



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

HARINA DE CUCARACHA DE MADAGASCAR (*Gromphadorhina portentosa*) EN
DIETAS PARA POLLOS EN ETAPA DE INICIACIÓN

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

ALEJANDRA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR INTERNO DE TESIS

DR. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUÍA

DIRECTOR EXTERNO

DR. LUIS ARTURO IBARRA JUÁREZ

TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA, MÉXICO, JUNIO DEL 2016.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

**HARINA DE CUCARACHA DE MADAGASCAR (*Gromphadorhina portentosa*)
EN DIETAS PARA POLLOS EN ETAPA DE INICIACIÓN**

TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

ALEJANDRA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR INTERNO

DR. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUÍA

DIRECTOR EXTERNO

DR. LUIS ARTURO IBARRA JUÁREZ

ASESORES

DR. ALBERTO MARGARITO GARCÍA MUNGUÍA

M.C. WENDY KARINA GASTELÚM FERRO

DR. EUTIQUIO SONI GUILLERMO

DR. MARCOS PÉREZ SATO

TLATLAUQUITEPEC PUEBLA MÉXICO, JUNIO DEL 2016.

La presente tesis titulada: **Harina de Cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) en dietas para pollos en etapa de iniciación** y realizada por Alejandra Rodríguez Hernández, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular para obtener el Título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia

Consejo particular integrado por:

Firma

Director interno: Dr. Carlos Alberto García Munguía

Director Externo: Dr. Luis Arturo Ibarra Juárez

Asesor: Dr. Alberto Margarito García Munguía

Asesora: M.C. Wendy Karina Gastelúm Ferro

Asesor: Dr. Eutiquio Soni Guillermo

Asesor: Dr. Marcos Pérez Sato

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Junio de 2016

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico denominado: **“Producción pecuaria integral”** y de la línea de investigación: **“Producción integral de ruminantes y no ruminantes.**

DEDICATORIA

A Dios Padre todo Poderoso y a la Santísima Virgen de Guadalupe les dedico esta meta que hoy puedo ver realizada, gracias por darme la fortaleza y por acompañarme en cada uno de mis pasos.

A mis padres Rosendo Rodríguez Rivera y Eugenia Hernández Sánchez gracias por estar conmigo en todos los momentos de mi vida, por regalarme la familia que tengo y brindarme la oportunidad de estudiar y poder ser una profesionista. Este triunfo es para ustedes por guiarme con su amor siempre incondicional.

A mis hermanos, Rosendo y Rogelio, gracias por compartir conmigo las mejores etapas de mi vida, por acompañarme y ser mis cómplices en tantas aventuras, este logro también es gracias a ustedes por confiar en mí, brindarme tanto cariño y alegría a mi vida.

A Rosendo Rodríguez López y Guadalupe Rivera Cerón por regalarme a un padre ejemplar, estricto pero amoroso. Gracias por guiarme espiritualmente de la mano de Dios porque gracias a ÉL podemos llegar a compartir este sueño realizado.

A las familias Rodríguez Rivera y Hernández Sánchez gracias por sus consejos y su apoyo incondicional para mi familia, los quiero mucho.

A Raquel Sánchez León gracias por confiar en mí, esta meta también te la dedico con mucho cariño el mismo que tú siempre nos has brindado.

A mi cuñada Sandra y a su bebé gracias por traer más alegría a mi vida.

A ti Gustavo Hernández Salamanca, yo sé que estarías muy orgulloso de mí. Gracias por regalarme a la mejor amiga y compañera de vida, sin ella no sería lo que hoy soy, todo lo que logré ser lo aprendí con cariño y amor, para no fallarles a ustedes pero principalmente para no fallarme a mí. Tú sigues presente en nuestros corazones.

AGRADECIMIENTOS

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, gracias por brindarme la oportunidad de culminar mis estudios como profesionista, me siento muy orgullosa de pertenecer a esta Universidad, por la que seguiré trabajando para conservar su prestigio.

Al Honorable Consejo Universitario, gracias por permitirme ser Consejera Universitaria me llevo la mejor experiencia de mi vida.

