

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

CARACTERIZACIÓN PROTEICA DE LA HARINA DE GRILLO (*Gryllus assimilis* L.) SEGÚN ETAPA DE DESARROLLO

POR:

ISAAC FERNANDO GONZALES RUBIO

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

ENERO, 2024

CARACTERIZACION PROTEICA DE LA HARINA DE GRILLO (*Gryllus assimilis. L*)
SEGÚN ETAPA DE DESARROLLO

POR:

ISAAC FERNANDO GONZALES RUBIO

Ph.D. ROY DONALD MENJIVAR BARAHONA

Asesor Principal

TESIS

TRAJAJO DE TESIS PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

ENERO, 2024

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado especialmente a mis padres Marlene Rubio Ramírez y Elvin Francisco Gonzales por formarme y apoyarme en todas mis decisiones y ponerme en el buen camino, a toda mi familia en especial a mi tía Lourdes Yamileth Rubio por apoyarme en cada una de mis decisiones, a Alba Marleni Gonzales quien siempre me motivo a seguir adelante en todo mi trayecto.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fortaleza necesaria para no rendirme y culminar con éxito mi carrera.

En segundo lugar, a mis amigos por apoyarme en momentos que lo necesitaba, Agradezco a Lissy Velásquez quien me motivo a no rendirme y seguir adelante a pesar de todas las dificultades, a Marco Ramos por nunca dejarme de apoyarme con sus consejos e ideas, a Keiry Escalante quien estuvo presente en todo el proceso, a Alberth por ayudarme en cada proceso y desarrollo de este trabajo.

Por último, agradezco a mis asesores Ph.D. Roy Donald Menjívar Barahona, por siempre apoyarme en todo el proceso, al M. Sc. Ramon Antonio Herrera Antúnez y M. Sc. Edwar Josué Rivera Solis.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABLAS.....	1
RESUMEN	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos	5
III. REVISIÓN LITERARIA.....	6
3.1. Seguridad alimentaria y nutricional	6
3.2. Situación mundial y la de Honduras	7
3.3. Proteínas.....	7
3.4. Metabolismo de proteínas	8
3.5. Calidad proteica	8
3.6. Insectos	9
3.7. Quitina y digestibilidad.....	10
3.8. Descripción del <i>Gryllus assimilis</i> L.....	11
3.9. Valor nutricional de la harina <i>G. assimilis</i> L.....	12
3.10. Inocuidad y conservación de alimentos	14
3.11. Antecedentes de Investigación.....	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4.1. Lugar de investigación.....	18

4.2.	Materiales y equipo.....	19
4.3.	Diagrama de flujo para la producción de harina de grillo	19
4.4.	Descripción de los tratamientos	21
4.5.	Metodología de investigación	21
4.6.	Obtención de la harina	22
4.7.	Variables independientes.....	23
4.8.	Variables dependientes.....	23
4.9.	Análisis estadístico.....	25
4.10.	Grafica de normalidad.....	26
4.11.	Análisis Kruskal Wallis.....	26
4.12.	Prueba de T	26
V.	RESULTADOS.....	28
5.1.	Análisis Bromatológicos.....	32
5.2.	Análisis Fisicoquímicos	34
5.3.	Análisis microbiológicos	36
5.4.	Análisis ANAVA	¡Error! Marcador no definido.
5.5.	Determinación de rendimiento por lote	¡Error! Marcador no definido.
5.6.	Rendimiento por tratamiento	31
VI.	CONCLUSIONES.....	38
VII.	RECOMENDACIONES	40
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	41
IX.	ANEXOS.....	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Gryllus assimilis</i> L. macho y hembra.....	11
Figura 2. Ubicación de la planta de la Universidad Nacional de Agricultura	16
Figura 3. Proceso de elaboración de la harina	18

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Lista de insectos comestibles autorizada por la Unión Europea.....	10
Tabla 2. Contenido de quitina y coeficientes de digestibilidad de insectos comestibles.	11
Tabla 3. Análisis proximal y digestibilidad in vitro del <i>Gryllus assimilis</i> . L.	12
Tabla 4. Digestibilidad y aporte proteico de las especies de grillos.....	13
Tabla 5. Porcentaje de proteína por país de origen	17
Tabla 6. Materiales y equipo	19
Tabla 7. Cuadro de tratamientos	21
Tabla 8. Valor nutricional de dietas	22
Tabla 9. Prueba de T	26
Tabla 10. Media de tiempo a cosecha en día.....	29
Tabla 11. Consumo de alimento, peso final y conversión alimentaria	31
Tabla 12. Rendimiento de harina por tratamiento	31
Tabla 13. Comportamiento del porcentaje de proteína	32
Tabla 14. Composición nutricional de la harina de grillo	34
Tabla 15. Humedad por tratamiento de harina de grillo	35
Tabla 16. pH por tratamiento de harina de grillo	36
Tabla 17. Análisis microbiológicos.....	37

Gonzales Rubio, Isaac Gonzales (2023): Caracterización Proteica De La Harina De Grillo (*Gryllus assimilis* L.) Según Etapa De Desarrollo. Trabajo profesional supervisado por tesis de grado Ingeniería en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras

RESUMEN

La entomófaga es una práctica alimentaria que ha sido parte de culturas a lo largo de la historia, el consumo de insectos nos ha traído un gran beneficio por la gran gama de aporte nutricionales, destacando por encima de todo el porcentaje de proteína que el grillo aporta. Con el propósito de obtener una caracterización de proteína. La investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de Agricultura. Se utilizaron grillos de la especie (*Gryllus assimilis*. L). criados con dos tipos de dieta distinta (concentrado de gallina ponedora y pollo de engorde) posteriormente de la cosecha se llevó a un proceso de deshidratación y molturación para la obtención de la harina obteniendo así 4 tratamientos T1 (Ponedora + grillo inmaduro), T2 (Ponedora + grillo adulto), T3 (Engorde + grillo inmaduro), T4 (Engorde + grillo adulto), realizándoles análisis bromatológicos en el laboratorio de SENASA, fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional de Agricultura, demostrando un ($P= 0.0001$) en la variable de tiempo de cosecha siendo el T3 con mejor resultado (63 días), con el consumo se tuvo un ($P=0.0001$) demostrando que los tratamientos T3 y T4 que comparten dieta alimenticia obtuvieron los mejores resultados, en cuanto a peso final , se tuvo un ($P=0.1504$) reflejando que no hay diferencia entre los tratamientos, en cuanto a la conversión alimenticia con un ($P=0.0086$) demostrando que T3 consumió menos alimento, tuvo el mismo peso y se cosecho en menor tiempo. Demostrando que el concentrado en etapa inmadura tuvo mejores resultados que los demás tratamientos.

Palabras clave: entomófaga, proteína, cosecha, molturación

I. INTRODUCCIÓN

Se cree que alrededor de la mitad de la población mundial está desnutrida, tanto en términos de energía (calorías) que necesita como de los componentes nutricionales de proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales que componen la dieta diaria (Adámková; et al, 2018).

Por esta razón, es crucial investigar, identificar y probar nuevas alternativas alimentarias para la población, cuyo suministro esté garantizado; su precio sea bajo; y que contengan los nutrientes necesarios para una buena salud, como las proteínas, particularmente las de origen animal ya que son las más completas. Esta nueva alternativa se presenta en los insectos porque son ricos en proteínas y otros nutrientes fundamentales.

La práctica de comer insectos, o entomofagia, por parte de varias culturas alrededor del mundo llevó a muchos nutricionistas a evaluar su valor nutricional como alimento. De todos estos estudios se deduce que la mayoría de los insectos examinados tienen, entre otras cosas, un aporte de proteínas comparable al de la carne. Aunque no pareció conducir a un aumento en el consumo para la nutrición humana, esto proporcionó una nueva perspectiva en la búsqueda de fuentes sustitutivas (Al-Qazzaz, Ismail, Akit, & Idris, 2017).

En comparación con la carne, la harina de grillo tiene tres veces más proteínas y cinco veces más magnesio. Contiene tres veces más hierro que las espinacas, el doble de calcio que la leche y es una rica fuente de Omega-3, Omega-6 y vitamina B12, lo que contribuye a su

papel de apoyo al funcionamiento saludable del cuerpo y la recuperación muscular (Almendares, y otros, 2018).

La investigación consiste en producir harina de grillo de la especie (*G. assimilis L.*) para comprobar si existe una diferencia nutricional significativa entre la harina en etapa temprana que sería inmadura con la harina de grillo en etapa adulta y así ver si el contenido de minerales, digestibilidad y de proteínas son los mismos en los dos tipos de harina o si existe una diferencia significativa entre ambas harinas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Caracterizar el contenido proteico de la harina de grillo (*Gryllus assimilis L*) según la etapa de cosecha

2.2. Objetivos específicos

- Elaborar la harina de grillo (*G. assimilis L.*) mediante el método de cosecha, deshidratación y molturación.
- Demostrar cuál de las dos dietas suministradas a los grillos (*G. assimilis L.*) brinda un mejor rendimiento en cuanto al crecimiento del grillo
- Determinar cuál es el rendimiento harinero de harina por lote de grillos cosechados
- Realizar análisis bromatológicos y fisicoquímicos a la harina de grillo (*G. assimilis L.*) identificando que tratamiento tiene mejores resultados

III. REVISIÓN LITERARIA

3.1. Seguridad alimentaria y nutricional

Los insectos en su mayoría cumplen con las recomendaciones diarias establecidas por la FAO en casi todos sus componentes y en los que no, se podrían utilizar junto con otros ingredientes para producir un alimento completo. Otro aspecto importante, además de su composición nutricional, es tener en cuenta que consumir insectos puede presentar ciertos riesgos químicos, biológicos o microbiológico (por otra parte, como cualquier otro alimento).

Para el año 2050 se espera un aumento del 60% al 70% en el consumo de productos de origen animal. Este aumento en el consumo demandará enormes recursos, siendo las fuentes tradicionales de proteína las más costosas, sobreexplotadas y perjudiciales para el ambiente. Explorar nuevas fuentes de proteína animal se convierte en una necesidad para el sector agropecuario. Es por esta razón que la FAO (2009) incluyó el uso de insectos en la alimentación humana y animal como una fuente alternativa de nutrientes desde el 2003 debido a sus características nutricionales y a su bajo impacto ambiental.

Una de las especies más promisorias es el grillo doméstico tropical (*Gryllodes sigillatus*), cuyo potencial como sistema productivo sostenible ha sido demostrado en varios países asiáticos como europeos. El propósito de este artículo es presentar los aspectos asociados al aprovechamiento y producción de la especie *G. sigillatus* que pueden hacerla sostenible como alimento en Colombia, dando cuenta de las características generales y nutricionales de la

especie y las ventajas socioeconómicas y ambientales de la cría de estos grillos y de los insectos en general. Se establece que, aunque existen emprendimientos en el país, es importante continuar con la investigación sobre esta especie en términos de producción a gran escala, así como en términos nutricionales para potenciar el sector económico y mejorar las condiciones materiales de agricultores en el país.

3.2. Situación mundial y la de Honduras

Tegucigalpa, Honduras. - La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomendó en años anteriores comer insectos para combatir el hambre. Saltamontes, hormigas y otras especies pueden ser una buena fuente de comida para el hombre, el ganado y las mascotas. Según informa la FAO, unos 2,000 millones de personas en el mundo complementan sus dietas con insectos, ya que estos poseen una alta cantidad de proteínas y minerales. Además, su consumo tiene un impacto ambiental positivo.

