

Suplementación alimentaria de gallinas ponedoras y pollos de engorde (*Gallus gallus*), con
harina de grillo (*Acheta domesticus*) a partir del establecimiento de entomocriaderos en el
Municipio de Enciso-Santander

Eduar Martin Nova Sierra



Universidad Industrial De Santander

Instituto De Proyección Regional Y Educación A Distancia

Producción Agroindustrial

Málaga

2022

Suplementación alimentaria de gallinas ponedoras y pollos de engorde (*Gallus gallus*), con harina de grillo (*Acheta domesticus*) a partir del establecimiento de entomocriaderos en el Municipio de Enciso-Santander

Eduar Martin Nova Sierra

Trabajo De Grado Para Optar El Título De Profesional En Producción Agroindustrial

Director

Javier Quecho Mogollón

Magíster en Gestión Ambiental Sostenible

Universidad Industrial De Santander

Instituto De Proyección Regional Y Educación A Distancia

Producción Agroindustrial

Málaga

2022

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	8
1 OBJETIVOS.....	11
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2 MARCO REFERENCIAL	12
2.1. MARCO TEÓRICO.....	16
2.2. MARCO LEGAL.....	22
2.3. MARCO GEOGRÁFICO	23
3 METODOLOGIA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1. TIPO DE ESTUDIO	25
4 RESULTADOS.....	39
5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
6 ANÁLISIS ECONÓMICO:.....	51
7 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	59
Conclusiones	62
Referencias Bibliográficas	63
APÉNDICES	66

Lista de Tablas

Tabla 1: Insectos utilizados en la alimentación humana **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 2: Insectos criados de manera intensiva **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 3: Clasificación taxonómica del grillo. 17

Lista de Figuras

Figura 1: Adultos Acheta domesticus .: a) Macho, b) Hembra..... 16

Figura 2:Tegminas o alas anteriores, encargadas de producir sonido..... 18

Figura 3. Escala de ROCHE..... 36

Figura 4: Comparación de la postura, evaluada al incluir 25% de harina de grillo, como suplemento en la alimentación de las aves ponedoras, con respecto al tratamiento control durante la investigación..... 46

Figura 5; Clasificación de los huevos del tratamiento control, según su promedio de peso en gramos, utilizando la tabla de categorías JUMBO, AAA, AA, B y C 46

Figura 6: Clasificación de los huevos del tratamiento suplementación con 25% harina de grillo , según su promedio de peso en gramos, utilizando la tabla de categorías JUMBO, AAA, AA, B y C 47

Figura 7: Curva de crecimiento evaluada al incluir 25% de harina de grillo, como suplemento en la alimentación de pollos de engorde, con respecto al tratamiento control durante la investigación..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 8: Diferencia de ganancia de peso del grupo harina de grillo con referencia al grupo control..... 49

Figura 9: consumo individual y total de concentrado de los cinco individuos del grupo control de la unidad investigativa 1 (gallinas ponedoras). 51

Figura 10: Consumo individual y total de concentrado de los cinco individuos del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 1 (gallinas ponedoras). 52

Figura 11: Consumo individual y total de harina de grillo de los cinco individuos del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 1 (gallinas ponedoras). 53

Figura 12: Consumo individual y total de concentrado de los cinco individuos del grupo control de la unidad investigativa 2 (pollos de engorde)..... 55

Figura 13: Consumo individual y total de concentrado de los cinco individuos del grupo harina de grillo de la unidad investigativa (pollos de engorde). 56

Figura 14: Consumo individual y total de harina de grillo de los cinco individuos del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 2 (pollos de engorde). 56

Resumen

Título: Suplementación alimentaria de gallinas ponedoras y pollos de engorde (*Gallus gallus*), con harina de grillo (*Acheta domesticus*) a partir del establecimiento de entomocriaderos en el Municipio de Enciso-Santander*

Autor: Eduar Martin Nova Sierra**

Palabras Claves: suplementación alimentaria, criaderos de insectos, harina de grillo, formulación de dietas, porcentaje de proteínas

Con la Suplementación alimentaria de gallinas ponedoras y pollos de engorde (*Gallus gallus*) con harina de grillo (*Acheta domesticus*) a partir del establecimiento de entomocriaderos se busca estimar la mejora en la calidad de los huevos y la ganancia de peso en los pollos de engorde. El objetivo de este estudio fue la suplementación de las aves con harina de grillo obtenida de grillos capturados en los cultivos de frijol y criados en entomocriaderos. El estudio fue realizado en la finca Las Casas de la Vereda Cochaga en el municipio de Enciso, departamento de Santander, Colombia. La harina obtenida provee un 60% de proteína lo cual lo categoriza como un suplemento rico en proteína, estos insectos son nuevas alternativas de suplementos alimentarios que proveen altos valores proteicos y vitamínicos a las aves.

* Trabajo de grado

** Instituto de proyección regional y a distancia IPRED, programa de producción agroindustrial. Director: Javier Quecho Mogollón, MSc en Gestión Ambiental Sostenible.

Abstract

Title: Food supplementation of laying hens and broilers (*Gallus gallus*), with cricket flour (*Acheta domesticus*) from the establishment of entomocriaderos in the Municipality of Enciso-Santander

Author: Eduar Martin Nova Sierra

Key Words: breeding sites of insect, cricket flour, diet formulation, protein percentage

With the Food Supplementation of laying hens and broilers (*Gallus gallus*) with cricket flour (*Acheta domesticus*) from the establishment of entomo-hatcheries, the aim is to estimate the improvement in the quality of the eggs and the weight gain in the broilers. . The objective of this study was the supplementation of the birds with cricket flour obtained from crickets captured in bean crops and raised in entomo-hatcheries. The study was carried out at the Las Casas de la Vereda Cochaga farm in the municipality of Enciso, department of Santander, Colombia. The flour obtained provides 60% protein, which categorizes it as a supplement rich in protein. These insects are new alternatives to food supplements that provide high protein and vitamin values to birds.

* Bachelor thesis

** Instituto de proyección regional y a distancia IPRED, programa de producción agroindustrial. Director: Javier Quecho Mogollón, MSc en Gestión Ambiental Sostenible.

Introducción

La producción de especies menores demanda una alimentación rica en proteínas, los productos que actualmente oferta el mercado colombiano para especies menores representan un alto costo para el productor; es por ello que el aprovechamiento de la plaga de grillos para la producción de harina con alto contenido de proteína y bajo costo de producción representa una opción factible para estos sistemas de producción agobiados por los altos precios de los concentrados desencadenados del desabastecimiento de insumos y la desaceleración de la economía por causa de la pandemia del Covid 19.

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 domesticus* L.) que como se menciona anteriormente, es de muy fácil producción (Méndez-Gutiérrez, 2014). ApoloArévalo 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).

El proyecto presenta un impacto positivo en dos ámbitos, el primero en la producción de huevos y pollos de engorde en la finca Las Casas de la vereda Cochaga del municipio de Enciso Santander, al utilizar la harina de grillo (*Acheta domesticus*) en la suplementación alimentaria mejorando la calidad, y el segundo es en el medio ambiente del municipio de Enciso Santander, pues mediante el control biológico de captura de los grillos que se encuentran como plaga en los cultivos de frijol se evita la aplicación de insecticidas que generan contaminación del agua, aire y suelo.

El presente proyecto consiste en la evaluación de los beneficios que genera la suplementación alimentaria de gallinas ponedoras y pollos de engorde (*Gallus gallus*) con 25% de harina de grillo (*Acheta domesticus*) obtenida a partir de entomocriaderos.

El proyecto se desarrollo en la finca las casas de la vereda Cochaga en el municipio de Enciso Santander, partiendo de la problemática que generan los grillos en el cultivo de frijol durante el periodo de germinación, se implementó la recolección e instalación en entomocriaderos como control biológico evitando el uso de pesticidas y generando una nueva fuente de proteína para la alimentación de gallinas y pollos de engorde.

Objetivos

Objetivo General

Suplementar la dieta alimentaria de gallinas ponedoras y pollos de engorde (*Gallus gallus*), con harina de grillos (*Acheta domesticus*) a partir del establecimiento de entomocriaderos en el Municipio de Enciso-Santander

Objetivos específicos

- Establecer entomocriaderos para la producción de harina de grillo (*Acheta domesticus*)
- Elaborar y almacenar harina obtenida de los grillos producidos en los entomocriaderos.
- Formular la dieta para la suplementación alimentaria de gallinas ponedoras y pollos de engorde (*Gallus gallus*), con harina de grillo (*Acheta Domesticus*)

Marco Referencial

Los insectos son la especie animal más grande y la menos estudiada del mundo según (Coronado Padilla & Márquez Delgado,1972) ya que estos pequeños animales han estado sobre la tierra desde los inicios mismos de la vida, siendo el orden más antiguo encontrado el Colémbolo que se situó en el período geológico Devónico hace más de 350 millones de años; el orden de la Ortóptera originado en el período Triásico hace más de 190 millones de años; el orden Diptera situado en período geológico Jurásico hace 155 millones de años; el orden Isoptera en el período geológico Terciario hace 70 millones de años y el orden Anoplura en el período geológico Cuaternario hace 1 millón de años. (Coronado Padilla & Márquez Delgado, 1972).

La humanidad ha visto que estos animales pueden ser beneficiosos para algunos campos de la industria como por ejemplo el uso de insectos en la industria textil en la cual a la cochinilla (*Dactylopius coccus*) se le extraía el color rojo; en la medicina tradicional de algunos pueblos aborígenes usaban la sangre de la Cantárida (*Lytta vesicatoria*) para curar enfermedades del sistema urino genital, el uso de abejas (*Aphis mellifera*) para la producción de miel, el uso de gusanos de seda (*Bombyx mori*) para la fabricación de telas. (Coronado Padilla & Márquez Delgado, 1972)

Los autores Koga, García, Carcelén, & Arbaiza, (1999) en su artículo “Valor Nutricional del *Gryllus peruvianus* (Orthoptera:Grillidae)” dan a conocer el análisis proximal de dicho insecto el mismo que presento los siguientes resultados: Humedad 69,3%; Proteína 66,9%; Extracto etéreo 8,1%; Fibra 13%; Extracto libre de nitrógeno 9,2%; Ceniza 2,8%; y Digestibilidad de pepsina 81,8%. De donde se puede ver que la gran cantidad de proteína de este grillo puede ser una fuente alimenticia con alto valor nutritivo y altamente digerible.

En la actualidad es una práctica común el consumo de insectos como parte de las dietas de la población de países como México, Bolivia y no obstante Ecuador siendo el catzo blanco uno de los más consumidos en el país. Autores como Arango Gutiérrez, (2005) afirman que en muchas partes del mundo en las cuales las condiciones son adversas, la utilización de los insectos en las dietas humanas son una alternativa para la escasez de proteínas de buena calidad. (Arango Gutiérrez, 2005)

Según los autores Ramos-elorduy & Montesinos Viejo, (2007) en su artículo “Los Insectos como alimento humano” muestran una a uno de los macronutrientes más representativos en el consumo de insecto como es la proteína en el cual afirman que la cantidad de proteínas de los insectos comestibles, es expresada en base seca en un amplio rango de valores de este macronutriente, siendo para la hormiga mielera (*Myrmecosistus melliger*) de 9,45%, y el de la avispa adulta del género *Polybia* de 81% de proteína. 7 no obstante, los insectos han sido parte de la alimentación humana en varios países del mundo, como en países del continente asiático los insectos han sido clave en sustentar la desnutrición en estos países. De allí nace el estudio de insectos para la alimentación humana llamada entomofagia la misma que data de la época de Aristóteles. (Ramos-Elorduy, Luis, & Montesinos, 2007)

En la tesis de los autores Pérez Paredes & Rodas Sánchez, (2012) “Elaboración y caracterización de harinas para consumo humano a partir de *Achetas domesticus* y *Periplanetas americanas*”, muestran los análisis proximales de la harina de grillo los mismos que son: ceniza 3,76%; proteína 60,66%; Carbohidratos 4,37%; grasas 31,21%; estos valores están representados en base seca, los mismos que aportan 541,01 kcal/100g. Mientras que los minerales encontrados en la harina de grillo fueron: calcio, zinc, hierro y fosforo.

La entomofagia es el consumo de insectos por los seres humanos, la misma que se ha vuelto una práctica en muchos países del mundo siendo los continentes de Asia, África y América Latina los que lideran el consumo de estos animales; esta conducta de consumir insectos no es nueva ya desde hace mucho tiempo atrás existía esta práctica, pero no hasta hace poco comenzó a llamar la atención la entomofagia por muchos medios sean estos de investigación como de innovación alimentaria, la FAO investiga sobre los beneficios de los insectos en el Programa de Insectos Comestibles. (Halloran, 2013)

En el mundo se consumen alrededor de 1900 especies de insectos comestibles y esta cifra sigue aumentando mientras más estudios relacionados a los insectos siguen saliendo por ello la FAO en su guía La Contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente realizada por el autor Halloran, (2013) los insectos más consumidos son: los escarabajos (coleópteros) (31%), las orugas (lepidópteros) (18%), las abejas, avispa y hormigas (himenópteros) (14%), los saltamontes, las langostas y los grillos (ortópteros) (13%), las cigarras, los fulgoromorfos y saltahojas, las cochinillas y las chinches (hemípteros) (10%), las termitas (isópteros) (3%), las libélulas (odonatos) (3%), las moscas (dípteros) (2%) y otros órdenes (5%). (Halloran, 2013)

En la tesis presentada por los autores Blanco Miranda & Giraldo Carrillo, (2016) “Desarrollo de una barra tipo granola a base de harina de Grillo (*Acheta domesticus*) como principal fuente proteica”, dan a conocer el análisis proximal del grillo doméstico (*Acheta domesticus*) de donde el contenido de proteína fue de 67,1% demostrando que los insectos son fuente de proteína, por lo cual utilizan como materia prima para realizar barras energéticas. La cantidad de proteína obtenida en la tesis fue comparada con la harina de pescado la misma que presento un 65% de proteína. En los resultados de dicha tesis se centran en la cantidad de agua,

de donde la harina del grillo en la investigación fue de 4%, por lo cual es una buena materia prima para realizar barra energética.