A los docentes Dr. Carlos Alberto García Munguía, M.C. Wendy Karina Gastelúm Ferro, Dr. Luis Arturo Ibarra Juárez, Dr. A. Margarito García Munguía, Dr. Eutiquio Soni Guillermo, Dr. Marcos Pérez Sato, gracias por apoyarme, y compartir sus conocimientos para realizar esta investigación.

Al Dr. Armando Ibáñez, M.C. Fabián Enríquez García, M.C. Ramiro Escobar Hernández, Dr. Refugio Tobar, M.C. Feliciano Villegas Rodríguez, Dr. Raúl Berdeja Arbeu gracias por su apoyo y disponibilidad para guiarme y fortalecer mi aprendizaje.

A Don Braulio y su esposa Mary gracias por su apoyo y sus consejos durante la realización del experimento de esta investigación.

A mis amigos Jazzmín Hernández, Andrea, Tania Caballero, Fernanda Bonilla, Michell Arellano, Silvia Herrera, Mariam Yarib Vazquez, Stephany Andrade, Jesús Medina, Edna Marcos, Uriel Torres, Gerardo Mora, Miriam Herrera, Enrique Oropeza, Luis Sánchez, Darío Alvarado, Abel Santiago, Argelia Galicia, Jair Castro, Erasmo Márquez, Eduardo Aburto, Arely Horta, Almadelia Cerezo, Samuel Silva, Emilio Castelán, Areli Herrera, René Pimentel, Cintia Hernández, Arturo Merino, Emmanuel Vega, Javier Aguilar, Luis Mota, Saúl Valencia, Ubaldo Martínez, gracias por hacer que el tiempo que duró la carrera se fuera demasiado rápido, gracias por las alegrías y por los buenos momentos que compartimos, deseo que todas sus metas se cumplan, los quiero amigos.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Producción de Aves de engorda a nivel internacional.....	5
4.2 Producción de Aves de engorda a nivel nacional.....	5
4.3 Situación actual de la importancia de Puebla como productor de Aves de engorda.....	5
4.4 Comercialización del pollo de engorda en México.....	5
4.5 Importancia de la industria avícola en México.....	6
4.6 Requerimientos nutricionales del pollo de engorda.....	6
4.7 Fuentes de proteína de origen animal y vegetal para la alimentación del pollo de engorda.....	7
4.8 Proteínas de origen animal utilizadas para la alimentación de Aves de engorda.....	7
4.8.1 Harina de pescado.....	7
4.8.2 Harina de pluma.....	8
4.8.3 Lombriz roja californiana.....	8
4.9 Fuentes proteicas de origen vegetal para la alimentación de Aves de engorda.....	8
4.9.1 Pasta de girasol.....	8
4.9.2 Pasta de soya.....	9
4.9.3 Pasta de ajonjolí.....	9
4.9.4 Pasta de canola.....	9
4.10 Fuentes de energía en pollos de engorda.....	10
4.10.1 Maíz.....	11

4.10.2 Sorgo	11
4.10.3 Avena	11
4.10.4 Arroz	11
4.10.5 Triticale.....	12
4.11 Uso de los insectos en la alimentación animal	12
4.12 Cucaracha de Madagascar.....	13
4.12.1 Origen.....	14
4.12.2 Hábitat	14
4.12.3 Crianza.....	14
4.12.4 Sustrato.....	14
4.12.5 Dimorfismo sexual.....	14
4.12.6 Etología de la cucaracha de Madagascar	15
4.12.7 Temperatura	15
4.12.8 Humedad.....	16
4.12.9 Iluminación	16
4.12.10 Reproducción.....	16
4.12.11 Información nutricional	17
4.12.12 Alimentación de la cucaracha de Madagascar.....	17
4.12.13 Contenido de proteína.....	17
4.13 Uso como suplementos en la alimentación animal	17
4.14 Metodologías para realizar el Análisis Químico Proximal de los ingredientes.....	18
4.14.1 Materia seca	19
4.14.2 Proteína (Método de Kjeldahl).....	19
4.14.3 Cenizas (Método Análisis de Cenizas).....	19
4.14.4 Grasa (Método de Soxhlet)	19
4.14.5 FDN (Método de Van Soest et al., 1991)	19
4.14.6 FDA (Método de Van Soest et al., 1991)	19
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
5.1 Localización del área de estudio	20
5.2 Clima	20
5.3 Unidades experimentales	21
5.4 Elaboración de la harina de Cucaracha.....	21