La organización también explicó que los insectos son «extremadamente eficientes» para convertir alimento en carne comestible, afirma la agencia de la ONU. En promedio, pueden transformar dos kilogramos de alimento en un kilogramo de masa de insecto. Por otra parte, se destaca que el consumo de insectos debe ir acompañado de arroz, verduras o algún otro tipo de alimento.

3.3. Proteínas

Las proteínas se describen como compuestos químicos nitrogenados con grandes pesos moleculares que producen soluciones coloidales y se descomponen durante el análisis para producir aminoácidos. Además, desempeñan las más diversas funciones en las células de

los seres vivos, contribuyendo a la estructura fundamental de los tejidos (incluidos músculos, tendones, piel, uñas, etc.). Además, llevan a cabo tareas metabólicas (enzimas, hormonas y anticuerpos) y regulatorias como la absorción de nutrientes y oxígeno en sangre, la eliminación de toxinas y la regulación de vitaminas y minerales liposolubles, entre otras. (Aumaitre, 2012).

3.4. Metabolismo de proteínas

La primera etapa del metabolismo de las proteínas es la zona de absorción, que se divide a su vez en el tracto gastrointestinal superior (que cubre hasta el duodeno) y el tracto gastrointestinal inferior (que cubre hasta el colon). El segundo escenario es cuando los aminoácidos absorbidos fluyen a través del plasma, también conocido como reserva de aminoácidos libres, y parte de la reserva está formada por la demanda metabólica (Belluco, 2015).

La tercera posibilidad implica la síntesis de nuevas proteínas utilizando los aminoácidos del pool. Por el contrario, en el tercer escenario (la zona de reserva), la proteasoma descompondrá las proteínas marcadas con ubiquitina y liberará los aminoácidos en un conjunto para su uso posterior. (Blanco, Giraldo, 2017).

3.5. Calidad proteica

El puntaje de aminoácidos corregido por digestibilidad de proteínas (PDCAAS), aprobado por la Organización de las Naciones Unidas (FAO) desde 1991, mide la calidad de las proteínas como un valor porcentual cuantitativo que se calcula multiplicando el valor de digestibilidad por el primer aminoácido limitante (expresado como porcentaje). La FAO también cree que la digestibilidad de las proteínas es un buen indicador de la

biodisponibilidad de los aminoácidos. (FAO, 2013).

3.6. Insectos

Los insectos, cuyo uso y comercialización ahora es legal como alimento en la Unión Europea (UE), son una nueva fuente emergente de proteínas. En este sentido, la entomófaga es un sustituto de una fuente de proteínas sostenible. En muchas regiones del mundo, incluidas Asia y América del Norte (México), los insectos ya eran consumidos directamente por los humanos, pero en el pasado esta práctica era más común, los griegos (343 a.C), La larva de la cigarra cuando alcanza su tamaño completo se convierte en ninfa en la tierra, luego sabe mejor, antes de que se rompa la cáscara, es decir, antes de la última muda (Gonzalo & Correa, 2019).

En China, el compendio "Materia Médica" de Li Shi Zhen presenta una lista impresionante de todos los alimentos, incluidos numerosos insectos como escarabajos, saltamontes, mariposas, grillos, cucarachas, abejas y avispas. También se destacan las ventajas terapéuticas. (Jayanegara, 2017).

En el contexto epistemológico de la religión cristiana, ningún otro texto contradice la lista de animales permitidos de Levítico 11, que es la única de su tipo. Todos los animales permitidos se distinguen por su modo de locomoción y características anatómicas, por lo que se minimiza la superficie de contacto de sus partes comestibles. En el caso de los insectos limpios, la calidad del salto es crucial como mecanismo de defensa y limpieza debido a que están expuestos a una mayor contaminación debido a su tamaño (Apri & al, 2016)

Como resultado, si el insecto tiene dos patas adicionales además de sus cuatro patas que le permiten realizar esta tarea, se considerará comestible. Grillos, langostas, saltamontes y algunas especies de gusanos y escarabajos se encuentran actualmente en la lista de insectos que la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) considera comestibles (Portillo, 2018)

Tabla 1. Lista de insectos comestibles autorizada por la Unión Europea

Nombre común	Nombre científico	Orden
Grillo común	<i>Acheta domesticus</i>	Orthoptera
Grillo de bicolor	<i>Gryllus assimilis. L.</i>	Orthoptera
Grillo de campo	<i>Gryllus bimaculatus</i>	Orthoptera
Grillo rayado	<i>Gryllodes sigillatus</i>	Orthoptera
Langosta migratoria	<i>Locusta migratoria</i>	Orthoptera
Langosta del desierto	<i>Schistocerca gregaria</i>	Orthoptera
Saltamontes	<i>Schistocerca americana</i>	Orthoptera
Escarabajos de la cama	<i>Alphitobius diaperinus</i>	Coleoptera
Gusano de la harina	<i>Tenebrio molitor</i>	Coleoptera
Súper gusanos	<i>Zophobas atratus</i>	Coleoptera

Fuente: insectos comestibles (AESAN, 2023)

3.7. Quitina y digestibilidad

En los insectos la quitina es el símil de la celulosa por su estructura, sin embargo, internamente la quitina posee aminoácidos libres que no están disponibles debido a la ausencia de quinasa en personas sin costumbres entomofágicas, se investigaron la relación entre el contenido de quitina y la digestibilidad de algunos insectos y encontraron que existe una correlación negativa ($P < 0.05$) entre el contenido de quitina y la digestibilidad proteica de los insectos (Medina R. , 2020).

Tabla 2. Contenido de quitina y coeficientes de digestibilidad de insectos comestibles.

Nombre común	Contenido de Quitina (Fibra) 100 g	Rango de Digestibilidad %
Grillo común	6.47	65 – 91
Grillo de bicolor	4.85	81.8 – 88
Grillo de campo	7.7	77 – 81.2
Langosta migratoria (larvas)	7.5	80
Langosta del desierto	27	43.8
Gusano de la harina	18	65.5
Súper gusanos	17	63

Fuente: Compilación de: Bosch et al. Protein Quality of Insects as Potential Ingredients for Dog and Cat Foods. (Pacheco, 2014)

3.8. Descripción del *Gryllus assimilis* L.

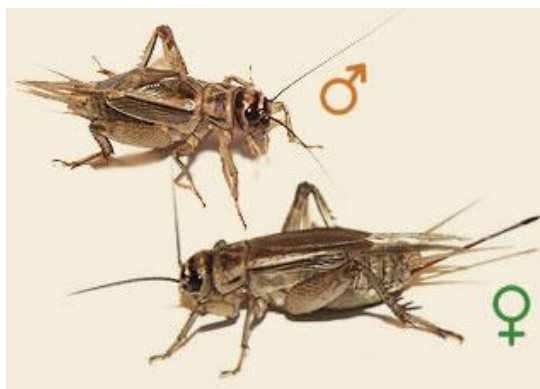
Es un insecto perteneciente al orden Orthoptera y a la familia Grillidae es la especie *G. assimilis* L. clasificado por Linnaeus en 1758. Los grillos bicolores, también llamados grillos silenciosos porque no producen un canto largo, se clasifican por tener exoesqueletos centrales, que miden entre 25 y 30 milímetros de largo, siendo las hembras más grandes que los machos y con cuerpos de color marrón oscuro. Las hembras de esta especie tienen un ovopositor, que es una estructura oscura, fina y delgada que se sitúa entre los dos cercos y tienen función sensorial y de apareamiento y ayuda en la diferenciación de sexos (Vignolo, 2015).

Las patas traseras están diseñadas para saltar hasta 30 veces su propio tamaño, le permiten desplazarse por terrenos a ras de suelo sin rozar su cuerpo como lo hacen otros insectos. y las medias y anteriores para desplazarse o trepar que les permite trepar a los árboles y otras ramas más altas (Padilla & Cuesta, 2009).

Los grillos pueden reproducirse a partir de las ocho semanas de edad. Cada macho puede fertilizar unas 25 hembras y, a lo largo de su vida, estas hembras pueden poner

entre 150 y 200 huevos. Como todos los grillos, el *G. assimilis* L. tiene tres etapas de vida: huevo, ninfa y grillo adulto. (Walker, 2015).

Figura 1. *Gryllus assimilis*. L. macho y hembra



Fuente: (Sarter, Farvor, & Dastterw, 2019)

3.9. Valor nutricional de la harina *G. assimilis* L.

La distribución de esta especie se concentra en Norte América (sur de los Estados Unidos, México) y Sudamérica (Colombia y Perú), los valores nutricionales corresponden a ejemplares de territorio peruano y mexicano (Walker, 2015).

Tabla 3. Análisis proximal y digestibilidad in vitro del *Gryllus assimilis*. L.

Harina de grillo	% en base seca
<i>Gryllus assimilis</i> L.	100 g
Proteínas	54.69%
Grasas	29.78%
Cenizas	2.83%

*Fibra	4.85%
Carbohidratos	7.85%
%Digestibilidad in vitro	88.05%
*Se considera la cantidad de quitina del insecto, parte no digerible	

Fuente: Koga R. (Vanegas & Escalante, 2017)

En cuanto a las dos especies de grillos restantes se reportan para el grillo común (*Acheta domesticus* L.) rangos de digestibilidad más altos y para el grillo de campo (*Gryllus bimaculatus* L.) el menor aporte proteico de las tres especies.

Tabla 4. Digestibilidad y aporte proteico de las especies de grillos

Nombre común Nombre científico		Rango de aporte proteico en 100 g	Rango de digestibilidad
Grillo común	<i>Acheta domesticus</i> L.	60.6 - 70	65% - 91%
Grillo de bicolor	<i>Gryllus assimilis</i> L.	66.9 - 75	81.8% - 88%
Grillo de campo	<i>Gryllus bimaculatus</i> L.	57 - 58	77% - 81.2%

Fuente: (Quitral, Morales, Sepúlveda, & Schwartz, 2016)

Consumir alimentos ricos en hierro es una parte clave del tratamiento de la anemia causada por niveles bajos de este elemento. El hierro es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. El cuerpo utiliza el hierro para fabricar la hemoglobina, una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, además de la mioglobina, una proteína que suministra oxígeno a los músculos. El cuerpo también necesita hierro para fabricar las hormonas y el tejido conectivo.

3.10. Inocuidad y conservación de alimentos

El procesamiento y almacenamiento de insectos y sus productos deben cumplir reglamentaciones sanitarias como cualquier otro alimento a fin de garantizar seguridad alimenticia. Debido a su composición biológica, se deben considerar varios problemas, tales como la seguridad microbiana, la toxicidad, la palatabilidad y la presencia de compuestos inorgánicos. También se deben tener en cuenta las implicaciones específicas para la salud cuando se crían insectos para alimentar a los animales en productos de desecho tales como estiércol o desperdicios de mataderos. Evidencia de alergias inducidas a través de la ingestión de insectos es escaso, pero existe. Algunos casos han sido reportados de reacciones alérgicas a artrópodos

3.11. Antecedentes de Investigación

En el 2017 examinaron la ingesta de proteínas y la digestibilidad de la harina de grillo (*G. campestris* L.) en cerdos en Camboya. Se prepararon dos dietas, una con insectos terrestres únicamente y la otra con grillos desnudos (grillos sin patas), para evaluar la digestibilidad. El aporte de proteínas se calculó utilizando el método Kjeldhal, arrojando un 62,5% para la harina de grillo integral y un 60% para la harina de grillo pelada. (Miech, Lindberg, Berggren, Chhay, & Jansson, 2017).