La tesis presentada por el autor Velastegui Chávez, (2018) “Determinación del valor nutricional y caracterización del tipo de ácidos grasos en el contenido lipídico del catzo de especie *Platycoelia lutescens* recolectados en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo de la provincia de Pichincha-Ecuador”, nos muestra los valores del catzo de especie *Platycoelia lutescens* en 4 localidades de la provincia de pichincha de donde se ve que los valores más altos del análisis proximal fueron: Humedad 36,55%; ceniza 1,68%; proteína 26,08%; grasa 14,19% y carbohidratos 30,02%; además en la tesis se presentan análisis de los ácidos grasos así como del perfil de lípidos los mismos que se encuentran en valores de: ácidos grasos saturados 4,90%; ácidos grasos insaturados 9,72%; omega 6 fue de 1,35% y el valor de omega 9 fue de 6,97%.

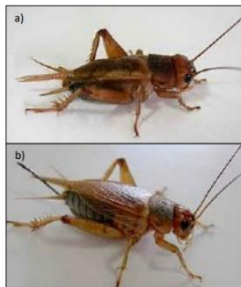
(Peña, 2018) en el artículo “La harina de grillo, alimento del futuro” menciona que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha estado fomentado el uso del insecto como una fuente de proteína alternativa a las tradicionales que puede ayudar a la seguridad alimentaria. Con base en estas directrices de la ONU y aprovechando sus conocimientos en biología, microbiología y economía, Diego Alberto Cruz, Yovanna Andrea Serrato y Manuel Cruz, fundaron en 2015 el proyecto Arthrofood para introducir los insectos en la alimentación de las culturas occidentales a partir de la harina de grillo y fomentar su consumo en Colombia y Latinoamérica. El proceso para crear la harina comenzó con la investigación y selección de la especie más adecuada de grillos que brindara la mejor calidad. Estos fueron *Gryllus assimilis* y *Grilloides sigilatus*. La producción y crianza de los insectos se realiza en la Mesa, Cundinamarca, donde la temperatura es ideal para tener un ambiente controlado y llevar a cabo con éxito el proceso que se divide en tres partes: el apareamiento, la incubación de los huevos y la producción de la harina. Un valor agregado a los

beneficios de la harina de grillo, además de su contenido proteico más elevado que el de la carne de res y ser rico en ácidos grasos como el Omega 3 y 6, es que cada una de las etapas del proceso de producción es completamente amigable con el medioambiente, pues se reducen el consumo de agua, el espacio físico para la crianza de los grillos al ser vertical, la producción de gases con efecto invernadero y la deforestación, la cual se hace de manera indiscriminada para crear pastizales en la ganadería extensiva.

Marco teórico

El orden ortóptero contiene los insectos más grandes y bien conocidos. La mayoría son comedores de plantas y algunos son muy destructores de vegetación, unos pocos son depredadores y otros algo omnívoros en su alimentación. Los ortópteros pueden ser alados o ápteros, las formas aladas generalmente tienen cuatro alas, las alas anteriores son generalmente largas y angostas, con muchas venas, y relativamente gruesas y se les conoce generalmente como tegmina (singular de tegmen), en la familia Tetrigidae las alas anteriores está reducidas a pequeñas estructuras escamiformes, las alas posteriores son membranosas y anchas, con muchas venas y durante el reposo son generalmente plegadas como abanico bajo las anteriores. El cuerpo es elongado y los cercos están corrientemente bien desarrollados. Muchas especies tienen un largo ovopositor, a menudo tan largo como el cuerpo. Las piezas bucales son de tipo masticador y la metamorfosis es simple.

Figura 1: Adultos Acheta domesticus .: a) Macho, b) Hembra.



Fuente: Gaua (2012)

Clasificación taxonómica.

El grillo (*Acheta domesticus*) pertenece a la familia de los Ortópteros. La forma del tórax es cilíndrica con dos alas larga en sus laterales. El color característico de este tipo de grillo es marrón oscuro y amarillo. Su tamaño suele rondar entre los 16 y 21 mm (Walker, 2007).

Tabla 1: Clasificación taxonómica del grillo.

Reino	Animal
Filo	Artrópodo
Clase	Insecta
Orden	Ortóptero
Familia	Gryllidae
Genero	Acheta
Nombre científico	<i>Acheta domesticus</i>
Estado de conservación	Plaga

Fuente: (Vicent, 2009)

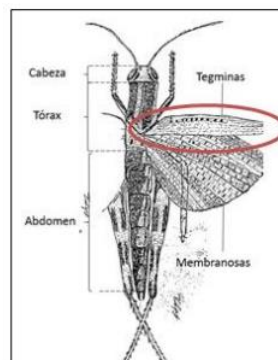
Morfología

Este grillo tiene dos ojos simples, dos ojos compuestos, dos antenas, una boca, palpos junto a la boca, espiráculos en los costados de su abdomen para respirar, las hembras tienen un ovopositor en su extremo caudal, dos cercis, dos alas para volar, dos alas coberteras, cuatro patas caminadoras, y dos patas saltadoras para escapar del peligro, en total los grillos tienen seis patas. Todas las seis patas del grillo están unidas al tórax, que es la parte central de los tres segmentos de su cuerpo. (Rivera, 2017)

Las hembras ponen un promedio de 30 huevos por puesta su incubación dura aproximadamente 2 semanas. Cada grillo tarda 7 semanas en ser adulto y durante este tiempo pasa por 7 mudas, es recomendado que se tenga en cultivo una relación de 1 macho por 10 hembras (Rivera, 2017).

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 (Lozano, 2005).

Figura 2: Tegminas o alas anteriores, encargadas de producir sonido.



Fuente: Lozano (2005)

Ciclo de vida de *Acheta domesticus*

Ciclo de vida: Estos grillos toman dos a tres meses para completar su ciclo de vida siendo criados a una temperatura de 25-35 grados centígrados. El grillo de casa mide de 16 a 21 mm de longitud, de color marrón amarillento con alas que le cubren el abdomen. Comúnmente depositan los huevos en sustratos húmedos como lo es la arena (Rivera, 2017)

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 2) (Gaua, 2012).

Figura 3: Tegminas o alas anteriores, encargadas de producir sonido.



Figura 2: Ciclo de vida del grillo (*Acheta domesticus*.)

Fuente: Gaua (2012)

ESTADO	DÍAS DE DURACIÓN
HUEVO	13-17 DÍAS

NINFA	15 DIAS
SUBADULTO	6 SEMANAS
GRILLO ADULTO	25 DIAS

Elaboración: autor 2021

Fuente: proteinsecta.es

Análisis nutricional de la harina de *Acheta domesticus*

NUTRIENTE	CANTIDAD
Proteína bruta	Superior al 60% aunque también se han descrito valores inferiores al 20%
Grasa	No superior al 20%, más baja en la ninfa que en los adultos
Ácidos grasos	Palmítico, oleico y linoleico
Carbohidratos	Generalmente baja, principalmente en las ninfas
Calcio	Menor a otros insectos
Fosforo	Menor a otros insectos
Vitamina B12	Alta

Fuente: Finke 2002;Yi et al.,2013;Jonas-Leviy Martinez,2017). (Oonincx et al., 2015). (Finke, 2002). (Van Huis et al., 2013;Makkaret al.,2014).

Elaboración de entomocriadero.

El grillo es un insecto ortóptero esto quiere decir que requiere que el ambiente donde se desarrolla sea un ambiente con temperatura y humedad similares a los de los climas cálidos.

La temperatura ideal será de un rango de 26 ° C a 32°C.

En cuanto a la humedad estos insectos se desarrollan mejor en ambientes húmedos.

En cuanto a la iluminación requerida, se recrea ciclos circadianos de día y noche.

La oxigenación es de vital importancia para el cultivo, sobre todo en las fases iniciales de vida del grillo donde el micro grillo es más frágil y necesita de mayores cuidados.

Cuanto más se asemeje el entomocriadero a las condiciones naturales, se permite un correcto desarrollo del insecto y mejores rendimientos de cría.

El área de construcción del entomocriadero es de 16 metros cuadrados, este se realizó a modo de invernadero para mantener una temperatura constante entre los 26°C y 32°C, dentro se distribuyeron 3 módulos de 1.0m de ancho por 3.0m de largo, los cuales se dividen de acuerdo con la fase de producción en la que se encuentre el grillo, unos para grillos de 1 mes otro para grillos de 2 meses y el tercero para grillos adultos.

Alojamiento de los grillos.

Tanto si los utilizamos para criar como si los queremos mantener como alimento, los cuidados y el alojamiento es básicamente el mismo.

Sustrato: Como sustrato se utiliza sustrato de arroz, este tiene la capacidad para absorber la humedad y reducir el olor de los excrementos

Hueveras de cartón: Las hueveras de cartón permiten conseguir una gran superficie para los grillos en el menor espacio posible, y esto es muy importante para que todos los grillos tengan su espacio y no haya ataques entre ellos

Alimentación de los grillos

El *Acheta domesticus*. 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 13 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).

En el proceso de cría se busca una alimentación natural, libre de alimentos sintéticos y que evite convertir a nuestros insectos en un foco de infección o en un alimento poco saludable. Para la alimentación del grillo (*Acheta domesticus*) se usarán, los siguientes alimentos:

Hierbas del campo de las especies: *Galinsoga parviflora* Cav y *Bidens pilosa*

Hortalizas de las especies: *Beta vulgaris* var. cicla y *Daucus carota*

Tubérculos de la especie *Solanum tuberosum*.

La hidratación de los grillos es uno de los puntos más importantes y se debe atender con especial atención. El grillo necesita estar bien hidratado para poder realizar sus funciones básicas tales como comer el pienso, para su óptimo desarrollo.

Entre las fuentes de hidratación utilizadas en las granjas de insectos para la cría de los grillos podemos destacar:

Botella de agua

Verduras y frutas

Marco legal

En Colombia la entidad responsable de controlar la producción y comercialización de Alimentos Balanceados es el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 1998). Esta entidad

además de registrar y controlar a los productores y comercializadores, otorga los registros a los diferentes productos, cuenta con laboratorios de inspección sanitaria, entre otras; todo esto con la finalidad de garantizar la inocuidad de los alimentos y evitar los problemas zoonos. El ICA cuenta con un Manual de Buenas Prácticas para la Fabricación de Alimentos Balanceados para animales en Colombia. Por otro lado, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), también cuenta con un manual de Buenas Prácticas para la Industria de Piensos. De acuerdo con lo anterior, es importante conocer estos documentos los cuales muestran en términos generales las especificaciones que se deben cumplir los productores y comercializadores de alimentos Balanceados. De igual manera, para la solicitud de los anteriores registros y licencias de venta, es necesario la constitución de manera legal de la empresa o sociedad ante la cámara y comercio. Para esto, es necesario establecer el tipo de sociedad que se desea constituir y de acuerdo lo anterior cumplir con la documentación solicitada.

Marco geográfico

El municipio de Enciso cuenta con una extensión de 79 km² se encuentra localizado en la provincia de García Rovira, en el sector oriental del departamento de Santander, la cabecera municipal de este municipio es localizada a los 6° 40' de latitud norte y a los 72° 42' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich y una altitud de 1580 m.s.n.m.; temperatura 20° C. Limita al norte con el municipio de Málaga y Concepción, al sur con los municipios de Capitanejo y San Miguel, al oriente con el municipio de Carcasí y al occidente con el municipio de San José de Miranda. En términos de su organización física espacial el municipio está conformado por la zona urbana, 13 veredas y el centro poblado de Peña Colorada.

Figura 4: Mapa división política de Enciso Santander

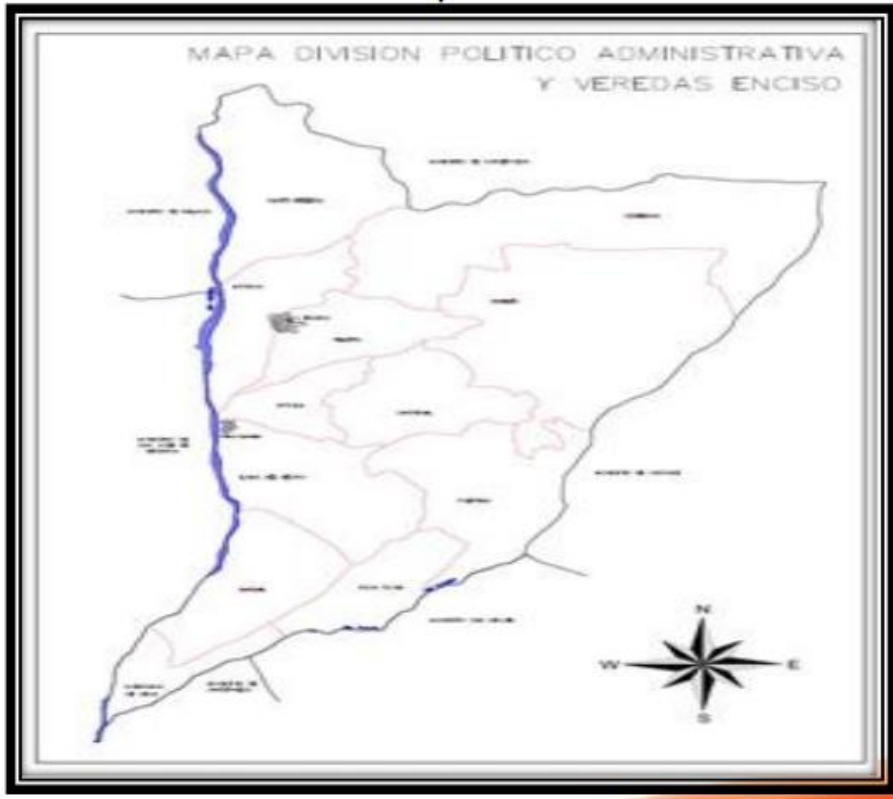


Figura 5: División política de Enciso Santander

VEREDAS			
Cochaga	Quebrada de Vera		
Carrizal	Mosgua		
La Ínsula	Robles		
Agua Sucia	Villeta		
Juncalito	Puertas Mayoría		
Loma del Negro	Juncal		
insula			
	Centro	Poblado	Peña colorado

Metodologia

Tipo de estudio

El estudio es de tipo investigativo su principal objetivo es la evaluación de los efectos de la harina de grillo como alternativa complementaria para la alimentación de gallinas ponedoras y pollos de engorde.