5.5. Análisis de las Dietas experimentales	22
5.6 Análisis Estadístico	23
5.7 Variables evaluadas.....	23
5.7.1 Consumo de alimento.....	23
5.7.2 Ganancia diaria de peso.....	23
5.7.3 Conversión alimenticia.....	23
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
6.1 Consumo de alimento	24
6.2 Ganancia de peso.....	26
6.3 Conversión alimenticia	27
6.4 Evaluación de costo-beneficio.....	28
VII. CONCLUSIONES.....	29
VIII. LITERATURA CITADA.....	30
IX. ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Principales requerimientos para pollos de engorda.....	6
Cuadro 2. Dietas experimentales de iniciación utilizada para pollos de engorde con diferencia en niveles de harina de Cucaracha de Madagascar.....	22
Cuadro 3. Consumo de alimento (g animal ⁻¹) en pollos Ross en la etapa de iniciación alimentados con dietas adicionadas con harina de Cucaracha de Madagascar.....	25
Cuadro 4. Ganancia de peso promedio (g animal ⁻¹) en pollos Ross en la etapa de iniciación alimentados con dietas adicionadas con harina de Cucaracha de Madagascar.....	26
Cuadro 5. Conversión alimenticia en pollos Ross en la etapa de iniciación alimentados con dietas adicionadas con harina de Cucaracha de Madagascar.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Municipio de Tlatlauquitepec Puebla.....	20
--	----

RESUMEN

La Cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portetonsa*) es una fuente de proteína animal que se encuentra totalmente desaprovechada y actualmente es recomendada para alimentar a una gran variedad de reptiles, anfibios, peces, aves, artrópodos y pequeños mamíferos. Es una de las cucarachas más grandes conocidas en el mundo, alcanzando hasta los 10 cm sin contar las antenas. Son muy nutritivas y por su alto contenido de grasas puede ofrecerse para recuperar animales que han bajado de peso, a diferencia de otras especies la Cucaracha de Madagascar no desarrolla alas, lo que hace 100% comestible esto indica que no genera desechos. Por tal motivo el objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo de pollos de engorda, alimentados con harina de Cucaracha de Madagascar. Los tratamientos fueron: T1: dieta testigo, T2: 5 % de harina de Cucaracha de Madagascar y T3: 10 % de harina de Cucaracha de Madagascar, se utilizaron 45 pollos de la línea Ross, distribuidos en un diseño completamente al azar, donde cada tratamiento consistió de 15 repeticiones cada uno, las variables evaluadas fueron; consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. Los resultados indican que se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en la variable ganancia de peso, durante la etapa de iniciación. Sin embargo para las demás variables no se mostraron diferencias ($p \geq 0.05$).

ABSTRACT

Madagascar Hissing Cockroach (*Gromphadorhina portetonsa*) is a source of animal protein that is completely wasted and is currently recommended to feed a variety of reptiles, amphibians, fish, birds, arthropods and small mammals. Its one of the largest cockroaches known in the world, reaching up to 10 cm without the antennas. They are very nutritious and its high fat content can be offered to retrieve animals that have weightloss, unlike other species of Cockroaches. Madagascar Cockroach doesn't develop wings, which makes 100% edible this indicates that does not generate waste. Therefore the objective of this study was to evaluate the productive performance of broilers fed flour Cockroach Madagascar. The treatments were: T1: control diet, T2: 5% flour Cockroach Madagascar and T3: 10% flour Cockroach Madagascar, 45 chickens of the Ross line, distributed in a completely randomized design was used, where each treatment consisted of 15 repetitions each, the variables were evaluated; feed intake, weight gain and feed conversion. The results indicate that significant differences ($p \geq 0.05$) in the variable weight gain were found during the initiation stage. However for other variables, no differences ($p \geq 0.05$) showed.

I.INTRODUCCIÓN

Los productores buscan alimentar a sus animales, según sus necesidades y capacidad económica. Las raciones deben incluir agua, materia seca, proteína, fibra, vitaminas y minerales en cantidades suficientes y bien balanceadas (Barrios, 2015).