Se determinó que no existen diferencias apreciables en la digestibilidad de los grillos pelados y que lo mejor es utilizar el insecto entero. La digestibilidad de la harina de grillo entera fue del 84 %, mientras que la digestibilidad de la harina de grillo pelada fue del 83 %. para reducir la contracción (total: 38%). (Deglaire, 2010).

realizaron pruebas sobre el contenido de proteínas y la digestibilidad in vitro de la harina de grillo (*G. assimilis L.*) utilizando tres muestras: muestra 1 (harina de grillo integral), muestra 2 (harina de grillo sin patas, alas ni cabeza) y muestra 3 (harina de grillo deslipidada). Al utilizar el método de Kjeldahl para calcular el aporte proteico de las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados: 54,1 %, 50,3 % y 62,5 %, respectivamente. (Fingerlings & Vieira, 2019).

Al calcular la digestibilidad se encontraron los siguientes coeficientes: 78,9 %, 80,8 % y 89,5 %, respectivamente. Además, se evaluaron las cantidades de quitina en dos muestras: harina de grillo entera (7,7 %) y harina de grillo sin exoesqueleto (3,5 %). Se descubrió que el exoesqueleto tenía un impacto marginalmente negativo en la digestibilidad (1,9 %), pero un impacto ligeramente positivo en el contenido de proteínas en general (8,2 %). (Ayala, 2019).

En 2016 se evaluaron cuántas proteínas y como se consumía y con qué facilidad el bagre africano podía digerir la harina de grillo (*G. assimilis L.*). Para hacer harina, los grillos se compraban en una granja cercana. Utilizando el método Kjeldahl, se calculó el aporte de proteínas y se encontró que era del 57 % de proteínas. Una evaluación de la digestibilidad de las proteínas de la dieta, que incluía una mezcla de proteínas del 30 % de grillo, arroz y harina de soja, produjo un coeficiente de digestibilidad del 81,21 %. (Stone, Tanaka, & Nickerson, 2005).

Se examinaron el contenido de proteínas de la harina de grillo (*G. assimilis L.*) y la digestibilidad de las proteínas in vivo de una dieta mixta en corderos. Utilizando el método Kjeldahl, se determinó que las proteínas aportaban el 58 por ciento del total. Se utilizaron doce corderos para la prueba de digestibilidad y recibieron una dieta isoproteica del 17 %. (Viejo, 2011).

Se incluyeron en la mezcla como alimento harina de *G. assimilis* L. La puntuación de digestibilidad fue del 77 %, según la investigación, la harina de grillos puede sustituir al concentrado convencionales para el ganado (soja), lo que contribuirá a reducir significativamente la producción de metano. (Dierenfeld & King, 2009).

En estudios realizados sobre el consumo de proteínas y la digestibilidad in vitro del grillo (*G. assimilis* L.) y la tarántula (*Brachypelma vagans*). Utilizando el método Kjeldahl, se calculó la ingesta de proteínas, arrojando un 85,04 % de proteína para la tarántula (*Brachypelma vagans*) y un 75,32 % de proteína para *G. assimilis* L. Para la prueba de digestibilidad se utilizó el método in vitro, siendo los resultados coeficientes de digestibilidad de 88 punto 05 % para el grillo y 85 punto 15 % para la tarántula. (Janssen, y otros, 2017).

Respecto a la digestibilidad in vitro de proteínas reportadas de Asia, Europa y África. En Camboya se documentaron valores similares a los del estudio actual. Miech et al. De manera similar, se ha descubierto que la digestibilidad de este insecto es del 83 % en Malasia, aunque se han reportado tasas más altas (más del 90 %) en el Reino Unido, según Norhidayah et al, quienes estimaron que la digestibilidad del grillo era del 81,21 %. En este estudio, el territorio de Dierenfeld. (S., 2016)Etcétera Descubrieron que los grillos tienen la mayor digestibilidad con un 95,22%, y señalaron que los grillos provienen de islas en mar abierto.

De manera similar, en Nigeria, Adebowale et al. Estimaron que la digestibilidad de la proteína in vitro para machos y hembras era del 90,7% y 94,7%, respectivamente. Por otro lado, en Indonesia, Jayanegara et al. reportaron valores más bajos (menos del 80%) que los de este estudio. *Gryllus assimilis* representó el 78,9% y el 76,2% para India Stone et al. (Janssen R, 2017).

Tabla 5. Porcentaje de proteína por país de origen

País de Origen	Digestibilidad proteica in vitro (%)
Camboya	83
Malasia	81.2
Monserrat	95.2
Nigeria machos	90.7
Nigeria hembras	94.7
Indonesia	78.9
India	76.2

Fuente: (Santamaria & Brahams, 2019)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Lugar de investigación

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de entomofagia (figura 2), ubicado en el Departamento de Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Universidad Nacional de Agricultura, situado en el departamento de Olancho, a 6 km carretera hacia Dulce nombre de Culmí, kilómetro 215, barrio El Espino ciudad de Catacamas, Honduras. La extensión de Catacamas es de 7,228.5km², la ciudad de Catacamas está situada entre los (14°; 54', 04''), del meridiano de Greenwich, con una media anual de 29 grados, y las temperaturas de invierno oscilan entre 15°C a 26 ° C, mientras que las temperaturas de verano oscilan entre 20°C a 30°C. (Herrera, 2021)



Figura 2. Ubicación en el laboratorio de entomófaga de la Universidad Nacional de Agricultura

Fuente: Elaboración propia (2023)

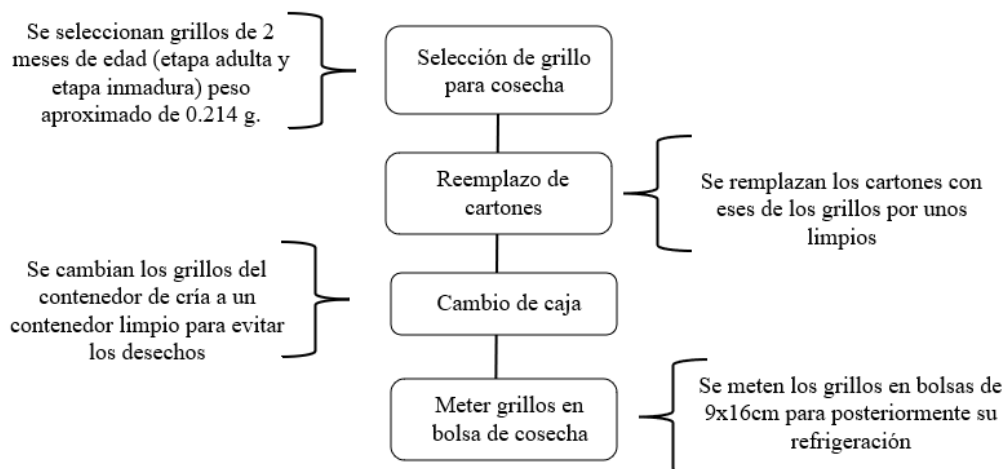
4.2. Materiales y equipo

Tabla 6. Materiales y equipo

Materiales y equipo	Descripción
Molino eléctrico	De discos macarena con 5HP de potencia
Deshidratador eléctrico	De 12 parrillas con resistencias y flujo de aire por ventilación, 1200 watts de potencia
Balanza analítica	Tipo digital de rango de 0 a 12 libras, margen de error $\pm 0,5g$.
Cajas de cría	Número 8 de acero inoxidable con tamaño de partícula de 150 micras
Tamiz	Con rango de refrigeración de 4°C a 15°C
Refrigerador eléctrico	1/3 HP 246.81 watts
Estufa eléctrica	Acero inoxidable de 500 watts de potencia 110 voltios.
Valsas para sacrificio	Bolsas plásticas de PET de 9x16 cm
Olla	Acero inoxidable de asas con tapadera dimensiones 70x40x50cm
Bolsa de empaque	PET tipo ziploc de 20x 20 cm
Concentrado	

Fuente: elaboración propia (2023)

4.3. Diagrama de flujo para la producción de harina de grillo



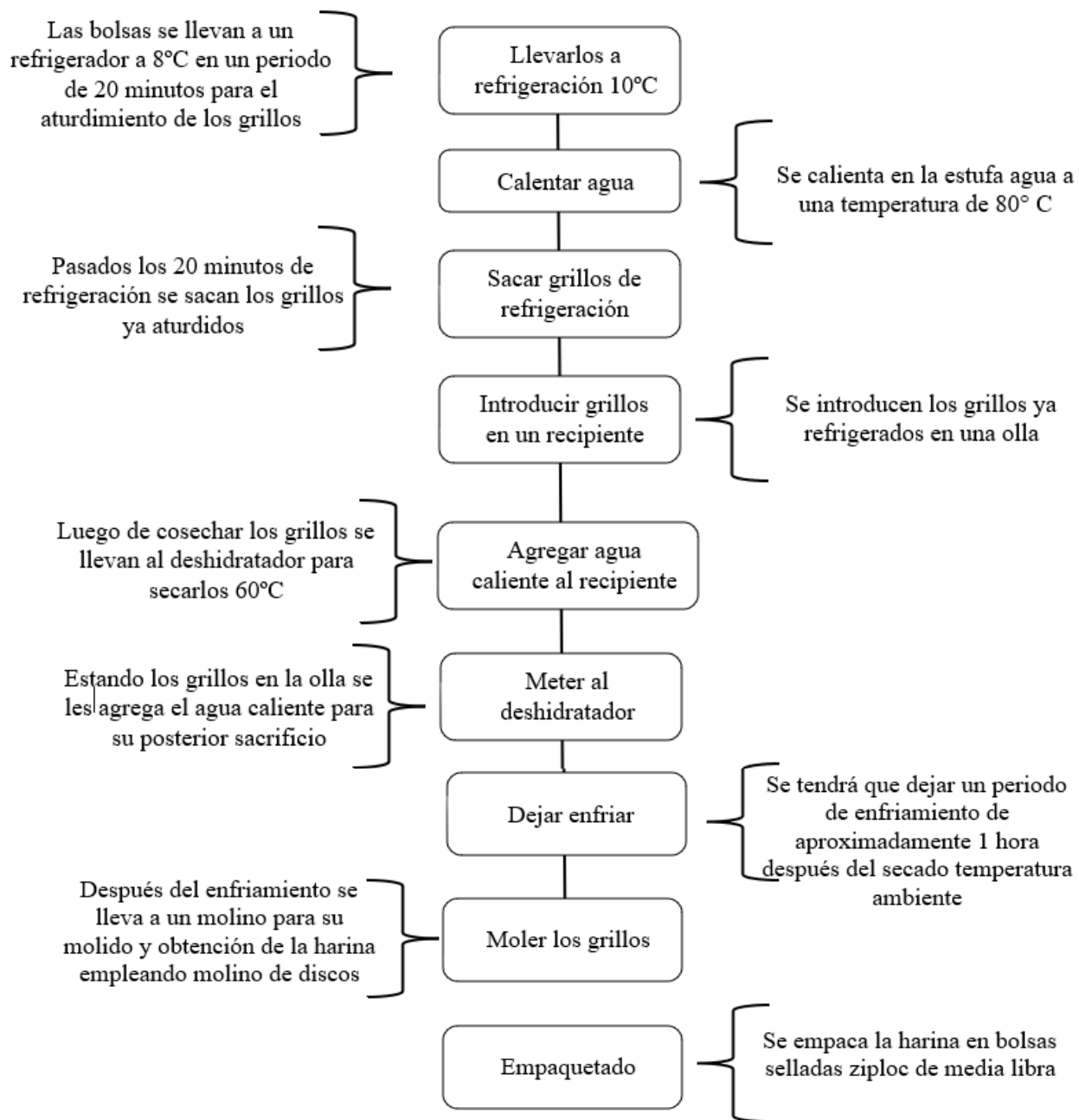


Figura 3. Proceso de elaboración de la harina

4.4. Descripción de los tratamientos

Para la instalación del experimento y poder alcanzar los objetivos planteados, se determinó evaluar el comportamiento de la cría del insecto (*G. assimilis*) vasado en dos dietas, una a base de concentrado para gallinas ponedoras y otro de concentrado para pollo de engorde, obteniendo cuatro tratamiento (tabla 7), donde T1 y T3 representan dos poblaciones del insecto para ser sacrificados en el último instar, mientras las poblaciones de T2 y T4 fueron sacrificadas una vez llegando a la etapa adulta de los insectos.