1.1.Manejo del entomocriadero

Mantenimiento en cautividad y reproducción. (Garibay, 2007) explica el método zootécnico para la cría intensiva del grillo *A. domesticus* y considera los siguientes componentes. Locación para la crianza del grillo. La locación es el lugar establecido para la crianza del grillo (Parajulee et al., 1993). Debe tener los siguientes servicios básicos como agua corriente, energía eléctrica y drenaje. Otros servicios útiles son teléfono, computadora personal e internet. Debe tenerse siempre en reserva: jaulas, agua purificada, alimento, hojas de control, etc.

Control de la temperatura.

El rango de temperaturas que debe haber dentro de las jaulas para grillos es entre un mínimo de veinte centígrados (20°C), y un máximo treintaicinco centígrados (35°C). Las jaulas para grillos dependen de generadores de temperatura ambientales puestos en lugares estratégicos dentro de la locación (Erens et al., 2012). Los generadores de temperatura ambientales para grillos se clasifican en dos clases: (1) Generadores de calor para grillos: que sirven para elevar la temperatura dentro de las jaulas cuando la temperatura ambiente baja más del límite en el rango recomendado. El generador de calor más usado por los criadores de grillos es el calentador ambiental eléctrico; (2) Generadores de frío para grillos que sirven para bajar la temperatura dentro de las jaulas cuando la temperatura ambiente sube más del límite en el rango recomendado. El generador de frío más usado por los criadores de grillos es el enfriador ambiental eléctrico. Los

grillos dentro de sus jaulas nunca deben ser expuestos a los rayos directos del sol, al frío directo, y la humedad, porque pueden ocasionar la muerte masiva de grillos.

Jaulas para grillos.

Las jaulas para grillos deber ser fáciles de manejar y de limpiar por el criador. Cada una de las jaulas para grillos debe estar marcada con la letra, el número de la fila y el lugar dentro de la locación para identificar un lote particular de grillos. La razón de hacer esto es porque los grillos no pueden ser marcados individualmente para identificarlos. Las siguientes especificaciones están considerando una jaula que tiene incluida una cantidad suficiente de escondites para los grillos, los cuales aumentan la capacidad de cada jaula para contener más grillos. La cantidad de grillos adultos que puede contener cada jaula depende de la capacidad en litros de cada jaula (Mazurkiewicz et al., 2013; Porter, 2015).

Una jaula de sesentaicinco litros de capacidad puede contener un máximo de dos mil grillos adultos. Una jaula de noventaicinco litros de capacidad puede contener un máximo de tres mil grillos adultos. Para grillos recién nacidos y para las primeras etapas ninfales, las jaulas necesitan ser más pequeñas que las usadas para grillos adultos, es decir, desde ocho, hasta quince litros de capacidad (Porter, 2015). Estas jaulas pequeñas también tienen la función de ser incubadoras para los huevos fertilizados de los grillos.

Las jaulas para grillos pueden tener estructuras fabricadas con varios tipos de materiales como cartón, plástico, madera, vidrio, etc. (Mazurkiewicz et al., 2013). Para la estructura de una jaula para grillos, se necesita una caja de plástico grande, nueva y limpia. Las jaulas para grillos deben tener ventilación y debe estar en el techo de la jaula, y/o sus paredes. El mejor material para ser usado es una malla metálica de aluminio, con aberturas cuadradas para grillos recién nacidos y primeras etapas ninfales. La malla metálica es fijada a la estructura de la jaula para grillos con

silicón especial para sellar los paneles de vidrio de los acuarios. Otro tipo de silicón es tóxico para los grillos. La cinta adhesiva lisa, es muy usada por los criadores para evitar escapes de grillos, y debe tener desde cinco cm hasta diez cm de ancho. La barrera de cinta adhesiva lisa debe ser adherida de forma horizontal sobre todos los bordes interiores de la jaula para grillos, y es recomendable aplicar dos líneas juntas, una al lado de la otra.

Los bebederos, y los comederos para grillos deben ser de baja altura, así los grillos pueden trepar fácilmente sobre estos, y también deben ser amplios para que una gran cantidad de grillos puedan beber, y comer a un mismo tiempo. Deben tener forma de una pequeña bandeja de poca profundidad, y con fondo plano. Pueden servir las tapas de plástico de algunos contenedores para comida. Los escondites necesitan quedar por debajo de un tercio de la altura total de la jaula para grillos para evitar el escape de los grillos. El cartón para huevo es el material más usado por los criadores como escondites para grillos. Los cartones para huevos deben ser puestos verticalmente para permitir la circulación del aire caliente para permitir que los residuos de los grillos (es decir: grillos muertos, pieles mudadas, heces, los residuos de los nutrientes) caigan sobre el fondo de la jaula. Los cartones para huevo deben colocarse juntos, uno al lado del otro, con todas las crestas y valles unas contra las otras, exactamente en la forma contraria en la cual estos se almacenan juntos (Porter, 2015). La limpieza de cada jaula para grillos idealmente debe ser hecha cada tres o cuatro días como máximo. En cada sesión de limpieza de las jaulas para grillos deben quitarse: grillos muertos, pieles mudadas, heces, los residuos de los nutrientes, y si la estructura de la jaula está fabricada con cartón y está muy sucia, entonces también puede ser eliminada. Las jaula-bebederos-comederos-nidos para grillos y otros utensilios deben ser lavados con jabón y detergente, y después todo debe ser desinfectado. El cloro debe ser diluido con agua corriente en

proporción de cinco por ciento de cloro. Después deben ser lavados y desinfectados los utensilios para grillos (Erens et al., 2012). Alimentación.

El grillo doméstico es una especie omnívora por naturaleza, pero en cautiverio no se considera necesario darle alimento de origen animal. El alimento no debe faltar dentro de la jaula, de lo contrario puede comenzar el canibalismo entre éstos (Erens et al., 2012). Aquí se explican dos formas en las cuáles el agua para grillos puede ser puesta dentro de la jaula (Porter, 2015): (1) Agua en forma líquida: el agua en forma líquida más recomendable para la crianza de grillo es: el agua purificada. El agua para grillos en forma líquida debe ser puesta en bebederos; (2) Agua en forma de frutas frescas, y vegetales frescos: los grillos pueden tomar, permanente y alternativamente, agua en forma de frutas y vegetales frescos. Puede usarse como agua para grillos una gran variedad de frutas y vegetales, los cuáles sean ricos en agua como son: manzana, pera, melón, sandía, naranja, mandarina, papa, lechuga, rábano, col, etc. Todas las frutas y vegetales deben ser lavados y desinfectados antes de ser puestas en el bebedero para grillos. Pueden ser usadas simultáneamente estas dos formas de agua dentro de la misma jaula. Los alimentos comerciales secos para nutrir animales domésticos, como son las aves y los mamíferos, pueden ser usados para nutrir grillos, las presentaciones más adecuadas para nutrir grillos son las que se venden en forma de croquetas o comprimidos para nutrir: roedores, conejos, pollos, cerdos, perros, gatos, etc. Estos alimentos no deben contener: medicamentos, hormonas, etc. Todos los alimentos sólidos deben ser finamente rayados, y / o molidos, y / o pulverizados antes de dárselos a los grillos.

Control y monitoreo.

El criador debe tener fichas de control donde se toman notas diarias sobre el estado de cada jaula para grillos y de cada nido para grillos en uso, y sobre todas las actividades dentro de

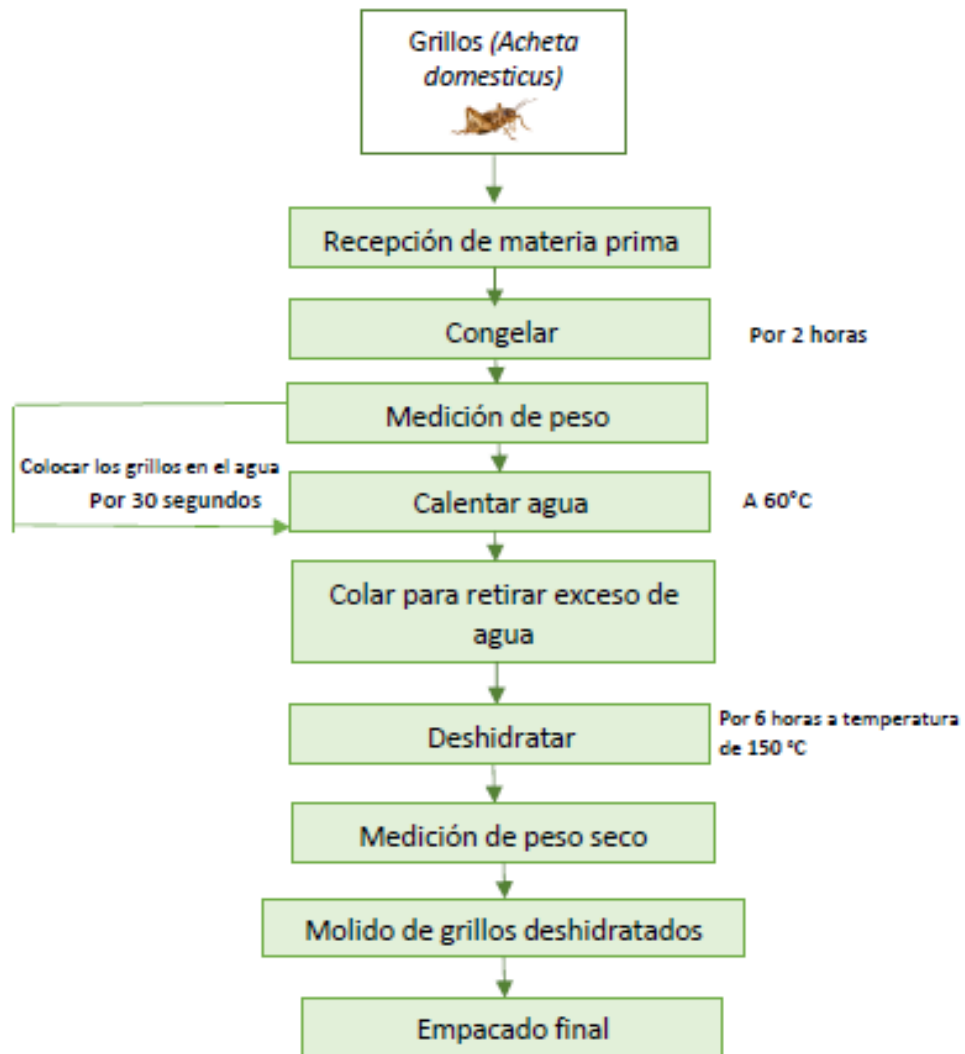
la locación. Se debe monitorear diariamente la temperatura, humedad y horas de luz. Los únicos grillos aceptables para ser usados dentro de la crianza son los grillos nacidos en cautiverio obtenidos de una granja comercial de grillos libres de enfermedades (Weissman et al., 2012)

Nidos para grillos

Un nido para grillos está formado por: (1) Substrato para guardar los huevos fertilizados de los grillos; (2) Bandeja contenedora del substrato, (3) Malla metálica protectora del substrato. Tapa protectora del substrato. Todos y cada uno de los nidos para grillos deben ser marcados en igual forma que con las jaulas para grillos. Los materiales más usados por los criadores de grillos como un substrato para guardar los huevos fertilizados de grillos son: vermiculita; arena marina o arena de río; tierra esterilizada comercial para plantas ornamentales, y piedra porosa volcánica. Se puede hacer una mezcla con dos o más de los cuatro materiales aquí nombrados, para asegurarse que el substrato pueda cubrir todos los requerimientos. La capacidad recomendada en la bandeja para ser usada como contenedora del substrato del nido para grillos es: desde ocho onzas, hasta veinticinco onzas de capacidad. El sustrato debe tener un mínimo de tres cm de profundidad, o un máximo de cinco cm de profundidad. La malla metálica protectora del substrato del nido para grillos es usada en la fase de recepción de los huevos fertilizados de grillos, es decir cuando las hembras entierran sus propios huevos fertilizados en el substrato. La malla metálica protectora del substrato del nido para grillos sirve para evitar que los grillos adultos reproductores se coman los huevos fertilizados, y que los grillos adultos reproductores escarben en el substrato (principalmente los machos hacen esto), el cual puede terminar derramado por todo el fondo de la jaula. El mejor tipo de malla es una metálica galvanizada con aberturas cuadradas de dos mm por lado. La tapa protectora del sustrato del nido para grillos está formada por la tapa de plástico original de la bandeja contenedora. El mejor tipo de malla metálica para este propósito es la malla

metálica de aluminio, con aberturas que tengan: el tamaño más pequeño en graduación “micro malla de aluminio” usada en la electrónica. Para la fase de incubación de los huevos fertilizados de grillo se debe quitar la malla metálica protectora del substrato. En seguida la tapa protectora del substrato se coloca sobre la bandeja, y es cerrada con el sellado. El nido para grillos está listo para ser colocado dentro de la incubadora para los huevos fertilizados de grillo.

