects the growths of larval *Manduca sexta* L. *Archivies of insects Biochemistry and physiology*, 55, 153-168.
- Ribeiro, J., Lima, R., y Almeida, A. (2019). Impact of defatting freeze-dried edible crickets (*Acheta domesticus* L. and *Gryllodes sigillatus* L.) on the nutritive value, overall liking and sensory profile of cereal bars. *Food Science and Techonology*, 113, 1-7.
- Rivera, E. (2017). Estimación piloto de los costos en la producción y proceso de harina de grillo (*Acheta domesticus* L.), como fuente de proteína para dieta humana (tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 18-23. Honduras.
- Rostagno, H., Texeira, L., Gomes, P., Oliveira, R. Lopes, D., Ferreira, A., y Barreto, S. (2005). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos* (Vol. 2). (H. S. Rostagno, Ed.) Brasil: Departamento de zootecnia.
- Royauté, R., y Dochtermann, N. (2017). When the mean on longer matters: developmental diet affects behavioral variation but not population averages in house cricket (*Acheta domesticus* L.). *Behavioral Ecology*, 28 (1), 337-345.
- Sakaluk, S., y Code, H. (1983). The adaptive significance of female multiple matings in house and field crickets. Orthopteran mating systems. (D. G. Morris, Ed.) *En sexual competiton in a diverse group of insects*.
- Sancho, D., y Álvarez, G. (2015). Insectos y alimentación de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L, un alimento de los pobladores de la Amazonía Ecuatoriana. *Entomotropica*, 30(14), 135-149.
- Schiavone, D. (2017). Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia ilucens* L.) meal for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. *Journal of animal science and Biotechnology*, 8(51), 10-26.

- Simmons, L., y Ritchie, M. (1996). Symmetry in the songs of crickets. *Proceedings of the Royal Society. B: Biological science*, 263B, 1305-1311.
- Sisterson, M., Wallis, C., y Stenger, D. (2015). Effects of glassy-winged sharpshooter (Hemiptera: Cicadellidae) feeding, size, and lipid content on egg maturation. *Economic Entomology*, 108(3), 1014-1021.
- Sorjonen, J., Valtonen, A., e Hirvisalo, E. (2019). The plant-based by-product diets for the mass-rearing of *Acheta domesticus* L. and *Gryllus bimaculatus* L. *PLOS ONE*, 14(6), 1-19.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., y Rosales, M. (2006). Livestock's long shadow. FAO. 390p.
- Sturm, R. (1999). Efecto de la temperatura en la producción y desarrollo de huevos de *Acheta domesticus* L. Insecta Orthoptera Gryllidae. *Linzer Biologische Beitrage*, 312, 731-737.
- Toro, C. (2017). Bondades de la harina de grillos. Recuperado el 18 de junio de 2017, de <https://www.arthrofood.co/single-post/2017/06/28/Esto-es-lo-que-dicen-los-expertossobre-la-harina-de-grillo>.
- Tyler, A., Churchward, V., y Philippe, J. (2017). Consideration of insects as a source of dietary protein for human consumption. *Nutrition Reviews*, 75(12), 1035-1045.
- Valdiviá, M. (Febrero de 2016). Los insectos como fuente de proteína y otros nutrientes. En Díaz Jose (Presidencia). 5° Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. Congreso llevado a cabo en Cuba.
- Veenenbos, M., y Oonincx, D. (2017). Carrot supplementation does not affect house cricket performance (*Acheta domesticus* L.). *Journal of Insects as Food and Feed*, 3, 217-221.
- Veldkamp, T., Bosch, G., Ottevanger, E. y Huis, A. (2012). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets. *Wageningen UR Livestock Research*, 1(4), 3-10.
- Vicent, H., Resh, A., y Cardé, T. (2009). *Encyclopedia of insects* (Vol. 2). California, Estados Unidos: Academic Press.
- Visanuvimol, L., y Bertram, S. (2011). How dietary phosphorus availability during development influences condition and life history traits of the cricket, *Acheta domesticus* L. *Journal of insect science*, 2(63), 2-17.
- Walker, T. (2007). Featured Creatures. University of Florida/IFAS. *House cricket, Acheta domesticus* L.

- Walker, T., y Masaki, S. (1987). Cricket life cycles. *Evolutionary Biology*, 21(10), 349-423.
- Watler, D. (1982). Influencia de la situación social en el consumo de alimentos y el crecimiento de las ninfas del grillo doméstico, *Acheta domesticus* L. *Entomología fisiología*, 7(3), 343-350.