Tabla 7. Cuadro de tratamientos

Tratamiento	Alimento + etapa
T1	Ponedora + Grillo Adulto
T2	Ponedora + Grillo Inmaduro
T3	Engorde + Grillo Adulto
T4	Engorde + Grillo Inmaduro

Fuente: Elaboración propia

4.5. Metodología de investigación

Se definieron dos etapas de cosecha del grillo para cada tipo de fuente alimenticia (una fuente a base de concentrado para gallina ponedora y la otra fuente fue concentrado para pollo de engorde), en la tabla 8 se describe el contenido nutricional para cada tipo de concentrado. Se llevó un control de tiempo y consumo del insecto desde la eclosión hasta el momento de la cosecha, tomando en cuenta que dos de los tratamientos con diferente fuente de alimento se sacrificarían dos días antes de entrar a fase adulta, considerando una incidencia de bajos niveles de quitina, mientras que los dos tratamientos restantes siempre diferenciados por tipo de alimentación serían sacrificados dos días después de entrar a la fase adulta o bien cuando la población mostrara presencia adulta superior al 70%.

Cada tratamiento fue procesado hasta obtener la harina y posteriormente se enviaron muestras al laboratorio de SENASA para su respectivo análisis bromatológicos y microbiológicos.

Tabla 8. Valor nutricional de las dietas

Dieta	Valor nutricional	Ingredientes
Concentrado de pollo de engorde	- energía metabolizable entre 2950 y 3000 kcal / kg. - proteína cruda entre 22,5% y el 24%. - Grasa un 6% - Calcio un 8% 2965 kcal/kg	- Maíz - Carbohidratos - Lípidos - Calcio - Fosforo - Sodio - Potasio
Concentrado de gallina ponedora	- Proteína cruda entre 14% y el 20%. - Grasa un 4% - Calcio un 4% 2850 kcal/kg	- Soja - Habichuela - Harina de pescado - Salvada de trigo - Salvada de arroz - Fosforo - Sal

4.6. Obtención de la harina

Para la obtención de la harina de grillo se utilizó un proceso tradicional la cual consistió en llevar los grillos a un congelador a 8°C para ser aturridos parcialmente para luego ser llevados a una olla con agua caliente a 80°C donde se produjo un choque térmico donde el grillo muere sin dolor empleando los protocolos de ética para cosecha “bienestar animal”, posteriormente fueron llevados a un deshidratador a 60°C para ser secados al 15% y seguidamente molidos y así obtener la harina de grillo. En el transcurso de la cría a de los grillos se tomaron datos que serán importantes para determinar que dieta hace al grillo desarrollar sus etapas de una mejor manera, siendo el peso del instar (cambio de peso del

insecto cuando hace muda) (peso vivo), peso final, consumo de alimento, conversión alimentaria y por último el tiempo de cosecha.

4.7. Variables independientes

- Etapa de cosecha: se realizaron dos cosechas para cada tipo de dieta, la primera un día antes que le insecto llegue a etapa adulta y la segunda un día después de alcanzar la etapa adulta del insecto.
- Dieta: Se les implemento dos dietas que fueron en base a concentrado de pollo de engorde y concentrado para gallina ponedora para demostrar su rendimiento.

4.8. Variables dependientes

- Tiempo de cosecha: se llevó un control de los cambios de instar por cada dieta y etapa de sacrificio para obtener datos de cada cuanto tiempo hay un cambio de instar.
- Peso: se llevó un registro del peso de los insectos, pesando 20 grillos, procurando que sean del mismo tamaño en una bolsa de sacrificio, y así obteniendo un promedio del peso por insecto.
- Consumo: se llevó un control de las dietas suministradas a cada tratamiento, demostrando así cuanto consumen los grillos por cada cambio de instar y por todo su ciclo.

- **Peso final:** Después del sacrificio se tomo el peso de los grillos por tratamiento en bolsas de sacrificio y sacando así el peso final.
- **Porcentaje de proteína:** Se tomarán muestras de harina de una libra por tratamiento para realizar una evaluación de proteína utilizando el método Kjeldahl, y otros métodos de análisis bromatológico aprobados por la Asociación Científica Dedicada a la Excelencia Analítica (AOAC) en el laboratorio de SENASA.
- **Porcentaje de minerales:** De las mismas muestras para el análisis bromatológico Se tomarán cuatro muestras de harina para realizar análisis de minerales los cuales son: Hierro, Zinc, Calcio, Potasio siendo los más importantes en la parte nutricional.
- **Nivel de PH:** Se tomaron muestras de 5 gramos diluidas en agua destilada en un mortero para una mejor homogeneidad, posteriormente siendo aplicadas a una cinta de pH en una escala de 0 a 14 de pH.
- **Porcentaje de humedad:** Se tomó una muestra de 5 gramos de harina, colocándola en una bandeja de aluminio para ser llevada a una termobalanza analizadora de humedad Ohaus 110g/0.01g BL-MB23 utilizando un método de humedad en harinas a una temperatura de 70 C° por un tiempo de 20 min.
- **Microbiológico:** Se realizó la preparación de agua peptonada (500 ml) en un matraz Erlenmeyer, distribuyendo la solución en tubos de ensayo de 10 ml agregando 5 gramos de harina de grillo a cada tubo, homogeneizando las muestras con el agua

peptonada, y siendo aplicadas a placas de recuento de bacterias (*E-coli* y *Estafilococo*). Llevando las muestras de cultivo a una incubadora de marca PRECISION a una temperatura de 30 C° por un periodo de 24 horas, transcurrido el tiempo se llevaron las placas de cultivo a una lupa de laboratorio de la marca cienceware para hacer el recuento de unidades formadoras de colonia (UFC).

4.9. Análisis estadístico

El diseño experimental que se utilizó en la investigación es el diseño completamente al azar (DCA). Donde el factor de estudio fue el tipo de dieta, consumo de alimento y ganancia de peso por etapa de cosecha. Se realizaron análisis estadísticos utilizando las pruebas de Kruskal Wallis y Q-Q plot para homogeneidad de varianzas, resultando el no rechazo de la hipótesis nula, indicando que los datos presentan una distribución normal. se realizó un ANOVA para los análisis fisicoquímicos con comparación de medias, empleando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico InfoStat versión 2020.

Una vez resueltos los supuestos se realizó un análisis de varianzas para poder determinar cuál de los tratamientos puede determinar si existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos por lo cual se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey para determinar que tratamientos causaron esa diferencia

4.10. Grafica de normalidad

La figura nos muestra que las variables de peso, tiempo y consumo tienen un comportamiento normal ya que los datos se muestran de manera ascendente en la gráfica lo que nos dice un comportamiento normal Anexo (9).

4.11. Análisis Kruskal Wallis

Se utilizó este método ya que es una prueba no paramétrica basada en rangos que puede utilizarse para corroborar si existe diferencia relevante a niveles estadístico entre dos o más grupos de variables dependientes, con un porcentaje de error del 0.05.

El análisis nos muestra la variable de peso al sacrificio, Consumo total, Tiempo total, demostrando las medias y desviaciones estándar de cada variable. Demostrando en cada variable un p-valor superior a 0.05, resultando en un comportamiento anormal por parte de las variables

4.12. Prueba de T

Tabla 9 Prueba de T, todos contra todos

Variablen	Grupo 1	Grupo 2	p-valor
Peso al sacrificio	E + G ADULTO	P + G ADULTO	0.9095
Peso al sacrificio	E + G INMADURO	P + G INMADURO	0.1036
Consumo total	E + G ADULTO	E + G INMADURO	0.0007
Consumo total	E + G INMADURO	P + G ADULTO	0.0031
Tiempo total	E + G ADULTO	P + G ADULTO	0.9999
Tiempo total	E + G INMADURO	P + G INMADURO	0.9999

En la prueba de t se enfrentan todas contra todas las variables resultando un p-valor superior a 0.05 en cuanto a las variables de peso al sacrificio y tiempo total reflejando que no hay una diferencia estadística entre tratamientos y tampoco entre estas variables, en cuanto al consumo se demuestra que si existe diferencia estadística entre los tratamientos (Engorde adulto contra engorde inmaduro) y (Engorde inmaduro contra Ponedora Adulto), ya que su p-valor es menor a 0.05.

V. RESULTADOS

Para obtener los objetivos planteados, se instaló una colonia del grillo *G. assimilis*, manejándose desde la eclosión del huevo al micro grillo hasta la cosecha, para poder evaluar el comportamiento del insecto bajo dos dietas diferenciadas con dos etapas de sacrificio para determinar eficiencia en la conversión alimenticia, incidencia en el tipo de comida con el tiempo a cosecha del grillo. posterior a la harina de grillo en las diferenciada por sus respectivos tratamientos se realizaron los análisis bromatológicos (Proteína y minerales), físicoquímicos (pH y humedad) y microbiológicos (*E. Coli* y *Estafilococos*)

5.1. Obtención de la harina de grillo *G. assimilis*

Para la obtención del producto final de la harina de grillo se instaló una cría de *G. Assimilis* en el laboratorio de entomofagia en la Facultad de Ciencias Agrarias, comprendida en las siguientes etapas:

- Cámaras de eclosión: se colocaron cámaras de plástico acondicionadas con cartones de huevo, colocando placas de agua y con las dos diferentes dietas.
- Etapa de micro grillo: en esta etapa el grillo comienza con su desarrollo y es la etapa en donde el grillo tiene un menor consumo de agua y de dieta suministrada.
- Etapa de levante: es la etapa en donde el grillo comienza a consumir más agua y concentrado.
- Etapa de sacrificio y cosecha: se comenzó la cosecha con los grillos inmaduros de ambas dietas, posteriormente cosechando los grillos adultos.

bajo dos tipos de régimen alimenticio en dos etapas de desarrollo del grillo se conformaron cuatro tratamientos para evaluar las variables que a continuación se presentan con sus respectivos resultados:

5.2. Tiempo de cosecha

En los resultados de tiempo de cosecha refleja una diferencia significativa ($P=0.0001$) entre los tratamientos evaluados, donde los tratamientos T1 y T2 que representan un mismo régimen alimenticio (ponedora) pero diferente etapa de sacrificio, muestran una igualdad estadística al comparar sus medias (Tabla 10), también T2 es igual a T4, aun diferenciándose del régimen alimenticio, aunque comparten etapa de cosecha (Inmaduro). Solamente el T3 es estadísticamente diferente a los demás tratamientos llegando a la etapa adulta en un tiempo menor que los demás que los demás.