1.2.Elaboración de harina de grillo.



1.3. Modo de suplementación

Unidad investigativa 1

GALLINA PONEDORA	GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
TRATAMIENTO	ALIMENTADO CON 100% DE CONCENTRADO	ALIMENTADO CON 75 % DE CONCENTRADO Y 25 % DE HARINA DE GRILLO (<i>Acheta domesticus</i>)
NÚMERO DE AVES	5	5

Unidad investigativa 2

POLLO DE ENGORDE	GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
TRATAMIENTO	ALIMENTADO CON 100% DE CONCENTRADO	ALIMENTADO CON 75 % DE CONCENTRADO Y 25 % DE HARINA DE GRILLO (<i>Acheta domesticus</i>)
NÚMERO DE AVES	5	5

La metodología para aplicar para la investigación es el método científico. Como se menciona en la tabla anterior, la investigación se desarrolla utilizando como unidades de investigación pollos de engorde y gallinas ponedoras (*Gallus gallus*), son 10 unidades de investigación de cada uno.

Partiendo de las 10 unidades de investigación las cuales son del mismo lote y condición genética, se divide en parte iguales, para iniciar el proceso de investigación:

Los porcentajes de harina a suplementar se hacen con base a experiencias anteriores en los cuales se les suministro hasta el 10% de grillos frescos en alimentación a pollos de engorde sin afectar su ganancia en peso.

Existen antecedentes que han evidenciado que la suplementación y/o adición de gorgojo tenebrio (*Tenebrio molitor*) a la dieta de aves de explotación comercial contribuyen de al mejoramiento de los parámetros productivos (Ovalle, 1997; Díaz, 2014).

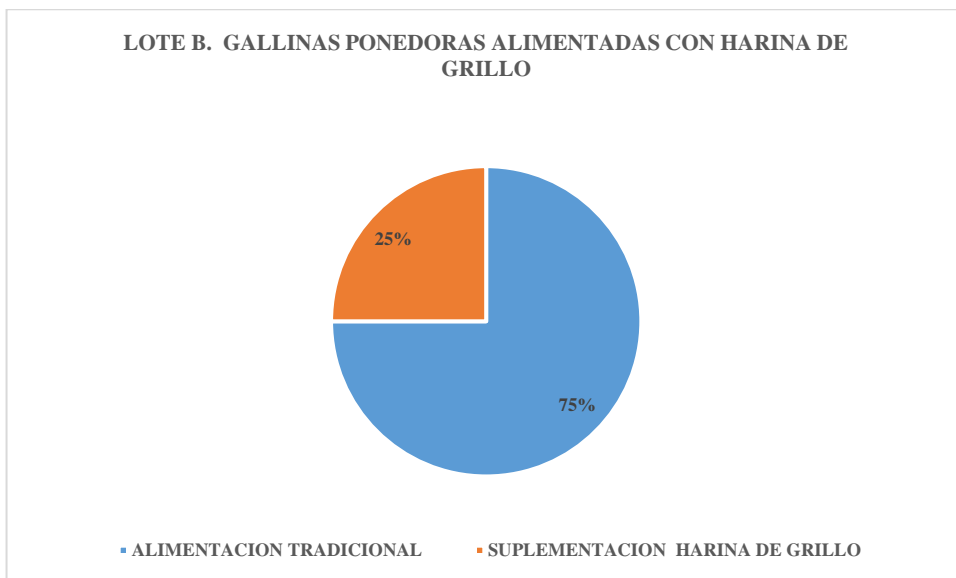
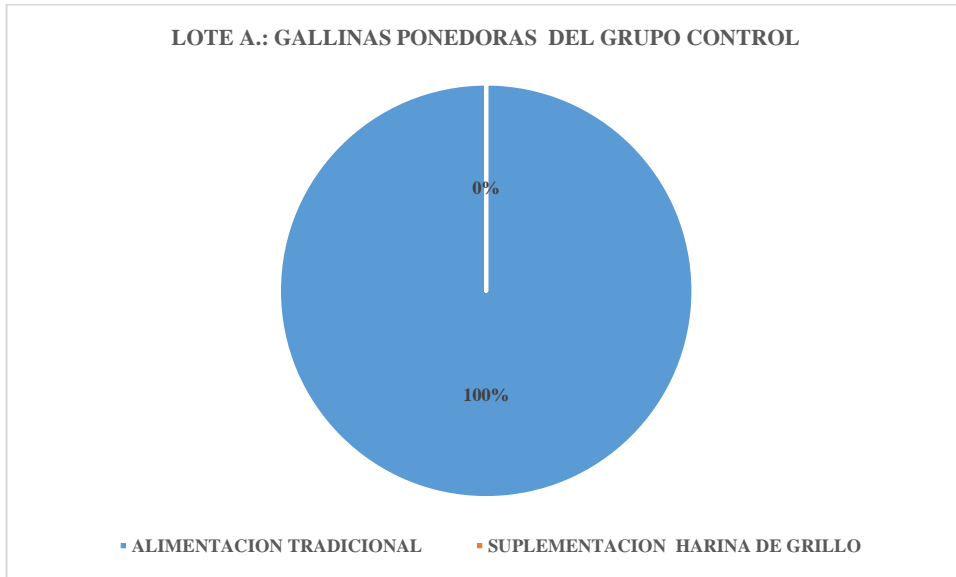
Se procede a establecer en sitios definitivos, separados y vigilados los lotes A Y B de tal manera que no exista contacto entre estos, garantizando la exactitud de la investigación.

La dieta alimentaria para suministrar es de la siguiente forma.

1.3.1. Sistema de manejo para aves ponedoras

Con el fin de evaluar la suplementación con harina de grillo, se eligieron dos métodos de alimentación.

GALLINA PONEDORA	ALIMENTACION TRADICIONAL	SUPLEMENTACION HARINA DE GRILLO
LOTE A	100%	0%
LOTE B	75%	25%



Alimentación tradicional: Cinco gallinas ponedoras en confinamiento, alimentadas con concentrado comercial más agua a voluntad en condiciones de luz y temperatura de acuerdo con las necesidades del sistema de producción.

Alimentación con suplemento: cinco gallinas ponedoras en confinamiento pleno, alimentadas con concentrado comercial y suplementadas con harina de grillo, agua a voluntad en condiciones de luz y temperatura de acuerdo con las necesidades del sistema de producción.

Individuos Experimentales:

Se recibieron 10 aves de la línea ponedora Negra Nevada de 16 semanas de edad, con adecuada apariencia, buen estado de salud, inmediatamente estas fueron distribuidas al azar en los tratamientos:

Alimentación tradicional : 5 aves

Alimentación con suplemento: 5 aves

Manejo del experimento: A la semana 22, inicio de la postura, ya teniendo las aves distribuidas en cada lote experimental se inició la investigación con las condiciones que se mencionan a continuación:

Alimentación:

El sistema de alimentación se construyó utilizando materiales de la finca como guaduas, por lo tanto, el suministro de alimento y agua se realizó de forma manual

El tratamiento, se suministra en dos raciones, la primera a las 7 am con el 50% de la dieta y el otro 50% se suministró a las 2 pm.

Recolección de huevos: se realiza dos veces al día en la mañana a las 10am y en la tarde a las 5pm, los huevos se clasificaron por peso.

Manejo sanitario: se realizan observaciones diarias del estado sanitario de las aves, durante el desarrollo de la investigación no se evidenciaron síntomas de enfermedad.

Variables

Para la recolección de datos se diseñaron formatos de registro (Apéndice A)

Parámetros productivos de la postura:

Peso de los huevos: se realiza diariamente utilizando una balanza digital (sf_400).

Clasificación de los huevos: se clasifican por peso de acuerdo con la tabla

Tabla: clasificación de los huevos de acuerdo con su peso

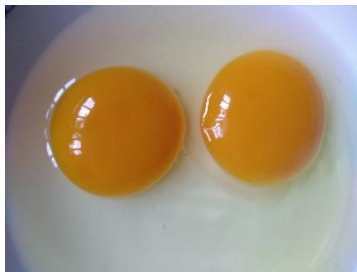
Categoría	Peso(g)
JUMBO	>78,0
AAA	67-77,9
AA	60,0-66,9
B	53,0-59,9
C	<46,3

Calidad del huevo: se evalúa mediante la comparación del color de la yema utilizando la tabla de colores de Roche

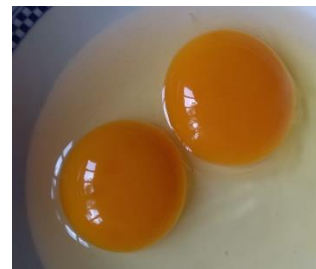
Figura 6. Escala de ROCHE



Fuente: Roche,2015.



Huevo del tratamiento control



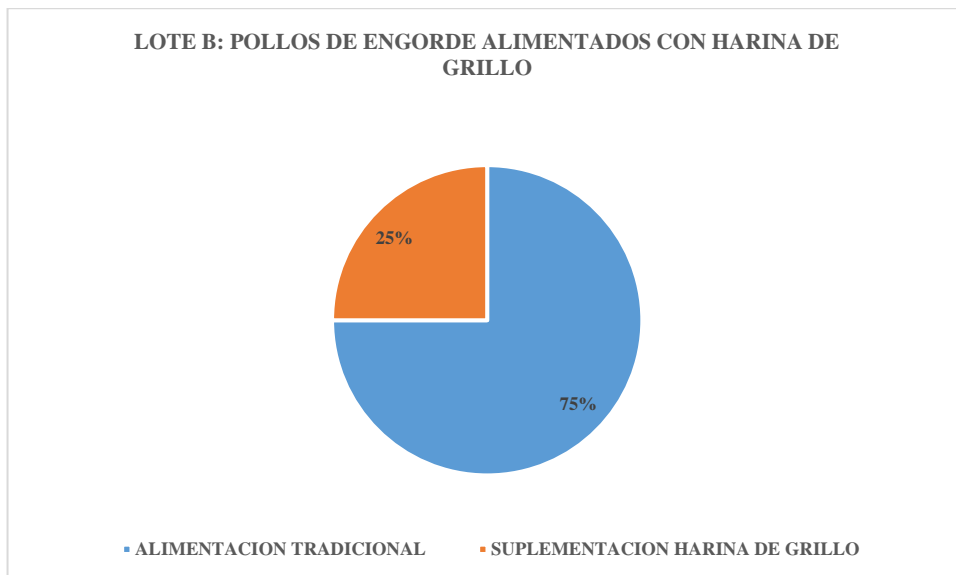
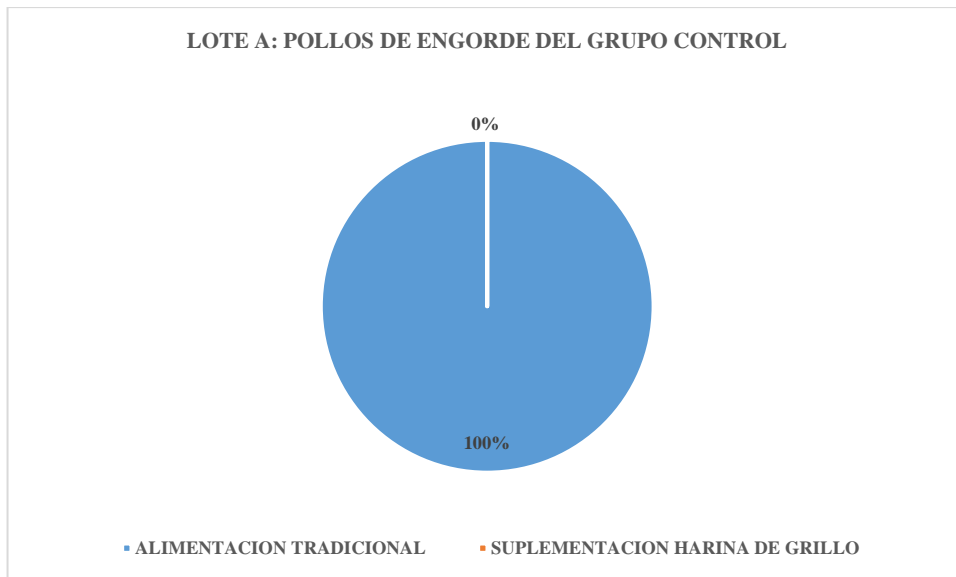
Huevo del

tratamiento harina de grillo

1.3.2. Sistema de manejo para pollos de engorde.

Con el fin de evaluar la suplementación con harina de grillo, se eligieron dos métodos de alimentación.

POLLOS DE ENGORDE	ALIMENTACION TRADICIONAL	SUPLEMENTACION HARINA DE GRILLO	NUMERO DE UNIDADES INVESTIGATIVAS
LOTE A	100%	0%	5
LOTE B	75%	25%	5



Alimentación tradicional (AT): cinco pollos de engorde en confinamiento, alimentados con concentrado comercial más agua a voluntad en condiciones de luz y temperatura de acuerdo con las necesidades del sistema de producción.

Alimentación con suplemento(AS): cinco pollos de engorde en confinamiento pleno, alimentados con concentrado comercial y suplementadas con 25% de harina de grillo, agua a voluntad en condiciones de luz y temperatura de acuerdo con las necesidades del sistema de producción.