Las proteínas, cuyo nombre proviene del griego “*proteios*” que significa primero, lo cual es adecuado porque resalta la importancia que tiene este tipo de nutriente en el organismo animal, dada las funciones cumple como componente estructural, renovando la proteína desgastada en todas las edades de animales y permitiendo el crecimiento de los animales jóvenes. Estas no solo son componentes estructurales de los tejidos de los animales, sino también de enzimas, agentes de transporte, hormonas y otros compuestos importantes en el organismo. Para la formación de estas proteínas el organismo utiliza principalmente los aminoácidos liberados durante la digestión de las proteínas del alimento, de manera que el valor de estas estará en función de la cantidad y tipo de aminoácidos presentes y que sean disponibles para el animal (Escobedo, 2009).

En la actualidad se utilizan diferentes fuentes de proteína de las cuales algunas cumplen con los requerimientos nutricionales pero elevan los costos de producción (Figueroa, 2010).

Tal es el caso del uso de la pasta de soya ya que es tan importante en la alimentación animal que investigadores como López y Coello (2004) establecen que en el caso del pollo de engorda la proteína de la pasta de soya constituye el 27 % del costo de la dieta, lo que significa cerca del 19 % del costo total de la producción, por ello es uno de los ingredientes claves en la formulación y rentabilidad de las empresas. Por lo tanto se debe buscar una alternativa que sirva como fuente de proteína que cumpla con las necesidades nutricionales de los animales y que además disminuya los costos en la elaboración de las dietas.

Se han llevado a cabo investigaciones con el fin de encontrar alternativas como fuentes de proteína, tal es el caso de la harina de lombriz la cual posee un 65 % de

contenido proteico y un perfil balanceado de aminoácidos y de ácidos grasos. Ha sido usada en forma de harina en aves como suplemento en alimentos balanceados y se ha observado que acelera el crecimiento; alrededor de 35 %, en un período más corto (Sales *et al.*, 2015). Se han realizado otros estudios con la harina de lombriz donde se ha sustituido el concentrado comercial por harina de lombriz a un 50 y 100 % donde se evaluaron tres variables: consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la canal, donde no se encontraron diferencias significativas en las variables antes mencionadas pero se obtuvo un mayor rendimiento en la calidad de la canal en la dieta que contaba con el aporte del 100 % de harina de lombriz (Rodríguez y Arango, 2006).

Si se considera que los insectos son una fuente de proteína que está totalmente desaprovechada además de que su mantenimiento no es costoso. Como es el caso de la Cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) que posee un contenido de proteína 60 %. Por ello el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación de harina de Cucaracha de Madagascar sustituyendo la pasta de soya en una dieta para pollos en etapa de iniciación.

II.OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar el uso de harina de cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) en dietas para pollos en etapa de iniciación.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la harina de cucaracha de Madagascar adicionada a 5 y 10% en una dieta para pollos en etapa de iniciación.
- Medir el efecto en el comportamiento productivo de pollos en etapa de iniciación adicionando harina de cucaracha.

III.HIPÓTESIS

La inclusión de diferentes niveles de harina de cucaracha de Madagascar en la dieta, mejora las variables productivas en pollos de engorda en etapa de iniciación.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Producción de Aves de engorda a nivel internacional

A nivel mundial México es el séptimo productor de pollo después de: Estados Unidos, China, Brasil, Unión Europea, India y Rusia. En el mismo ámbito, México ocupa el sexto lugar en la producción de huevo, detrás de China, Estados Unidos, India, Japón y Rusia. Los principales productores son: Estados Unidos con, 2, 860, 000,000 al año, China 200 millones de toneladas al año, Brasil 58 millones de toneladas al año, Unión Europea 148 millones de toneladas al año, Holanda 22, 620,000 millones de toneladas al año, India, 395 millones de toneladas al año Rusia 187,000 toneladas al año (USDA, 2014).

4.2 Producción de Aves de engorda a nivel nacional

De acuerdo con datos del primer estimado elaborado por la Dirección de Estudios Económicos de la Unión Nacional de Avicultores, los estados productores de pollo son: Aguascalientes y Querétaro 11%, La región de la Comarca Lagunera y Veracruz 10%, Jalisco 8%, Puebla 7%, Yucatán y Chiapas 6%, le siguen el Estado de México y Guanajuato con 5%, Sinaloa con 4%; Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo con 3% y siendo los últimos estados; Morelos y Michoacán% (SIAP, 2014).