Tabla 10 Media de tiempo a cosecha en días tratamientos con letra distinta denota deferencia estadística según prueba de Tukey (0.05).

Tratamiento	Tiempo de cosecha
T1	67.7 ± 0.58^A
T2	68.7 ± 0.58^{AB}
T3	63.7 ± 0.58^C
T4	66.3 ± 0.58^B

Estos resultados indican que indistintamente del tipo de alimentación evaluada y de la etapa de sacrificio no se obtuvo estadísticamente hablando ningún beneficio con respecto a reducir el tiempo para llegar a cosecha del grillo.

5.3. Consumo

Con respecto al consumo, el análisis de varianza refleja que existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados ($P=0.0001$), donde T1 y T2 no reflejan una diferencia entre ellos, demostrando una igualdad en esta dieta (concentrado para ponedora), independientemente de la etapa de sacrificio, no obstante si difieren estadísticamente de T3 y T4 (Tabla 11), al igual que los dos anteriores comparten una igualdad en su régimen alimenticio (concentrado para pollo de engorde), obteniendo un resultado favorable hacia la dieta de engorde, al consumir menos que su contraparte (T1 y T2).

5.4. Peso final

Resultados obtenidos para la variable de peso final, demuestran que aunque dos de los tratamientos (T2 y T4) fueron sacrificados en menor tiempo que los dos tratamientos restantes (T1 y T3), con la finalidad de buscar diferencias con respecto al comportamiento de los estados inmaduro, para los primeros y adultos para los segundos (Tabla 11), este comportamiento no mostro ninguna diferencia estadística entre los cuatro tratamientos ($P=0.1504$), (Anexo 10) lo cual indica que sacrificar el insecto en etapa inmadura para obtener la harina de grillo, puede resultar de mayor provecho considerando una reducción en el tiempo y consumo de alimento para obtener el mismo resultado cuando se lleva a cabo el sacrificio del insecto ya en etapa adulta.

5.5. Conversión alimentaria

Con respecto a la conversión alimentaria el análisis de varianza demuestra que existe diferencias significativas ($P=0.0086$) en el comportamiento del consumo de alimento con respecto a la ganancia de peso, donde T1 tuvo un consumo de 2372 g y un peso de 367 g, equivalente a una conversión alimenticia de siete a uno (7:1) siendo este valor diferente estadísticamente al resto de los tratamientos excepto a T2 (Tabla 11). El T3 muestra una tendencia con una mejor conversión alimenticia (consumo 1939 g; peso de 365 g; conversión alimenticia 5.3: 1); sin embargo, es solo una tendencia debida que estadísticamente no difiere de T2 ni T4.

Tabla 11 Consumo de alimento, peso final y conversión alimenticia de *G. assimilis* para los cuatro tratamientos evaluados. Letra distinta denota diferencia estadística según prueba de Tukey (0.05).

Tratamiento	Consumo por ciclo (g)	Peso final (g)	Conversión alimenticia
T1	2372.0 ^A	367.3 ^A	6.5 ^A
T2	2330.7 ^A	314.0 ^A	7.5 ^{AB}
T3	1939.0 ^B	365.0 ^A	5.3 ^B
T4	1963.3 ^B	332.3 ^A	5.9 ^B

5.6. Rendimiento harinero

Para la obtención del rendimiento harinero del grillo se dividió el peso del grillo (gramos) una vez aplicada la curva de secado, entre el producto final de la molturación (harina de grillo en gramos), obteniendo un comportamiento entre los tratamientos que difieren estadísticamente ($P=0.0007$), donde T2 y T4 presentan el mayor rendimiento y diferentes estadísticamente del resto de los tratamientos. Cabe mencionar que los dos mejores difieren de régimen alimenticio, pero coinciden en que su sacrificio fue en etapa inmadura.

Tabla 12. Rendimiento de harina. Letra distinta denota diferencia estadística según prueba de Tukey (0.05).

Tratamiento	Rendimiento harinero por tratamiento
T1	31.33 ± 4.17^a
T2	33.30 ± 2.13^b
T3	32.36 ± 0.81^a
T4	35.35 ± 3.09^b

Medias con una letra diferentes son significativamente diferentes

El resultado de harina demostrado por (Álvarez, 2020) nos refleja que su rendimiento es ligeramente superior a la planteada en este trabajo, con un rendimiento de 36.9% de harina obtenida, por (Álvarez, 2020), dado que el mayor rendimiento promedio en este trabajo fue de 35.35% de harina, demostrando una baja diferencia, ya sea por las condiciones en las que se tuvieron a los insectos o por el tipo de dieta suministrada.

5.7. Análisis Bromatológicos

Con la finalidad de comprobar el comportamiento del contenido de proteína de la harina de grillo, sometiendo a la población a dos diferentes tipos de alimento y a dos etapas de sacrificio, una en el ultimo instar previo a convertirse en adulto y otra cuando la población alcanza la madures fisiológica. Los resultados se muestran la tabla 10, en donde los tratamientos T1 y T4 que representan a las dos dietas y etapa adulta de sacrificio, muestran una ligera superioridad en el contenido proteico T1 (51.92 g/100g) y T3 (51.71 g/100g) con respecto a T2 (51.13 g/100g) y T4 (52.82 g/100g).

Tabla 13 Comparación de porcentaje de proteína.

Tratamiento	Porcentaje de proteína
T1	51.92 g/100g
T2	51.13 g/100g
T3	51.71 g/100g
T4	52.82 g/100g

Porcentaje de proteína que presenta cada tratamiento

Al comparar los resultados de contenido de proteína en la presente investigación con los reportados por (Henry, 2020), este último elaboro una tabla nutricional de grillo, la cual

reporta con un contenido proteico de 49.5% de proteína el cual es ligeramente inferior a los resultados obtenidos en la presente investigación.

Según (Morillo, 2024), se evaluó una cría de grillos (*G. assimilis*) utilizando una temperatura que oscila entre un mínimo de 22°C y un máximo de 29°C, y utilizando el método Kjendahl para el análisis de proteína, demostrando un porcentaje de 67.66 g/100g de proteína. En comparación al presente trabajo que se obtuvo un porcentaje mas bajo dado a altas temperaturas oscilando entre un mínimo de 35°C y un máximo de 39°C, provocando un estrés térmico y ocasionando cambios fisiológicos que desencadenan en los grillos cuando son sometidos a condiciones ambientales que superan su temperatura de confort y así una mayor demanda de recursos (alimento y agua).

5.8. Contenido de minerales

Mediante análisis bromatológicos de la harina obtenida en la presente investigación donde se evaluaron dos diferentes dietas (T1 concentrado de gallona ponedora y T3 concentrado para pollo de engorde), junto a dos fechas distintas de sacrificio (inmaduro y adulto), los resultados muestran que la harina de grillo además de su alto contenido proteico también aporta minerales de gran valor nutricional, haciendo que la harina de grillo sea considerada como un componente clave al utilizarse en barras proteicas.

Los resultados del análisis bromatológico muestran un aporte además de proteína, también de minerales como Calcio, Fosforo, Magnesio, Hierro, Cobre, Zinc, Sodio y Potasio, en donde el T1, resulta con los valores mas bajos en contenidos minerales excepto para magnesio y potasio, el T2 resulta presentar los valores mas altos de los minerales descritos en el análisis, excepto para hierro que lo superan T3 y T4. El T4 resulta ocupar el segundo lugar en mayor contenido de seis minerales excepto potasio y calcio.

Es importante resaltar que los tratamientos que muestran mayor contenido de minerales como aportantes en la harina de grillo, los representan aquellos tratamientos cuya harina proviene de las poblaciones de grillos sacrificadas en su etapa inmadura, aunque con diferente régimen alimenticio.

Tabla 14. Composición nutricional de la harina de grillo.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Cenizas Totales	3.23 g/100g	3.30 g/100g	3.29 g/100g	3.14 g/100g
Calcio	0.17 g/100g	0.19 g/100g	0.18 g/100g	0.17 g/100g
Fosforo	0.66 g/100g	0.67 g/100g	0.65 g/100g	0.67 g/100g
Materia Orgánica	90.88 g/100g	91.98 g/100g	93.67 g/100g	92.22 g/100g
Magnesio	0.07 g/100g	0.07 g/100g	0.07 g/100g	0.07 g/100g
Hierro	128.29 mg/kg	124.03 mg/kg	132.25 mg/kg	147.52 mg/kg
Cobre	24.21 mg/kg	25.61 mg/kg	25.42 mg/kg	25.53 mg/kg
Zinc	165.61 mg/kg	167.90 mg/kg	166.74 mg/kg	167.85 mg/kg
Sodio	2702.36 mg/kg	2918.25 mg/kg	2781.25 mg/kg	2987.31 mg/kg
Potasio	8203.24 mg/kg	8404.45 mg/kg	7901. mg/kg	8052.75 mg/kg

5.9. Análisis Fisicoquímicos

Resultados obtenidos mediante el análisis fisicoquímico de las muestras de harina para los cuatro tratamientos evaluados se muestran en la tabla 15, donde la variable humedad ($p=0.9268$) de todos los tratamientos mostraron igual comportamiento estadísticamente hablando Según los datos paramétricos obtenidos en el laboratorio de química en la Universidad Nacional de Agricultura, el porcentaje de humedad para los cuatro tratamientos oscilan entre 4.64 y 4.78%

Tabla de 15. Humedad por tratamiento de harina de grillo

Tratamiento	Humedad
T1	4.64 ± 0.44 ^a
T2	4.71 ± 0.16 ^a
T3	4.67 ± 0.34 ^a
T4	4.78 ± 0.32 ^a

Medias con una letra en común no son significativamente diferente

Con respecto la variable de humedad (Henry vera 2020) determino el porcentaje de humedad de la harina del grillo común (*Gryllus assimilis*) mediante el método oficial AOAC 925.10, los resultados obtenidos de los lotes de crianza reflejan un promedio de 3.7 una humedad. Al comparar estos valores podemos observar que presenta un igual comportamiento en cada tratamiento y mayor según el reporte de (Henry, 2020)

El estudio de Nagasaki y Defoliart, (1991) denominado, Comparación de las dietas para la cría en masa de *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) como alimento novedoso, y comparación de la eficiencia de conversión de alimentos con los valores reportados para el ganado”; establece que el valor de la humedad para este insecto fue de 4.8 el método utilizado fue el AOAC 925.10, pero existe diferencias notables en los valores de la humedad de ambos insectos, tiene relevancia con los porcentajes mostrados en la tabla 10.

La tabla 11. Representa la humedad de 4 tratamientos de harina de grillo. Los valores de pH fueron tomados en 3 repeticiones, según los datos analizados no hay diferencia significativa entre los 4 tratamientos. Sin importar el tipo de dieta y etapa se cosecha.