Individuos Experimentales:

Se recibieron 10 pollos de la línea Ross de 3 días de edad, con adecuada apariencia, buen estado de salud, inmediatamente fueron distribuidos al azar en los tratamientos:

Alimentación tradicional (AT): 5 aves

Alimentación con suplemento(AS): 5 aves

Manejo del experimento. Se utilizan 10 pollos Broiler de 3 días de edad, provenientes de la ciudad de Bucaramanga de la raza comercial Ross, de una misma camada con similar manejo. Se distribuyeron al azar en cada uno de los lotes del experimento, 5 para el tratamiento tradicional y 5 para el tratamiento con suplementación

Fases del tratamiento

La investigación tiene una duración de 42 días, el alimento se suministra de acuerdo con las fases de desarrollo de los pollos, inicio, levante y engorde

Análisis de Variables

La variable para evaluar es la ganancia de peso. (Dependiente)

Alimentación (independiente)

Resultados.

1.4.Formulación dietaria.

Para la formulación dietaria de las dos unidades de investigación, se partió de los concentrados comerciales tradicionales para cada unidad investigativa y adicionando en los lotes experimentales el 25% de harina de grillo para evaluar las variables de postura y ganancia de peso respectivamente; a continuación, se presenta en detalle la fórmula utilizada para cada grupo experimental.

Unidad investigativa 1 (Gallinas ponedoras)

A partir de la semana 20 las gallinas ponedoras del lote b, fueron suplementadas con harina de grillo, se utilizó concentrado de la marca FINCA de la línea ponedora huevos cuya composición nutricional presentada en la tabla 2, garantizada por el fabricante:

Tabla 2: Composición nutricional, garantizada por el fabricante, del concentrado utilizado en la alimentación de gallinas ponedoras e a partir de la semana 20.

Composición garantizada concentrado para gallinas ponedoras.		
Humedad	12%	Máximo
Proteína	15%	Mínimo
Grasa	3%	Mínimo
Fibra cruda	6%	Máximo
Cenizas	14%	Máximo
Fosforo disponible	04%	Mínimo
Calcio	3.8%	Mínimo

Tabla 3: Composición nutricional de la harina de grillo utilizada en la suplementación de gallinas ponedoras

NUTRIENTE	CANTIDAD
Proteína bruta	Superior al 60% aunque también se han descrito valores inferiores al 20%
Grasa	No superior al 20%, más baja en la ninfa que en los adultos
Ácidos grasos	Palmítico, oleico y linoleico
Carbohidratos	Generalmente baja, principalmente en las ninfas
Calcio	Menor a otros insectos
Fosforo	Menor a otros insectos
Vitamina B12	Alta

Tabla 4. Comparativa de consumo de concentrado y harina de grillo, en gallinas ponedoras, del grupo suplementado con referencia al grupo control.

	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo
	de	de	de	de	de
Semana	concentrado	de harina	de ave día	de ave	de ave
	ave día	de grillo	grupo	de ave	de ave
		ave día(g)	25%	semana	semana
				grupo	grupo
					harina de grillo/ave(g)

	grupo control (g)		suplemento con harina de grillo(g)	grupo control (g)	suplementado (g)	
1	74	0	74	51	518	0
6				8		
1	75	0	75	52	525	0
7				5		
1	76	0	76	53	532	0
8				2		
1	76	0	76	53	532	0
9				2		
2	77	0	77	53	539	0
0				9		
2	77	0	77	53	539	0
1				9		
2	78	19,	58,	54	409,	136,5
2		5	5	6	5	
2	79	19,	59,	55	414,	138,2
3		75	25	3	75	5
Total				4284	4009,25	274,75

Unidad investigativa 2 (Pollos de engorde)

A partir del día 21, se inició la suplementación con harina de grillo, se utilizó concentrado de la marca ITALCOL, para pollo de engorde. El cual garantiza la composición que se presenta en la tabla 4:

Tabla 4. Composición nutricional, garantizada por el fabricante, del concentrado utilizado para pollos de engorde a partir del día 21

Composición garantizada concentrado para pollo de engorde le la marca ITALCOL		
Humedad	12%	Máximo
Proteína	19%	Mínimo
Grasa	3.5%	Mínimo
Fibra cruda	5.0%	Máximo
Cenizas	8%	Máximo












Tabla 5: Composición nutricional de la harina de grillo utilizada en la suplementación de pollos de engorde.

NUTRIENTE	CANTIDAD
Proteína bruta	Superior al 60% aunque también se han descrito valores inferiores al 20%
Grasa	No superior al 20%, más baja en la ninfa que en los adultos
Ácidos grasos	Palmítico, oleico y linoleico

Carbohidratos	Generalmente baja, principalmente en las ninfas
Calcio	Menor a otros insectos
Fosforo	Menor a otros insectos
Vitamina B12	Alta

Tabla 6: Comparativa de consumo de concentrado y harina de grillo, en pollos de engorde, del grupo suplementado con referencia al grupo control.

Día	CONSUMO DE CONCENTRADO EN GRAMOS POR INDIVIDUO EXPERIMENTAL DEL GRUPO CONTROL	CONSUMO DE HARINA DE GRILLO EN GRAMOS POR INDIVIDUO DEL GRUPO 25% DE SUPLEMENTACION	CONSUMO DE CONCENTRADO EN GRAMOS POR INDIVIDUO EXPERIMENTAL DEL GRUPO 25% DE SUPLEMENTACION
1	11	0	11
2	14	0	14
3	18	0	18
4	23	0	23
5	27	0	27
6	32	0	32
7	35	0	35

	8	39	0	39
	9	44	0	44
	10	49	0	49
	11	54	0	54
	12	60	0	60
	13	65	0	65
	14	71	0	71
	15	77	0	77
	16	83	0	83
	17	90	0	90
	18	96	0	96
	19	103	0	103
	20	109	0	109
	21	116	29	87
	22	123	30,75	92,25
	23	130	32,5	97,5
	24	136	34	102
	25	143	35,75	107,25
	26	150	37,5	112,5
	27	156	39	117
	28	163	40,75	122,25
	29	169	42,25	126,75
	30	175	43,75	131,25

31	181	45,25	135,75
32	187	46,75	140,25
33	192	48	144
34	198	49,5	148,5
35	203	50,75	152,25
36	208	52	156
37	213	53,25	159,75
38	217	54,25	162,75
39	222	55,5	166,5
40	226	56,5	169,5
41	230	57,5	172,5
42	234	58,5	175,5
TOTAL	5072	993	4079

Fuente: Elaboración autor 2021

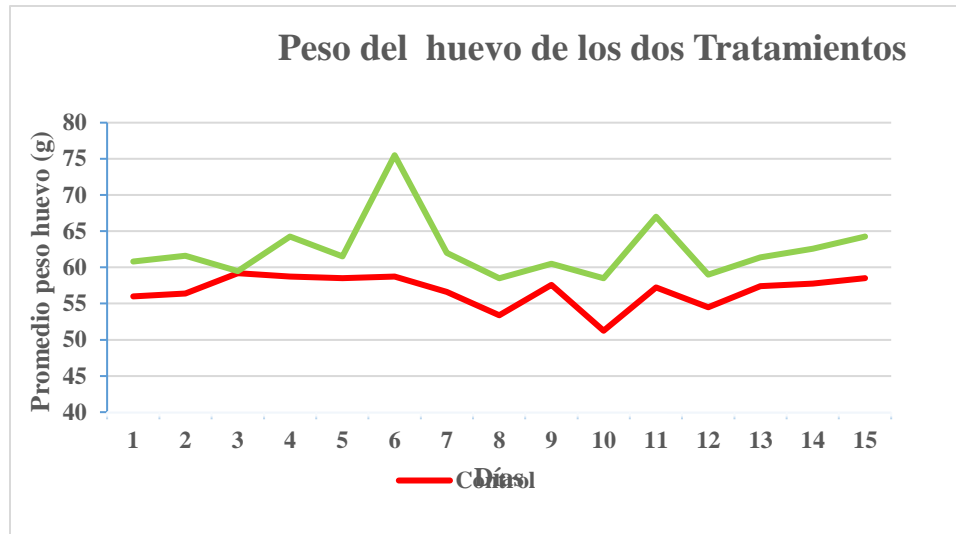
Análisis y discusión

Los datos obtenidos durante el proceso de investigación fueron recolectados por medio de registros, en la unidad investigativa uno correspondiente al análisis de la clasificación del huevo de gallinas alimentadas con el 25% de harina de grillo con referencia al grupo control, gallinas alimentadas con concentrado tradicional, tuvo una duración de 15 días donde diaria mente se realizó la recolección , pesaje y clasificación de los huevos, en tablas de registro elaboradas para este fin, los resultados de este proceso investigativo se describen a continuación:

1.5. Resultados unidad investigativa 1

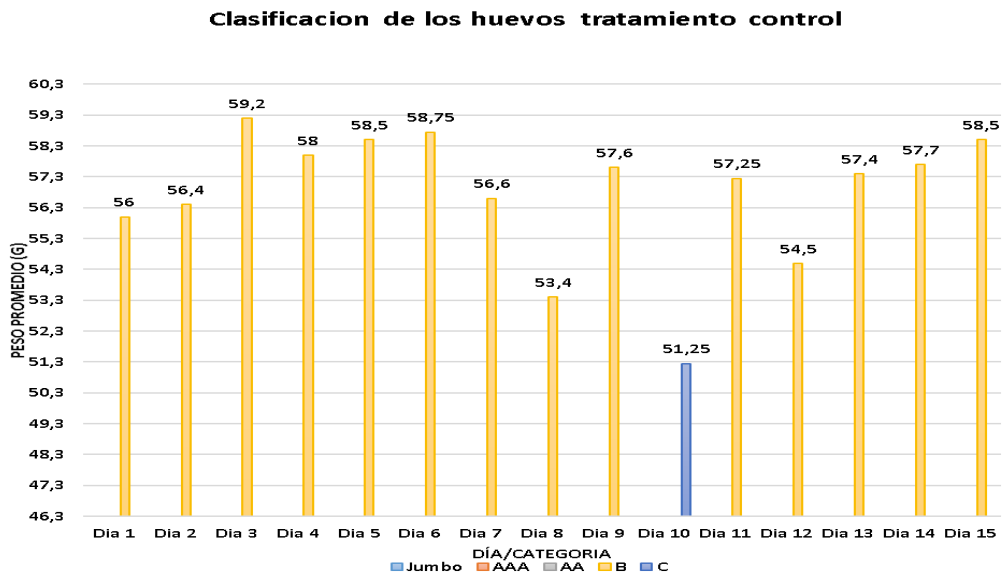
Análisis de peso del huevo en gallinas ponedoras.

Figura 7: Comparación de la postura, evaluada al incluir 25% de harina de grillo, como suplemento en la alimentación de las aves ponedoras, con respecto al tratamiento control durante la investigación.



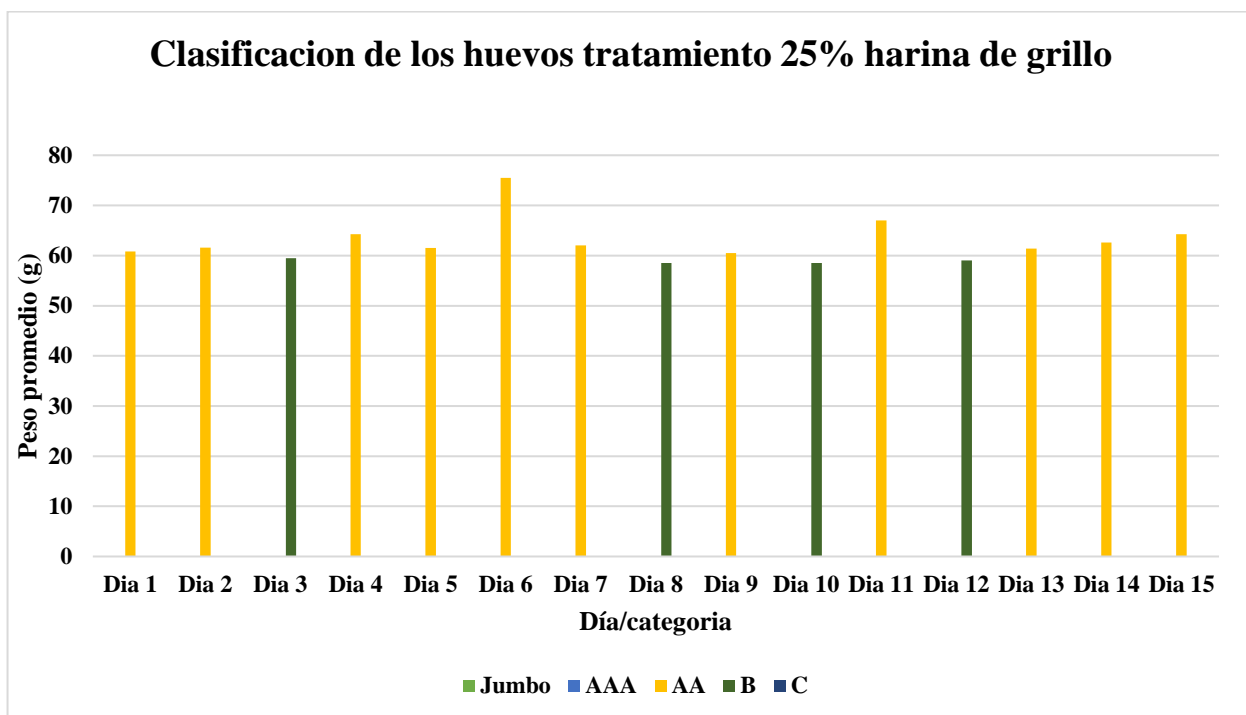
La figura 5, muestra el peso promedio de los huevos de acuerdo a los dos sistemas de alimentación, encontrándose diferencias significativas a lo largo del proceso experimental; el peso de los huevos del tratamiento tradicional o grupo control oscila entre 55 y 60 gramos durante la duración de la investigación, presentando en el día 8 y 10 un decrecimiento como consecuencia de condiciones climáticas adversas; el peso promedio de los huevos de las aves suplementadas con 25% de harina de grillo oscilo entre los 60 y 75 gramos en el transcurso de la investigación, en el día 6 se presentó el mayor peso promedio obteniendo un huevo de 104 gramos el cual clasifica dentro de la categoría Jumbo, en el día 8 y 10 se presentó el peso promedio más bajo debido a condiciones climáticas adversas.