4.3 Situación actual de la importancia de Puebla como productor de Aves de engorda

Puebla es el quinto lugar productor de pollo a nivel nacional con 15 mil 649 kilos al mes, aunado a que el sector prepara a exportar pollo precocido a Estados Unidos. Los principales productores de pollo son: Puebla, Tecamachalco y la zona de Tehuacán y Ajalpan, aunado a que se cuenta con productores de traspatio, semitecnificados y tecnificados (SIAP, 2011).

4.4 Comercialización del pollo de engorda en México

El valor de la producción avícola fue mayor a 132 mil millones de pesos durante el 2014. En materia de consumos, el consumidor mantiene una alta preferencia por los productos avícolas, tal es el caso que para la carne de pollo el consumo per cápita logrado en 2014 fue de 25.6 kg (UNA, 2014).

La carne con mayor consumo en México es la de pollo, cerdo y res, con un comportamiento diferenciado. En el periodo del 2005-2009 el consumo per cápita mostró un crecimiento de 10% para la carne de pollo, 2% para la carne de cerdo y una disminución

del 11% para la carne de res. Esto debido principalmente al bajo costo de la carne de pollo, comparada con la carne de cerdo o de res (FIRA, 2011).

4.5 Importancia de la industria avícola en México

La industria avícola generó en 2014 un millón 154 mil empleos, de los cuales 192 mil fueron directos y 962 mil indirectos. Para el 2020 se proyecta que la producción mundial de ave crezca a una tasa media anual de 4.9 por ciento. En la alimentación del mexicano, el sector avícola juega un papel importante, ya que 6 de cada 10 personas incluyen en su dieta productos avícolas (huevo y pollo), esto se debe, en parte, a que los precios de huevo y pollo se han reducido en términos reales en la última década, y también a que ambos son alimentos nutritivos y versátiles en su preparación (Almanza, 2011).

4.6 Requerimientos nutricionales del pollo de engorda

Las dietas de pollo de engorde están formuladas para proveer de la energía y de los nutrimentos esenciales para mantener un adecuado nivel de salud y de producción (Cobb, 2008). En el Cuadro 1 se presentan los requerimientos nutricionales recomendados por el National Research Council (NRC) en 1996:

Cuadro 1. Principales requerimientos nutricionales para pollos de engorda.

Nutriente	Semanas		
	0-3	3-6	6-8
	2800	2900	3000
Proteína Bruta (%)	20.0	19.0	17.0
Calcio	1.00	0.90	0.80
Fosforo Disponible			
Sodio (%)	0.20	0.15	0.12
Cloro (%)	0.20	0.15	0.12
Lisina (%)	1.10	1.00	0.85
Met-Cis (%)	0.90	0.72	0.60
Colina	1300	1000	750

Fuente: NRC (1996)

4.7 Fuentes de proteína de origen animal y vegetal para la alimentación del pollo de engorda

Las proteínas del alimento son polímeros complejos de aminoácidos que, una vez en el intestino se degradan en aminoácidos, los cuales se absorben y se ensamblan para formar las proteínas corporales utilizadas en la construcción de los tejidos del organismo como músculos, nervios, piel y plumas (Rosetti, 2000).

Los niveles de proteína bruta (proteína cruda) de la dieta no indican la calidad de las proteínas que contiene la ración, pues ésta depende de la presencia y balance de aminoácidos esenciales de los ingredientes. Lo más importante es la disponibilidad de estos aminoácidos esenciales para el ave, por lo que los alimentos se deben formular utilizando aminoácidos digestibles. La proteína de mala calidad o desbalanceada puede crear estrés metabólico, toda vez que su excreción implica un costo energético y puede provocar humedecimiento de la cama (Aviagen, 2009).

Algunas proteínas utilizadas para la alimentación animal son, la proteína animal que se ha considerado superior a la de origen vegetal, principalmente debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales y a que algunas proteínas vegetales necesitan procesarse correctamente para mejorar su valor nutritivo. Sin embargo, si se adicionan adecuadamente con aminoácidos, las proteínas vegetales son similares a las proteínas de origen animal (Jones, 2003).