Tabla de 16. pH por tratamiento de harina de grillo

Tratamiento	pH
T1	5.25 ± 0.5^a
T2	5.5 ± 0.58^a
T3	5.5 ± 0.5^a
T4	5.5 ± 0.58^a

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes de acuerdo a media Tukey (0.05)

Según (Augoitia, 2023) se evidencio, que el comportamiento del pH durante el periodo experimental presento cambios constantes, registrándose como el más alto un pH de 7; posteriormente el pH tuvo una tendencia donde oscilo entre 6.6 a 6.8 de pH, no obstante, al compararse estos valores de pH con los obtenidos en la presente investigación se observa una tendencia más ácidos que los encontrados por (Angoitia, 2023)

(Villar, 2020) el pH se convierte en un factor poco relevante aplicado a los productos de harina desecados, ya que el pH precisa intrínsecamente una alta actividad de agua para ser medido. Para los grillos enteros el pH se ha determinado alrededor de 6,4 y 7.

5.10. Análisis microbiológicos

La tabla 10. Representa las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de E-coli y Estafilococo, reflejando que entran en el rango de aceptación donde el máximo rango es de 150 UFC, demostrando que la harina de grillo no contine estos patógenos.

Tabla de 17. Análisis microbiológicos

Tratamiento	E-coli	Estafilococo
T1	0 < 150 UFC	26 < 150 UFC
T2	0 < 150 UFC	0 < 150 UFC
T3	0 < 150 UFC	4 < 150 UFC
T4	2 < 150 UFC	0 < 150 UFC

Recuento de UFC en tratamientos de harina de grillo.

Según (Medina M, 2020), los análisis microbiológicos realizados a la muestra de harina de grillo en el 1° recuento y cuatro meses después en el 2° recuento de hongos, levaduras y bacterias, cumplen los requerimientos necesarios de no sobrepasar los 0 < 150 unidades formadoras de colonia (UFC) (Medina M. , 2020)

En un estudio que realizo (Henry, 2020) menciona con respecto a salmonella su ausencia por cada 25 g. de muestra y para Escherichia coli 105 UFC/g de muestra en productos de harinas y otros. De acuerdo a lo observado de la tabla 13 en las muestras de los tratamientos presenta ausencia de Salmonella en los tratamientos T2, T3, pero esto no afecta porque no cumple el rango de UFC.

Respecto (Amaya, 2022) a los coliformes totales y E. coli en el producto fueron determinados mediante placas de Compact Dry a 30°C por 24 horas, donde se obtuvo un valor menor a 10 UFC/g para coliformes totales y para E. coli. Ambos valores indicando que no hay presencia de microorganismos en el producto. Esto presenta una similitud de acuerdo de cada tratamiento presentado en los resultados de E-coli en todos los tratamientos.

VI. CONCLUSIONES

Con respecto al tiempo de cosecha el T3 (63.7 días) que corresponde al régimen alimenticio de pollo de engorde, demostró una reducción de cinco días para llegar al sacrificio en comparación al tratamiento (T1= 67.7 días) de mayor tiempo para alcanzar la medición de esta variable.

Los tratamientos a base de concentrado para pollo de engorde como fuente alimenticia, presentaron un menor consumo de alimento en comparación a los tratamientos bajo en régimen alimenticio de concentrado para gallina ponedora, independientemente de la etapa de sacrificio.

Independientemente del tipo de régimen alimenticio y etapa de sacrificio, la variable peso final, no mostro un comportamiento diferenciado para ninguno de los tratamientos.

Según los resultados obtenidos en la conversión alimenticia, el tratamiento bajo el régimen alimenticio de pollo de engorde y sacrificado como adulto, mostró una tendencia con la mejor conversión alimenticia (consumo 1939 g; peso de 365 g; conversión alimenticia 5.3: 1).

El análisis bromatológico demostró que la harina de grillo obtenida bajo una base alimenticia de concentrado para pollo de engorde y sacrificado en etapa inmadura presenta los niveles más altos de proteína (52.82 g/100g), en comparación al resto de los tratamientos evaluados.

Los tratamientos representados por el sacrificio del insecto en etapa inmadura, indistintamente del régimen alimenticio, postraron los contenidos mas altos de los ocho minerales evaluados según el análisis bromatológico, excepto el magnesio que fue igual para los cuatro tratamientos

Los análisis fisicoquímicos de la harina de grillo presentaron valores entre 4.64 y 4.78% en humedad mientras que para pH estos valores estuvieron comprendidos entre 5.25 y 5.5, valores que están en los rangos permitidos en el uso de suplementos para elaboración de los alimentos.

El rendimiento harinero demuestro que la población de grillos en etapa inmadura obtuvo el mejor rendimiento 33% a 35%, mientras que los grillos en etapa adulta alcanzaron 31% a 32% en el rendimiento de la harina de grillo

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis de digestibilidad a la Harina de grillo
- Realizar más repeticiones por tratamiento en análisis bromatológicos
- Considerar otro tipo de dieta
- Considerar otros métodos de deshidratación
- Emplear la harina de grillo para la elaboración de sub productos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Adámková; et al. (2018). Nutritional values of edible Coleoptera. 26-27.
- Adebowale, Y., Adebowale, K., & Oguntokun, M. (2013). Evaluation of nutritive properties of the large african cricket . *Pakistan J Sc*, 13.
- AESAN. (2023). SITUACIÓN DE LOS INSECTOS EN ALIMENTACIÓN HUMANA. *MINISTERIO DE CONSUMO*, 2.
- Almendares, P., Brown, C., Arneth, A., Dias, C., Finnigan, J., & Moran, D. (2018). Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use? *Global Food Security. Consultado*, 45.
- Al-Qazzaz, M., Ismail, D., Akit, H., & Idris, L. (2017). Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 121-123.
- Angoitia, B. (2023). *Inclusión de la harina de grillo (Gryllus assimilis) como alternativa alimenticia en juveniles del pez escalar (Pterophyllum scalare)* . Bogotá.
- Apri, D., & al, e. (2016). Utilization and evaluation of cricket meal as protein source in lamb ratiom. *Indian Jor urnal Vet Sci Biotechnol*, 11.
- Aumaitre, A. (2012). Quality and safety of animal products. *Livest*, 113.
- Ayala, E. (2019). Desarrollo de un plan de exportación de harina de Acheta domesticus hacia el mercado español. 24-26.
- Belluco, R. (2015). Edible Insects in a Food Safety and Nutritional Perspective. *A Critical Review*, 68-69.
- Blanco, D., & Giraldo, D. (2016). Desarrollo de una barra tipo granola a base de harina de grillo Acheta domesticus como principal fuente proteica. *Repos Univ Lasalle*, 30.

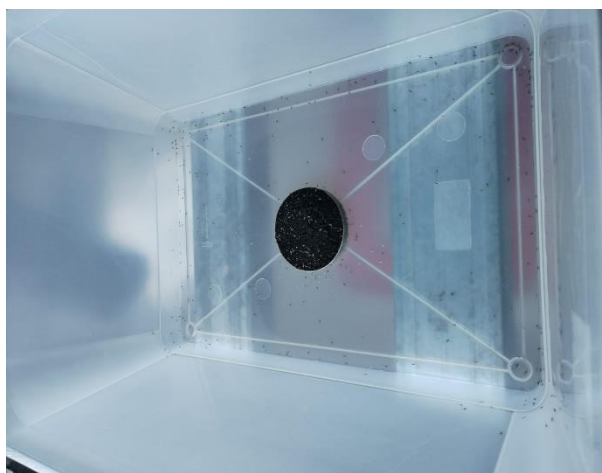
- Blanco, Giraldo. (2017). Desarrollo de una barra tipo granola a base de harina de grillo *Acheta domesticus* como principal fuente proteica. 46.
- Deglaire. (2010). Ileal digestibility of dietary protein in the growing pig and adult human. 54.
- Dierenfeld, E., & King, J. (2009). Digestibility and mineral availability of phoenix worms. *Med Surg*, 45.
- FAO. (2013). Evaluación de la calidad de la proteína dietética en nutrición humana. *Documento sobre alimentación y nutrición de la FAO*, 92-93.
- Fingerlings, T., & Vieira, P. (2019). Digestibility of insect meals for Nile. *MDPI*, 1-4.
- Gonzalo, M., & Correa, A. (2019). Guía preliminar de insectos de Santafé de Bogotá y sus alrededores contenido. *Sabana*, 64-65.
- Henry, V. (2020). *Caracterización de la composición nutricional de la harina del grillo* . Quito.
- Herrera, J. (2021). *Catacamas Olancho Honduras*. Catacamas.
- Hojrup, P., ANDersent, S., & Roepstorff, P. (2010). Primary structure of a structural protein from the cuticle of the migratory locust, *Locusta migratoria*. *Biochem*, 33.
- Janssen R, V. J. (2017). Nitrogen-to- protein conversion factors for three edible insects : *Tenebrio molitor* , *Alphitobius diaperinus* and *Hermetia illucens*. *Agric Food Chem*, 54-58.
- Janssen, R., Vincken, J., Van, L., Broek, D., Fogliano, V., & Lakemond, C. (2017). Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects : *Tenebrio molitor* , *Alphitobius diaperinus* and *Hermetia illucens*. *Agric Food Chem*, 48.
- Jayanegara, e. a. (2017). Lowering chitin content of cricket (*Gryllus assimilis*) through exoskeleton removal and chemical extraction and its utilization as a ruminant feed in vitro. *biol sci*, 10-12.
- Medina, M. (2020). *Prototipo agroindustrial de harina de Acheta domesticus (Orthoptera: Gryllidae) para consumo humano*. El Salvador: ISSN.
- Medina, R. (2020). “Prototipo agroindustrial de harina de *Acheta domesticus* (*Gryllus assimilis*) para consumo humano. 36-37.

- Miech, P., Lindberg, J., Berggren, A., Chhay, T., & Jansson, A. (2017). Apparent faecal digestibility and nitrogen retention in piglets fed whole and peeled Cambodian field cricket meal. *Insects as Food Feed*, 87.
- Misran, A., & HaniffJaafar, A. (2019). Protein. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. 124.
- Nissen, L., Samaei, S., Babini, E., & Gianotti, A. (2020). Gluten free sourdough bread enriched with cricket flour for protein fortification: Antioxidant improvement and Volatilome characterization. *Food Chemistry*, 133.
- Osimani, A., Milanović, V., Cardinali, F., Roncolini, A., Garofalo, C., & Clementi, F. (2018). Bread enriched with cricket powder (*Acheta domesticus*): A technological, microbiological and nutritional evaluation. *Innovative Food Science & Emerging*, 150-152.
- Pacheco, G. (2014). Análisis Comparativo del Contenido Proteínico entre dos Órdenes de Artrópodos del Noreste de México. 29.
- Padilla, F., & Cuesta, A. (2009). *Zoología Aplicada*. 5.
- Portillo, E. (2018). Estimación piloto de los costos en la producción y proceso de harina de grillo (*grillus assimilis*), como fuente de proteína para dieta humana. 65.
- Quitral, V., Morales, C., Sepúlveda, M., & Schwartz, M. (2016). Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Neuropsiquiatr*, 35.
- S., n. T. (2016). Apparent digestibility coefficients and amino acid availability of cricket meal. 89.
- Santamaria, W., & Brahams, J. (2019). *Determinación de la digestibilidad in vitro de harina de grillo "Gryllus assimilis"*. lima.
- Sarter, k., Farvor, G., & Dastterw, t. (2019). Generos del *Grillus Assimilis*. *Entomologia colombiana* , 58.
- Stone, A., Tanaka, T., & Nickerson, M. (2005). Protein quality and physicochemical properties of commercial cricket and mealworm powders. *Food Sci Technol*, 26.
- Vanegas, A., & Escalante, A. (2017). Acridofagia y otros insectos en donde se cuenta sobre la crianza, recolección, preparación, y consumo de chapulines, gusanos y hormigas y otros bichos para salvar el mundo. 31.