Figura 8; Clasificación de los huevos del tratamiento control, según su promedio de peso en gramos, utilizando la tabla de categorías JUMBO, AAA, AA, B y C



La figura 6; muestra el promedio de peso de los huevos del tratamiento control y su clasificación, durante cada uno de los 15 de investigación, según su peso a excepto del día 10 los huevos se clasificaron en la categoría B, el día 10 de la investigación se obtuvo un peso promedio inferior debido a condiciones climáticas adversas por eso en este clasificaron los huevos en la categoría C.

Figura 9: Clasificación de los huevos del tratamiento suplementación con 25% harina de grillo , según su promedio de peso en gramos, utilizando la tabla de categorías JUMBO, AAA, AA, B y C



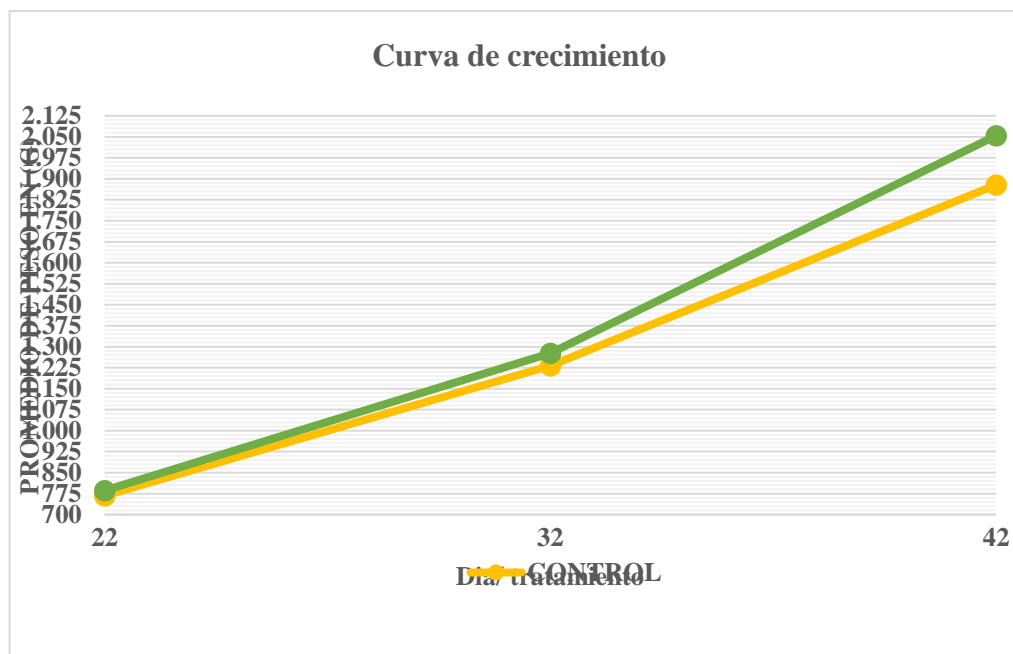
La figura 7; muestra el promedio de peso de los huevos del tratamiento suplementación 25% harina de grillo y su clasificación, durante cada uno de los 15 días de investigación, en los días 1,2 ,4,5,6,7,9,11,13,14 y15 se clasificaron dentro de la categoría AA, y los días 3, 8, 10 y 12 se clasificaron en la categoría B, esto debido a condiciones climáticas adversas y problemas intestinales derivados del alto contenido de proteína en la suplementación, el día 6 de la investigación se obtuvo un huevo Jumbo con peso de 104 gramos lo que contribuyó a que el promedio de peso de los huevos de este día en particular fuera de 75gramos.

1.6.Resultados unidad investigativa 2

El proceso de investigación en pollos de engorde consistió en la evaluación de la variable ganancia de peso en cinco pollos suplementados a partir del día 22 de vida con 25% de harina de grillo con referencia al grupo control, cinco pollos alimentados con concentrado tradicional, para este estudio se tomó el peso de los pollos de los dos grupos los días 22, 33 y 42, los resultados de esta investigación se presentan a continuación:

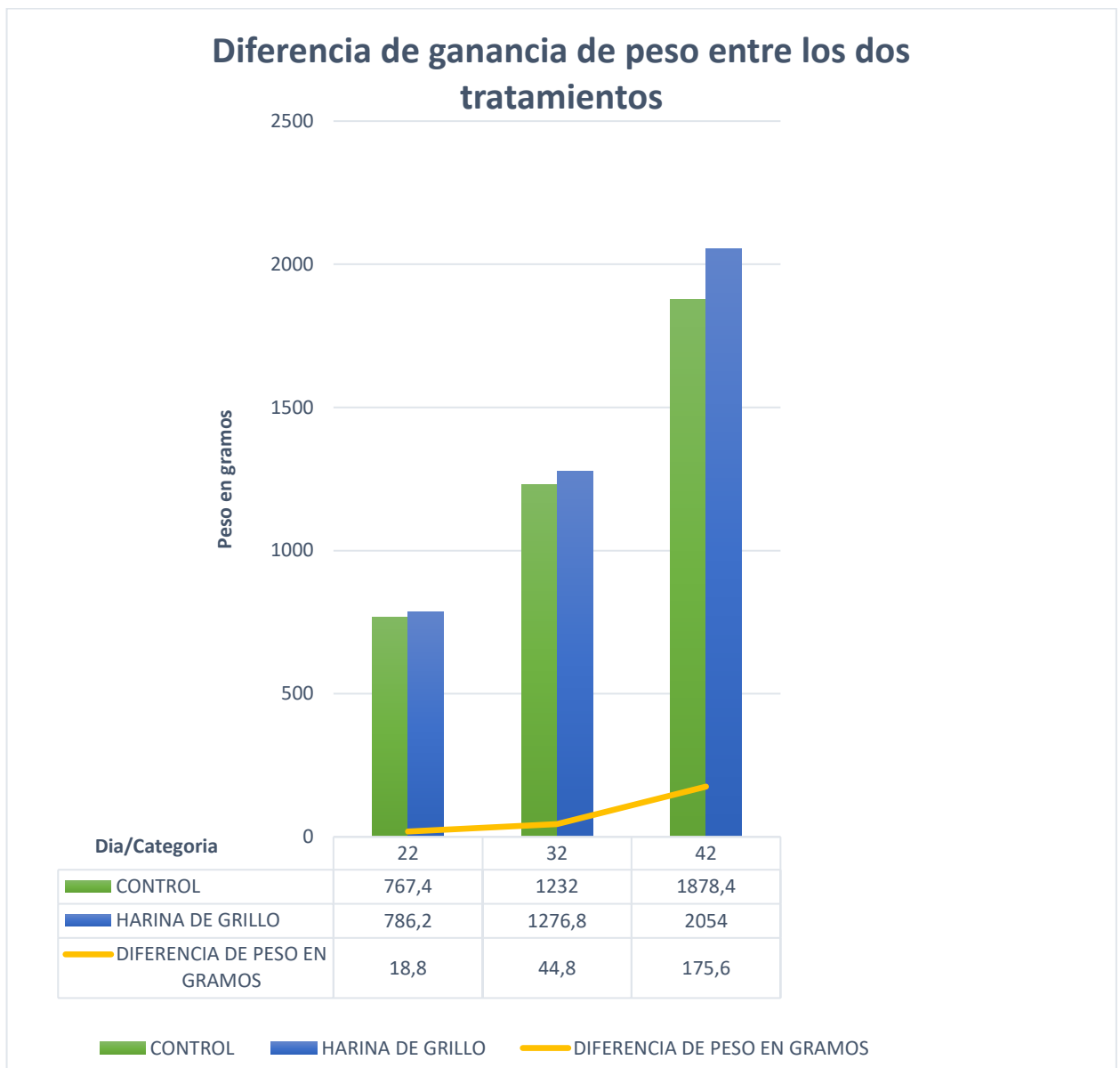
Resultados de análisis de peso en pollos de engorde durante la investigación

Figura 10: Curva de crecimiento evaluada al incluir 25% de harina de grillo, como suplemento en la alimentación de pollos de engorde, con respecto al tratamiento control durante la investigación



En la figura 7 se presenta la curva de crecimiento del tratamiento harina de grillo con referencia al grupo control, se puede observar una leve tendencia de ganancia de peso superior en el grupo harina de grillo en el intervalo del día 22 al 32 no presentando una ganancia significativa, es en el intervalo del día 32 al 42 donde se presenta mayor diferencia de ganancia de peso siendo de 176 gramos mayor en promedio en el grupo harina de grillo.

Figura 11: Diferencia de ganancia de peso del grupo harina de grillo con referencia al grupo control.



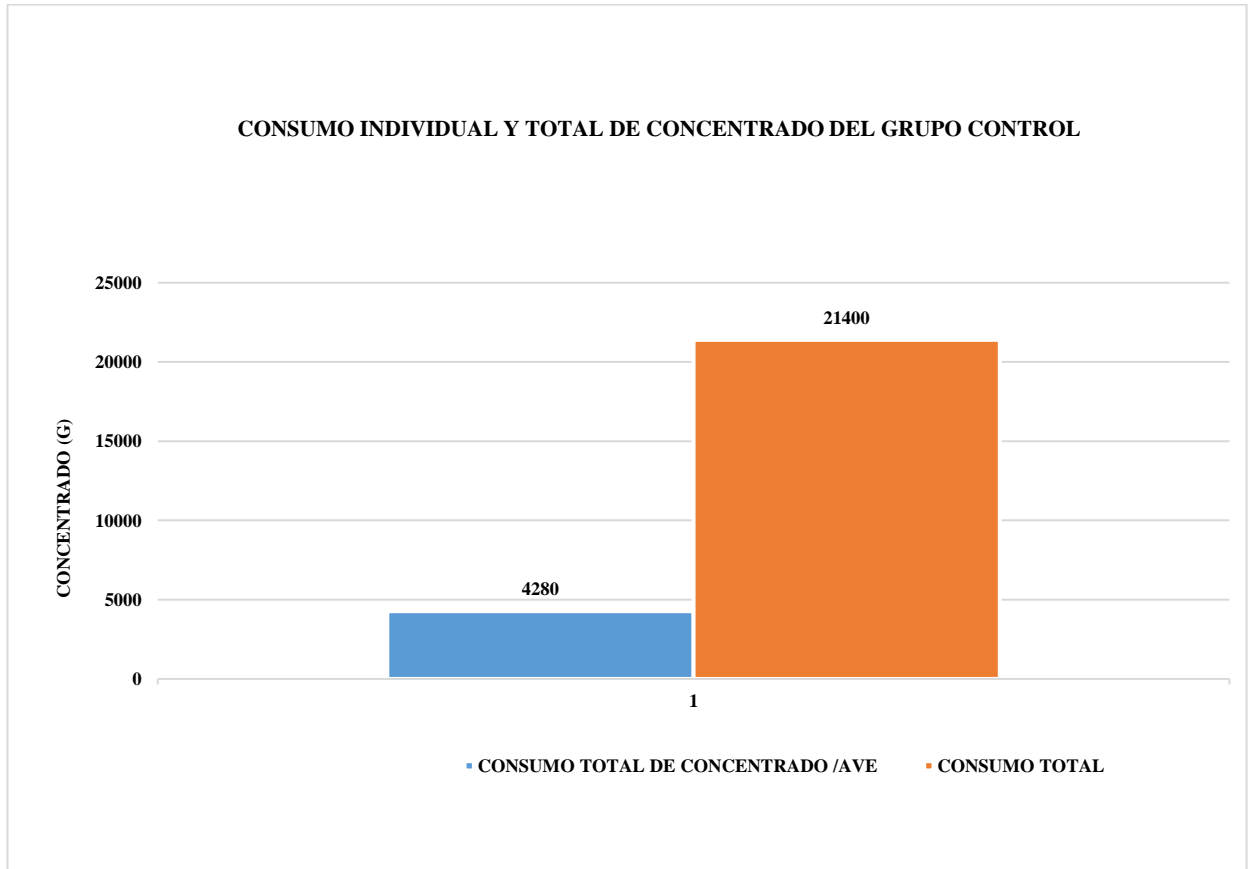
En la figura 8 se observa en el día 22 una diferencia en peso de 18,8 gramos del grupo de harina de grillo con respecto al grupo control es importante resaltar que en este día se llevaba un día de suplementación en el grupo harina de grillo, hasta este día los dos tratamiento recibieron concentrado tradicional, en el intervalo del día 22 al 32 se observa una diferencia de peso de 44,8 gramos en promedio entre el grupo harina de grillo con referencia al grupo control, en este intervalo los pollos del grupo harina de grillo tuvieron un proceso de adaptación a la dieta suplementada, donde se presentaron problemas intestinales derivadas del alto contenido de

proteína en la dieta, entre el día 32 al 42 se presentó la diferencia más significativa de peso, 175,6 gramos en promedio de mostrando que la suplementación con harina de grillo influye positivamente en la variable ganancia de peso frente a una alimentación con concentrado tradicional.

Análisis económico:

Para el análisis económico del proyecto se realizó una comparación entre los costos en la alimentación incurridos en el tratamiento con suplemento de harina de grillo con referencia a los gastos del grupo control en las dos unidades de investigación. Análisis económico unidad investigativa 1 (gallinas ponedoras)

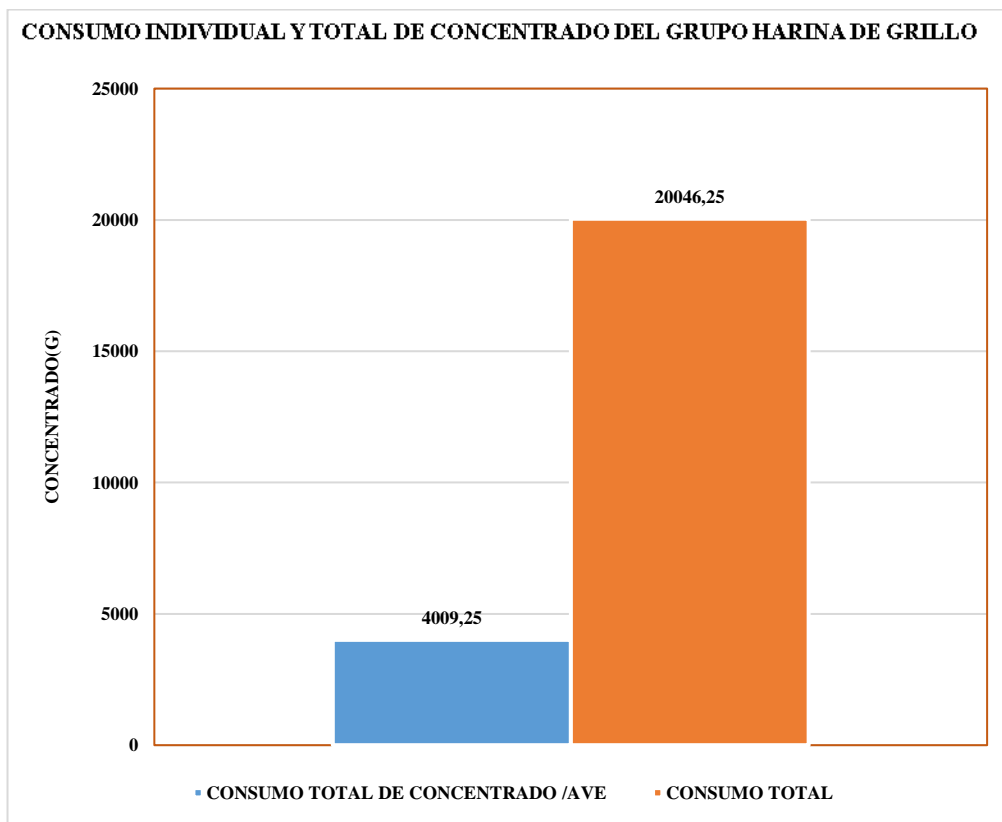
Figura 12: consumo individual y total de concentrado de los cinco individuos del grupo control de la unidad investigativa 1 (gallinas ponedoras).



En la figura 9 se evidencia el consumo individual y total de concentrado del grupo control de la unidad investigativa 1(GALLINAS PONEDORAS), este expresado en gramos fue de 5072g por individuo investigativo y de 25360 en total para las 5 aves.

El precio comercial del kilo de concentrado de la maraca FINCA HUEVOS PIGMENTEO fue de \$2000, Por lo que el precio total de alimentación para el grupo control desde la semana 16 a la semana 23 fue de \$42800

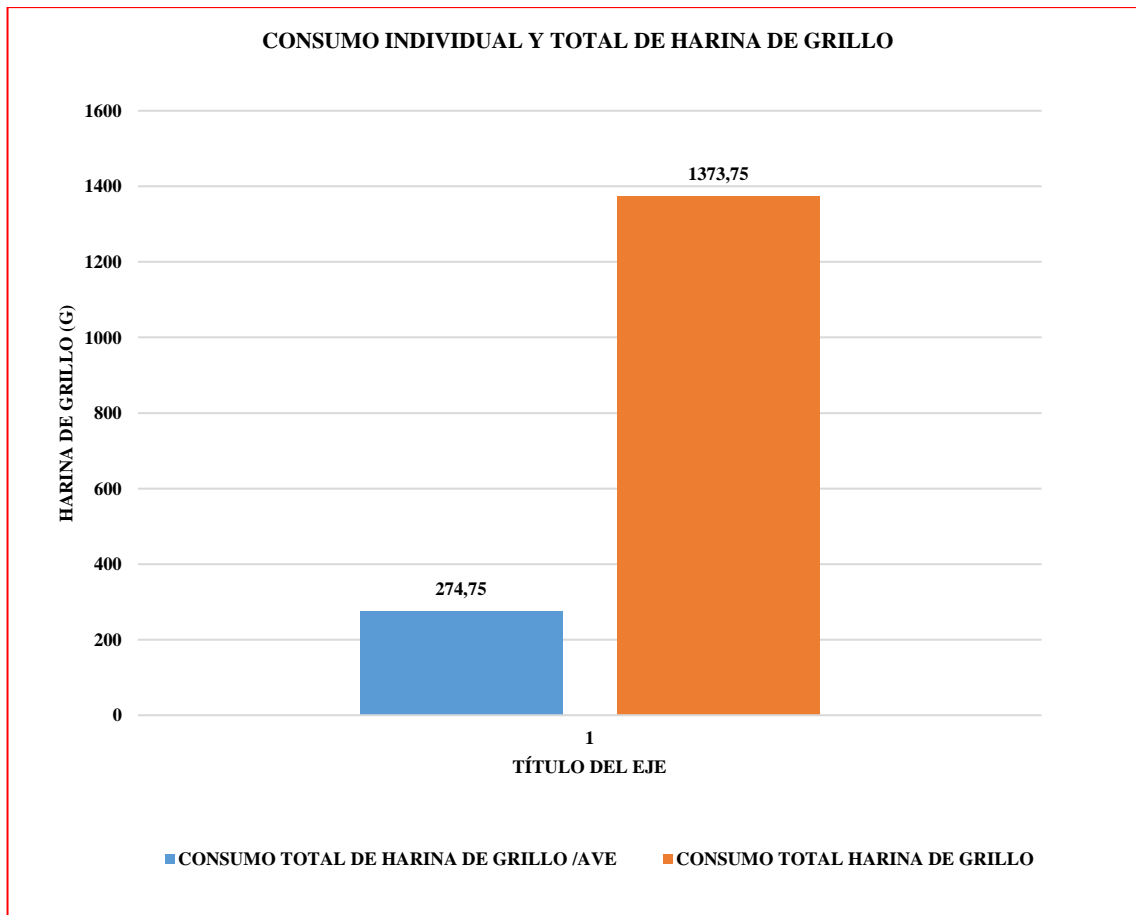
Figura 13: Consumo individual y total de concentrado de los cinco individuos del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 1 (gallinas ponedoras).



En la figura 10 se evidencia el consumo individual y total de concentrado del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 1(GALLINAS PONEDORAS), este expresado en gramos fue de 4009,25g por individuo investigativo y de 20046,25g en total para las 5 aves.

El precio comercial del kilo de concentrado de la marca FINCA HUEVOS PIGMENTEO fue de \$2000, por lo que el precio total de alimentación para el grupo harina de grillo desde la semana 16 a la semana 23 fue de \$40092,5

Figura 14: Consumo individual y total de harina de grillo de los cinco individuos del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 1 (gallinas ponedoras).



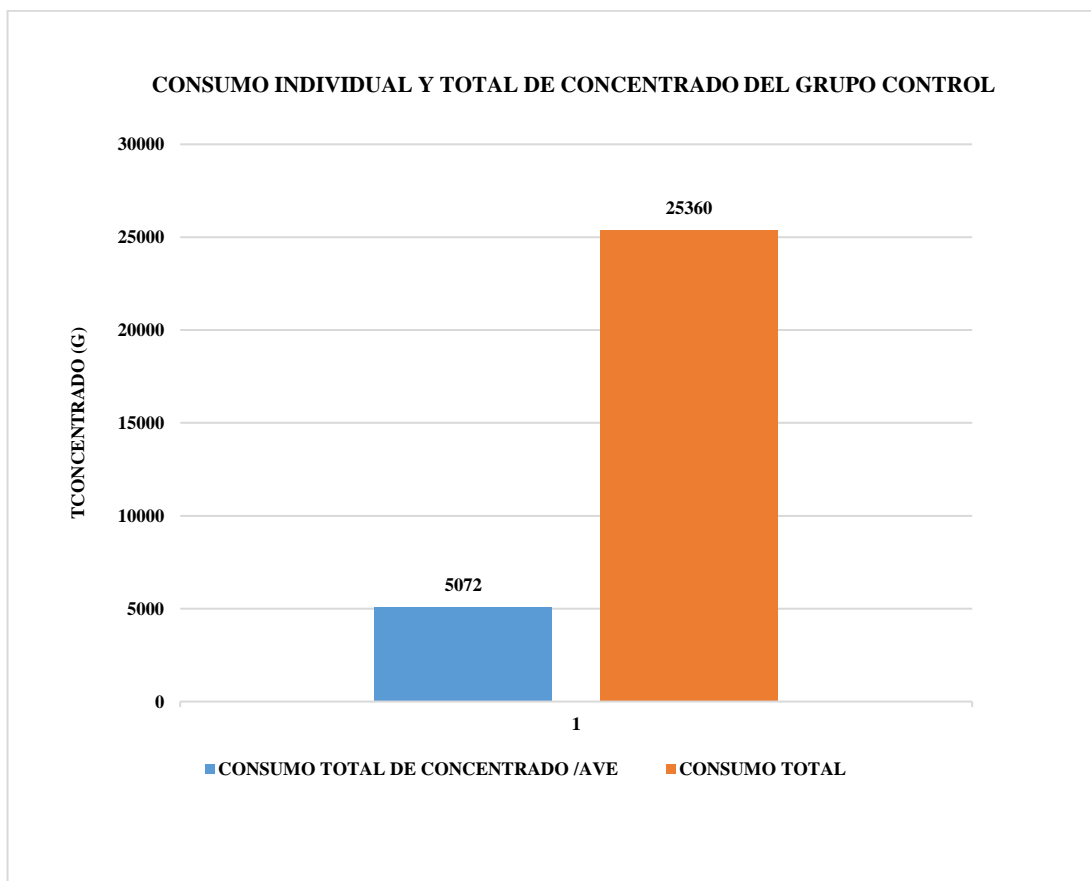
En la figura 11 se evidencia el consumo individual y total de harina de grillo del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 1(GALLINAS PONEDORAS), este expresado en gramos fue de 274,75g por individuo investigativo y de 1373,75g en total para las 5 aves.

El costo de producción del kilo de harina de grillo fue de 42600,
 Por lo que el precio total de suplementación para el grupo harina de grillo desde la semana 16 a la semana 23 fue de \$ 58490

En resumen, las cinco gallinas del tratamiento control consumieron 25,360kg de concentrado y las gallinas cinco gallinas del grupo harina de grillo consumieron 20,04625kg y 1,37375kg de harina de grillo.

1.7.Análisis económico unidad investigativa 2 (pollos de engorde)

Figura 15: Consumo individual y total de concentrado de los cinco individuos del grupo control de la unidad investigativa 2 (pollos de engorde).

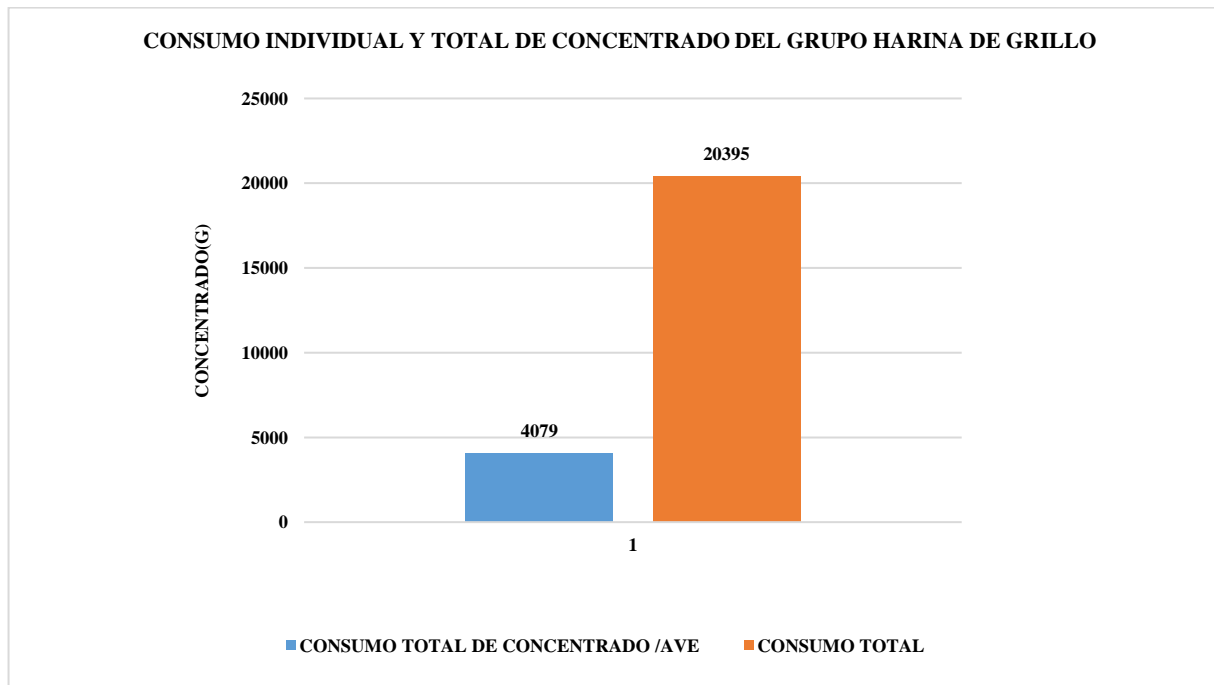


En la figura 12 se evidencia el consumo individual y total de concentrado del grupo control de la unidad investigativa 2(pollos de engorde), este expresado en gramos fue de 5072g por individuo investigativo y de 25360 en total para las 5 aves.