- Viejo, J. (2011). Los insectos como alimento humano. *Alumenos Enseñanza Secund*, 22.
- Vignolo. (2015). Bichos de tu entorno guía de insectos y otros artrópodos. *Pelopantón*, 26.
Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/bichos-entorno.aspx>
- Vignolo, C. (2015). Bichos de tu entorno guía de insectos y otros artrópodos. *Pelopantón*, 25.
- Walker, T. (2015). Jamaican field cricket (*Gryllus assimilis*). *Florida*, 13.
- Yi, L., Boekel, M., Boeren, S., & Lakemond, C. (2016). Protein identification and in vitro digestion of fractions from *Tenebrio molitor*. *Food Res Techno*, 47.

IX. ANEXOS

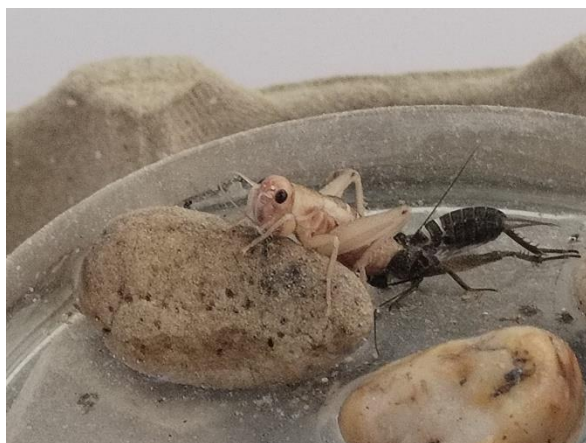
Anexo 1 cría de grillos



Anexo 2 micro grillo



Anexo 3 crecimiento del grillo



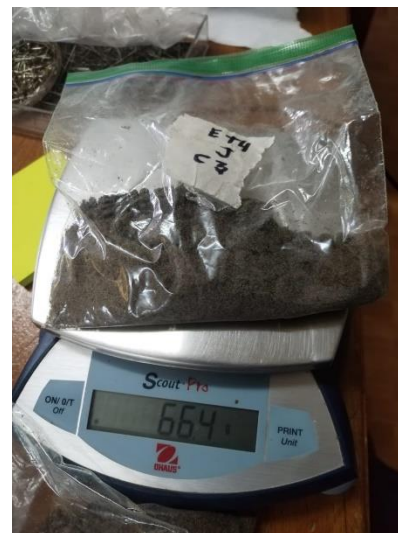
Anexo 4 condiciones de cría



Anexo 5 cosecha



Anexo 6 obtención y pesado de la harina



Anexo 7 pruebas bromatológicas

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SAN JOSÉ		CERTIFICADO DE ANÁLISIS SECCIÓN DE PROXIMAL		CÓDIGO: RTSJ-32 VERSIÓN: 03 VIGENCIA: 11/may/2018
Elaboró: Erick Irias	Revisó: Yessica Segura	Aprobó: Karen Araujo	Página 1 de 1	

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SAN JOSÉ
Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria
Col. El Pedregal, contiguo al Inst. Alfonso G. Zelaya, Tegucigalpa, Honduras.
Tel: 2243-7400 y 2243-7469. Correo: labcontrolcalidadsanjose@hotmail.com

Cliente: Universidad Nacional de Agricultura
Responsable: Edwar Rivera
Dirección: Catacamas, Olancho
Teléfono: 9590-2119

ID de la muestra: 17811023 **Fecha de Recepción:** 18 de octubre de 2023
Descripción: Grillo (Ponedora Adulto)
Número de lote: Desconocido
Comentarios: Ninguno

Código del certificado: CAPX- 17811023

Ensayo	Resultado	Unidades	Método	Fecha de realización
Humedad	4.77	g/100g	EC 152/2009 p12	25/10/2023
Materia Seca	95.23	g/100g	EC 152/2009 p12	25/10/2023
Nitrógeno proteico	8.02	g/100g	AOAC 2001.11	19/10/2023
Proteína cruda	51.13	g/100g	AOAC 2001.11	19/10/2023
Fibra Cruda	5.55	g/100 g	AOAC 978.10	26/10/2023
Extracto etéreo	39.77	g/100g	AOAC 920.39	25/10/2023
Energía Bruta	6425.9907	Cal/g	Manual PARR	26/09/2022

Fecha de emisión del presente certificado: 30 de octubre de 2023

Dra. Carol Ponce
Jefe de la sección de Proximal

Este certificado no puede ser reproducido parcial ni totalmente sin el permiso previo del Laboratorio de Control de Calidad San José. No es válido sin la firma y sello correspondientes. El Laboratorio de Control de Calidad San José no se hace responsable por el uso indebido que se pueda hacer de los resultados emitidos. Los resultados corresponden y son válidos únicamente para la muestra declarada proporcionada por el cliente.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SAN JOSÉ		CERTIFICADO DE ANÁLISIS SECCIÓN DE PROXIMAL		CÓDIGO: RTSJ-32 VERSIÓN: 03 VIGENCIA: 11/may/2018
Elaboró: Erick Irias	Revisó: Yessica Segura	Aprobó: Karen Araujo	Página 1 de 1	

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SAN JOSÉ
Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria
Col. El Pedregal, contiguo al Inst. Alfonso G. Zelaya, Tegucigalpa, Honduras.
Tel: 2243-7400 y 2243-7469. Correo: labcontrolcalidadsanjose@hotmail.com

Cliente: Universidad Nacional de Agricultura
Responsable: Edwar Rivera
Dirección: Catacamas, Olancho
Teléfono: 9590-2119

ID de la muestra: 17781023 **Fecha de Recepción:** 18 de octubre de 2023
Descripción: Grillo (Engorde Adulto)
Número de lote: Desconocido
Comentarios: Ninguno

Código del certificado: CAPX- 17781023

Ensayo	Resultado	Unidades	Método	Fecha de realización
Humedad	4.43	g/100g	EC 152/2009 p12	24/10/2023
Materia Seca	95.57	g/100g	EC 152/2009 p12	24/10/2023
Nitrógeno proteico	8.29	g/100g	AOAC 2001.11	19/10/2023
Proteína cruda	52.82	g/100g	AOAC 2001.11	19/10/2023
Fibra Cruda		g/100 g	AOAC 978.10	26/10/2023
Extracto etéreo	40.36	g/100g	AOAC 920.39	25/10/2023
Energía Bruta	6421.0761	Cal/g	Manual PARR	26/10/2023

Fecha de emisión del presente certificado: 30 de octubre de 2023

Dra. Carol Ponce
Jefe de la sección de Proximal

Este certificado no puede ser reproducido parcial ni totalmente sin el permiso previo del Laboratorio de Control de Calidad San José. No es válido sin la firma y sello correspondientes. El Laboratorio de Control de Calidad San José no se hace responsable por el uso indebido que se pueda hacer de los resultados emitidos. Los resultados corresponden y son válidos únicamente para la muestra declarada proporcionada por el cliente.

	CERTIFICADO DE ANÁLISIS SECCIÓN DE PROXIMAL			CÓDIGO: RTSJ-32 VERSIÓN: 03 VIGENCIA: 11/may/2018
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SAN JOSÉ	Elaboró: Erick Irias	Revisó: Yessica Segura	Aprobó: Karen Araujo

Página 1 de 1

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SAN JOSÉ
Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria
Col. El Pedregal, contiguo al Inst. Alfonso G. Zelaya, Tegucigalpa, Honduras.
Tel: 2245-7400 y 2245-7469. Correo: labcontrolcalidadsanjose@hotmail.com

Cliente: Universidad Nacional de Agricultura
Responsable: Edwar Rivera
Dirección: Catacamas, Olancho
Teléfono: 9590-2119

ID de la muestra: 17791023 **Fecha de Recepción:** 18 de octubre de 2023
Descripción: Grillo (Engorde Joven)
Número de lote: Desconocido
Comentarios: Ninguno

Código del certificado: CAPX- 17791023

Ensayo	Resultado	Unidades	Método	Fecha de realización
Humedad	4.64	g/100g	EC 152/2009 p12	25/10/2023
Materia Seca	95.36	g/100g	EC 152/2009 p12	25/10/2023
Nitrógeno proteico	8.11	g/100g	AOAC 2001.11	19/10/2023
Proteína cruda	51.71	g/100g	AOAC 2001.11	19/10/2023
Fibra Cruda	4.63	g/100 g	AOAC 978.10	26/10/2023
Extracto etéreo	45.44	g/100g	AOAC 920.39	25/10/2023
Energía Bruta	6302.2950	Cal/g	Manual PARR	26/09/2022

Fecha de emisión del presente certificado: 30 de octubre de 2023

Dra. Carol Ponce
Jefe de la sección de Proximal

Este certificado no puede ser reproducido parcial ni totalmente sin el permiso previo del Laboratorio de Control de Calidad San José. No es válido sin la firma y sello correspondientes.
El Laboratorio de Control de Calidad San José no se hace responsable por el uso indebido que se pueda hacer de los resultados emitidos. Los resultados corresponden y son válidos únicamente para la muestra declarada proporcionada por el cliente.