El precio comercial del kilo de concentrado de la marca ITALCOL fue de \$2000,

Por lo que el precio total de alimentación para el grupo CONTROL desde EL DIA 1 HASTA EL DIA 42 FUE DE \$50720

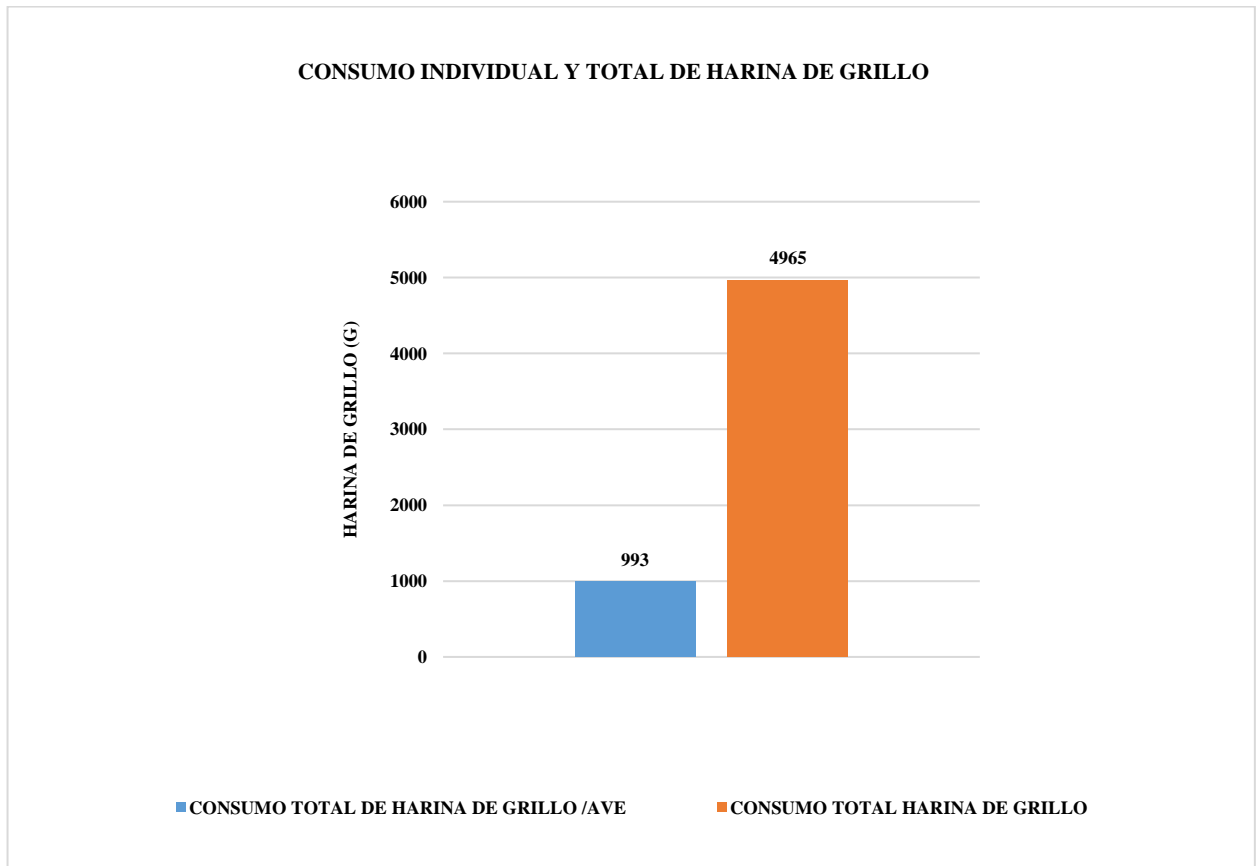
Figura 16: Consumo individual y total de concentrado de los cinco individuos del grupo harina de grillo de la unidad investigativa (pollos de engorde).



En la figura 13 se evidencia el consumo individual y total de concentrado del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 23(pollos de engorde), este expresado en gramos fue de 4079g por individuo investigativo y de 20395g en total para las 5 aves.

El precio comercial del kilo de concentrado de la marca ITALCOL fue de \$2000, Por lo que el precio total de alimentación para el grupo CONTROL desde EL DIA 1 HASTA EL DIA 42 FUE DE \$ 40790

Figura 17: Consumo individual y total de harina de grillo de los cinco individuos del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 2 (pollos de engorde).



En la figura 14 se evidencia el consumo individual y total de harina de grillo del grupo harina de grillo de la unidad investigativa 2(pollos de engorde), este expresado en gramos fue de 993g por individuo investigativo y de 4965g en total para las 5 aves.

El costo de producción del kilo de harina de grillo fue de \$42600, Por lo que el precio total de suplementación para el grupo harina de grillo desde el día 22 al día 42 fue de \$211509

En resumen, los cinco pollos del tratamiento control consumieron 25,360kg de concentrado y los cinco pollos del grupo harina de grillo consumieron 20,395kg y 4,965kg de harina de grillo.

Harina de grillo utilizada para la unidad investigativa 1 (g)	Harina de grillo utilizada para la unidad investigativa 2 (g)	Total, harina de grillo utilizada (g)
1373,75	4965	6338,75

1.8.Cantidad de grillos utilizados en la investigación

Para el cálculo del peso de un grillo fresco se tomó una muestra 13grillos los cuales tuvieron un peso de 9g, por lo tanto, un grillo en fresco peso 0.7g

Para calcular la cantidad de grillos necesarios para obtener los 6338,75 gramos de harina se realizó una prueba inicial con 1089 grillos con un peso en fresco de 762,3 gramos y un peso en harina de 277 gramos; con esta referencia se procedió a realizar el cálculo de la cantidad de grillos a utilizar aplicando una regla de tres simple, de la siguiente forma: se multiplico los gramos totales necesarios por la cantidad de grillos de la prueba inicial y este resultado se dividió por la cantidad en gramos de harina de grillo derivada de la prueba inicial.

$$\begin{array}{r}
 1089 \text{ grillos} \\
 \times \\
 \hline
 \text{X}
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 277\text{gr} \\
 \\
 6338,75\text{gr}
 \end{array}$$

$$X = 6338,75\text{gr} * 1089\text{grillos} / 277\text{gr}$$

$$X = 24,920\text{grillos}$$

Para la obtención de esta cantidad de grillos fue necesario, además de los obtenidos con la cría en el entomocriadero, el apoyo en la captura y recolección de los insectos en la finca y en las fincas vecinas, al tratarse de una plaga fue fácil la recolección.

Presupuesto del proyecto

Para el análisis económico de la investigación se tienen en cuenta los gastos derivados desde el inicio del proceso de recolección de los grillos, la elaboración del entomocriadero, la compra de animales, los concentrados y la mano de obra y equipos necesarios para el desarrollo del proyecto investigativo en la tabla se detallan los gastos de operación incurridos durante el desarrollo del experimento

COSTOS DE ELABORACION DE PUESTA EN MARCHA DEL ENTOMOCRIADERO

CONCEPTO	VALOR	CANTIDAD	VALOR
	UNITARIO		TOTAL
JORNALES	25000	5	125000
PLASTICO	150000	1	150000
			275000

CONCEPTO	VALOR	CANTIDAD	VALOR
	UNITARIO		TOTAL
JORNALES	25000	8	200000
RECOLECCION			
DE GRILLOS			
CUIDADO DE	1000	70	70000
LOS GRILLOS			

ALIMENTACION	0	0	0
DE GRILLOS			
TOTAL			270000

CONCEPTO	VALOR	CANTIDAD	VALOR
	UNITARIO		TOTAL
COSTO DEL	80000	1	80000
ALIMENTO			
TRANSPORTE	20000	1	20000
SERVICIO DE LUZ	3000	1	3000
MANO DE OBRA	3000	30	90000
INFRAESTRUCTURA	15000	1	15000
GALLINAS	15000	10	150000
TOTAL			358000

CONCEPTO	VALOR	CANTIDAD	VALOR
	UNITARIO		TOTAL
COSTO DEL	80000	1,5	120000
ALIMENTO85000			
TRANSPORTE	20000	1	20000
SERVICIO DE LUZ	3000	1	3000
MANO DE OBRA	3000	30	90000
INFRAESTRUCTURA	15000	1	15000

POLLOS	2300	10	23000
TOTAL			271000

CONCEPTO	VALOR	CANTIDAD	VALOR
	UNITARIO		TOTAL
BALANZA	35000	1	35000
DIGITAL			
BATERIAS AA	2000	1	2000
HORNO	0	1	0
DESIDRATADOR			
MOLINO	0	1	0
REFRIGERADOR	0	1	0
TOTAL			37000

CONCEPTO	VALOR	CANTIDAD	VALOR
	UNITARIO		TOTAL
LIBRA DE	5500	39,324	216282
POLLO			
HUEVOS	450	120	54000
TOTAL			270282

Conclusiones

La construcción de entomocriaderos facilita la crianza y levante de los insectos, al optimizar el uso del espacio, mediante el método de producción vertical, se obtienen grandes cantidades de insectos en espacios reducidos, se minimiza el tiempo necesario para su cuidado y se favorece la reducción en costos de producción.

En la elaboración y almacenamiento de la harina de grillo se debe tener especial cuidado para evitar la contaminación por agentes externos que puedan afectar las características físicas y nutricionales del suplemento, esto se consigue aplicando condiciones de inocuidad.

Al desarrollar un modelo de formulación de la dieta para pollos de engorde y gallinas ponedoras, tomando como fundamento en primer lugar las tablas preexistentes para estas producciones y complementándolas con los conocimientos previos adquiridos a partir de ensayo y error se logró la interrelación exacta entre los sistemas de producción tradicionales y los nuevos sistemas que buscan la reducción en los costos de producción, una producción más amigable con el medio ambiente; logrando en gallinas ponedoras un mayor tamaño y calidad del huevo y en los pollos de engorde, mayor ganancia de peso en el mismo intervalo de tiempo.

La alternativa de recolección de la plaga de grillos de los cultivos de frijol es una idea revolucionaria e innovadora, que aprovecha este recurso visto como un problema y lo transforma en una oportunidad, teniendo en cuenta que Enciso produce alrededor de 100 hectáreas de frijol al año y los grillos representan pérdidas del hasta el 30% de las semillas sembradas.

Referencias Bibliográficas

APOLO-ARÉVALO, L., Y IANNAZONE, 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.

ARANGO GUTIÉRREZ, G. P. (2005). Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 33–37. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=23405487&lang=es&site=ehost-live>

ARNALDOS, M., GARCÍA, M., Y PRESA, J. (2010). *Entomología Forense*. Murcia, España: Limusa.

Blanco Miranda, D. A., & Giraldo Carrillo, D. F. (2016). Desarrollo de una barra tipo granola a base de harina de grillo *Acheta domestica* como principal fuente proteica. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/65

Castillo, D. (2005). *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. México: Real academia española.

Coronado Padilla, R., & Márquez Delgado, A. (1972). *Introducción a la Entomología - Morfología y Taxonomía de los Insectos*. (S. A. LIMUSA-WILEY, Ed.) (Primera Ed). Mexico.

Dzamba, J. (2010). *Third millennium farming: Is it time for another farming revolution Architecture, landscape and design*. Toronto, Ontario, Canada: Academic Press.

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.

Koga, R., García, F., Carcelén, F., & Arbaiza, T. (1999). VALOR NUTRICIONAL DEL *Gryllus peruviansis* (ORTHOPTERA GRILLIDAE). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú (RIVEP)*, 10(1), 92–94. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v10i1.6627>.

Lozano, J. (2005). *Entomología, morfología y fisiología de los insectos*. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia

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.

Pérez Paredes, R. G., & Rodas Sánchez, R. I. (2012). *Elaboración y Caracterización de Harinas para consumo humano a partir de Achetas domesticus y Periplanetas americanas*. Universidad Nacional de Trujillo.

Portillo Rivera (2017). *Estimación piloto de los costos en la producción y proceso de harina de grillo (Acheta domesticus), como fuente de proteína para dieta humana, en la finca Santa Marta, Morazán, El Salvador*.

Ramos-Elorduy, J., Luis, J., & Montesinos, V. (2007). Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México Insects as human food: Short essay on entomophagy, with special reference to Mexico. *Hist. Nat. Sec. Biol*, 102(4), 61–84.

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.

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.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., y Rosales, M. (2006). *Livestock's long shadow*. FAO. 390p.

Velastegui Chávez, C. G. (2018). Determinación del valor nutricional y caracterización del tipo de ácidos grasos en el contenido lipídico del catzo de especie *Platycoelia lutescens* recolectado en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo de la provincia de Pichincha-Ecuador. Universidad Central del Ecuador.

Veldkamp, T., Bosch, G., Ottevanger, E. y Huis, A. (2012). Insects as a sustantable 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.

Walker, T. (2007). *Featured Creatures*. University of Florida/IFAS. House cricket, *Acheta domesticus* L.

Apéndices

Apéndice A: Formatos de registro recolección de huevos

DI A	PESO HUEVO (gr)UNIDAD INVESTIGA TIVA 1	PESO HUEVO (gr)UNIDAD INVESTIGA TIVA 2	PESO HUEVO (gr) UNIDAD INVESTIGA TIVA 3	PESO HUEVO (gr) UNIDAD INVESTIGA TIVA 4	PESO HUEVO (gr) UNIDAD INVESTIGA TIVA 5	PESO PROME DIO (gr)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Apéndice B: construcción del entomocriadero





Apéndice B: Elaboración de incubadoras:

