	CERTIFICADO DE ANÁLISIS SECCIÓN DE PROXIMAL			CÓDIGO: RTSJ-32 VERSIÓN: 03 VIGENCIA: 11/may/2018
	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SAN JOSÉ	Elaboró: Erick Irias	Revisó: Yessica Segura	Aprobó: Karen Araujo

Página 1 de 1

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SAN JOSÉ
Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria
Col. El Pedregal, contiguo al Inst. Alfonso G. Zelaya, Tegucigalpa, Honduras.
Tel: 2245-7400 y 2245-7469. Correo: labcontrolcalidadsanjose@hotmail.com

Cliente: Universidad Nacional de Agricultura
Responsable: Edwar Rivera
Dirección: Catacamas, Olancho
Teléfono: 9590-2119

ID de la muestra: 17801023 **Fecha de Recepción:** 18 de octubre de 2023
Descripción: Grillo (Ponedora Joven)
Número de lote: Desconocido
Comentarios: Ninguno

Código del certificado: CAPX- 17801023

Ensayo	Resultado	Unidades	Método	Fecha de realización
Humedad	4.72	g/100g	EC 152/2009 p12	25/10/2023
Materia Seca	95.28	g/100g	EC 152/2009 p12	25/10/2023
Nitrógeno proteico	8.14	g/100g	AOAC 2001.11	19/10/2023
Proteína cruda	51.92	g/100g	AOAC 2001.11	19/10/2023
Fibra Cruda	5.33	g/100 g	AOAC 978.10	26/10/2023
Extracto etéreo	34.12	g/100g	AOAC 920.39	25/10/2023
Energía Bruta	6327.5088	Cal/g	Manual PARR	26/09/2022

Fecha de emisión del presente certificado: 30 de octubre de 2023

Dra. Carol Ponce
Jefe de la sección de Proximal

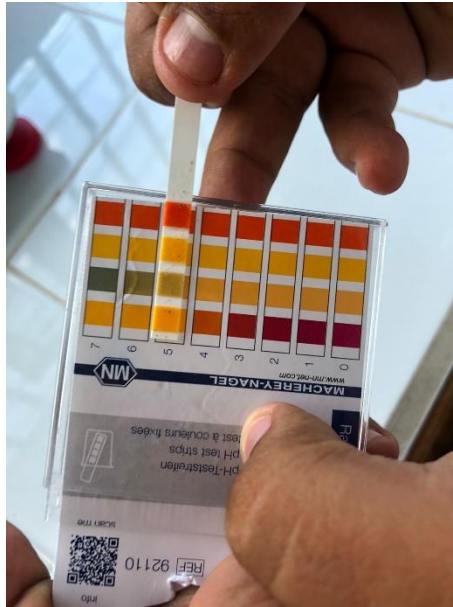
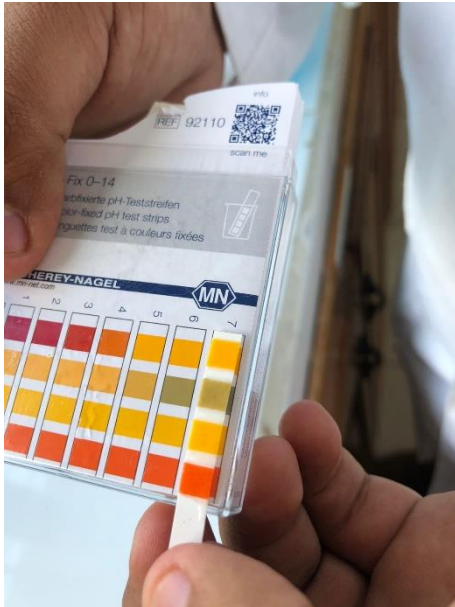
Este certificado no puede ser reproducido parcial ni totalmente sin el permiso previo del Laboratorio de Control de Calidad San José. No es válido sin la firma y sello correspondientes.
El Laboratorio de Control de Calidad San José no se hace responsable por el uso indebido que se pueda hacer de los resultados emitidos. Los resultados corresponden y son válidos únicamente para la muestra declarada proporcionada por el cliente.

Anexo 8 Análisis fitoquímicos y microbiológicos

Análisis de humedad

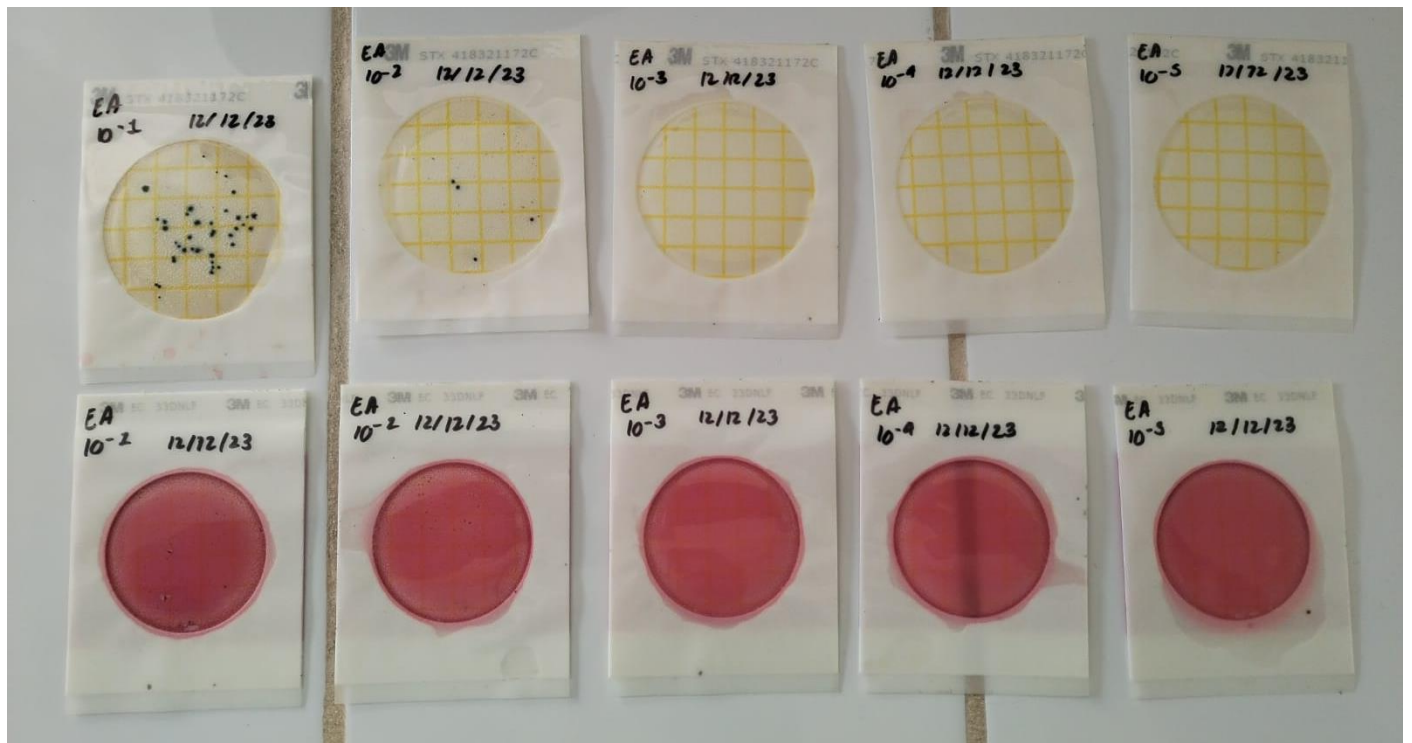


Análisis de pH



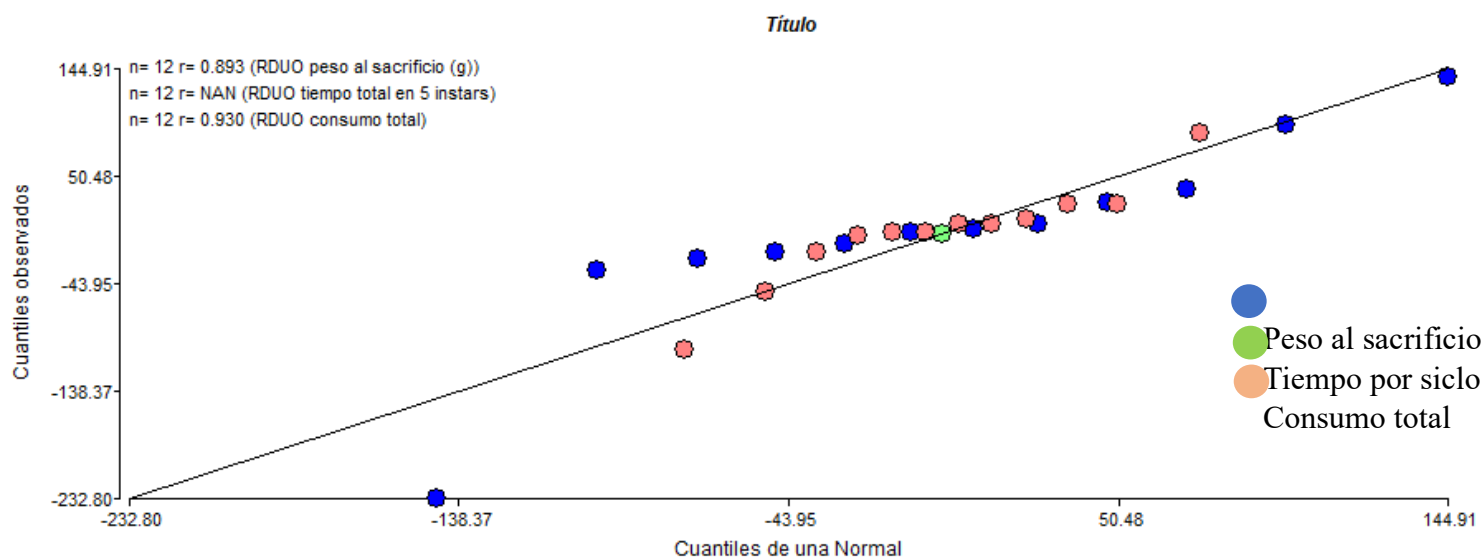
Análisis microbiológico





Anexo 9 Tabulación de datos

Grafica de normalidad



Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
tiempo por ciclo Dias	12	0.94	0.92	0.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42.25	3	14.08	42.25	<0.0001
Tratamiento	42.25	3	14.08	42.25	<0.0001
Error	2.67	8	0.33		
Total	44.92	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.50960

Error: 0.3333 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
P+G ADULTO	68.67	3	0.33	A
P+G INMADURO	67.67	3	0.33	A B
E+G INMADURO	66.33	3	0.33	B
E+G ADULTO	63.67	3	0.33	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
consumo por ciclo en gramo..	12	0.96	0.94	2.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	483850.92	3	161283.64	57.27	<0.0001
Tratamiento	483850.92	3	161283.64	57.27	<0.0001
Error	22531.33	8	2816.42		
Total	506382.25	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=138.76243

Error: 2816.4167 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
P+G INMADURO	2372.00	3	30.64	A
P+G ADULTO	2330.67	3	30.64	A
E+G ADULTO	1963.33	3	30.64	B
E+G INMADURO	1939.00	3	30.64	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 10: Tiempo de cosecha

Anexo 11: Consumo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso en gramos	12	0.47	0.27	8.54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6059.33	3	2019.78	2.33	0.1504
tratamiento	6059.33	3	2019.78	2.33	0.1504
Error	6927.33	8	865.92		
Total	12986.67	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=76.94165

Error: 865.9167 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.
P+G INMADURO	367.33	3	16.99 A
E+G INMADURO	365.00	3	16.99 A
E+G ADULTO	332.33	3	16.99 A
P+G ADULTO	314.00	3	16.99 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 12: Peso final

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Combercion alimenticia	12	0.75	0.66	8.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.39	3	2.46	8.01	0.0086
tratamiento	7.39	3	2.46	8.01	0.0086
Error	2.46	8	0.31		
Total	9.85	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.44993

Error: 0.3075 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.
P+G ADULTO	7.50	3	0.32 A
P+G INMADURO	6.43	3	0.32 A B
E+G ADULTO	5.93	3	0.32 B
E+G INMADURO	5.37	3	0.32 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 13: Conversión Alimenticia

Anexo 14. Rendimiento de harina por lote

			Rendimiento
Tratamiento	Tratamiento	Repetición	de harina (%)
T1	P+G INMADURO	1	0.275
T1	P+G INMADURO	2	0.229
T1	P+G INMADURO	3	0.19.2
T2	P+G ADULTO	1	0.352
T2	P+G ADULTO	2	0.310
T2	P+G ADULTO	3	0.337
T3	E+G INMADURO	1	0.220
T3	E+G INMADURO	2	0.226
T3	E+G INMADURO	3	0.210
T4	E+G ADULTO	1	0.324
T4	E+G ADULTO	2	0.351
T4	E+G ADULTO	3	0.386