4.8 Proteínas de origen animal utilizadas para la alimentación de Aves de engorda

4.8.1 Harina de pescado

En México la cantidad de harina de pescado producida es muy limitada y con una gran variación en su contenido de proteína, los datos más relevantes de estudios indicaron que puede ser utilizada como única fuente de proteína suplementaria, esto se debe a que son fuentes concentradas de aminoácidos esenciales, principalmente lisina y metionina, además aportan calcio, fosforo ácidos grasos insaturados, colina y selenio (Cuca, 2009).

Se han realizado una serie de experimentos con pollos de engorda con el objeto de determinar la calidad nutritiva de las harinas de pescado que se destinan en México para la alimentación animal, los datos más relevantes de estos estudios han indicado un contenido promedio de lisina disponible de 7.53% de la proteína en las 5 harinas de pescado

utilizadas. Cuando las harinas de pescado fueron probadas, como única fuente de proteína suplementaria en pollos de engorda, se encontraron diferencias nutritivas (Cols et al., 2013).

4.8.2 Harina de pluma

La harina de pluma hidrolizada contiene un alto nivel de proteína 85 % y su precio en el mercado es bajo en relación con otras fuentes de nitrógeno (Correa, 2000).

Su contenido de metionina, lisina, histidina y triptófano es reducido, factor que limita su uso en raciones para aves, las recomendaciones generales son las de utilizarla en proporción de 3 a 4 % como máximo en dietas para aves (Pérez, 2010).

4.8.3 Lombriz roja californiana

Una de las principales limitantes de la lombriz para incluirse en las dietas, es su bajo contenido de materia seca, ya que se necesitarían grandes volúmenes para satisfacer los requerimientos o incluirla en los concentrados comerciales en forma de harina (Gonzalvo et al., 2001).

El alto contenido de proteína de la lombriz (60 – 80 %) (Martínez, 1997) permite utilizarla como una fuente de alimento para las aves de traspatio que crían las familias campesinas (Jiménez y Núñez, 2008).

La lombriz sustituye en condiciones de traspatio el alimento concentrado en dietas para pollas criollas a partir de los 15 días de vida del animal (Librado, 2005).

4.9 Fuentes proteicas de origen vegetal para la alimentación de Aves de engorda

4.9.1 Pasta de girasol

El girasol es una planta importante en México debido a sus características agronómicas.

Resultados obtenidos por Salatin (2013) indican que la pasta de girasol es deficiente de lisina para los pollos y que es necesario suplementarla con energía para obtener un óptimo crecimiento también se encontró que la treonina es el segundo aminoácido limitante, la pasta de girasol suplementada con lisina y grasa, dio resultados similares en crecimiento, a base de soya en un estudio realizado con pollitos de engorda.

4.9.2 Pasta de soya

La pasta de soya es una de las mejores fuentes de proteína de origen vegetal con que se cuenta actualmente, este hecho se debe a la característica única que presenta esta pasta en relación con otras y que es su alto contenido de lisina (Cuca, 2004).

Celis (2000) analizó pasta procedente de los estados de Guanajuato, Veracruz, Hidalgo y Nuevo León para proteína cruda, perfil de aminoácidos, actividad ureásica y solubilidad de la proteína. Los datos evaluados en pollos de engorda a los 25 días de edad indicaron que existió un efecto positivo para ganancia de peso y conversión alimenticia.

Por otro lado Cortes y Martínez (2007) evaluaron la disponibilidad de lisina en dos pastas de soya mexicana en pollos de engorda de 1 a 21 días. Los resultados en crecimiento mejoraron ($P < 0.05$) con la suplementación de lisina sintética y las soyas como fuente natural. Lo que indica que el procesamiento de la pasta de soya afecta la disponibilidad de este aminoácido.

4.9.3 Pasta de ajonjolí

La pasta de ajonjolí se usa en la mayoría de los países americanos y es una buena fuente de proteína para las aves, aunque es deficiente en lisina y marginal en treonina (Aguilera y Murillo, 2000).

Se ha encontrado que las dietas a base de ajonjolí suplementadas con lisina dan buenas respuestas en el crecimiento de los pollos (Murilla y Cuca, 2002).

En otro estudio para pollo de engorda, se encontró que la disponibilidad de calcio de la pasta es de 40% (Valadez *et al.*, 2000)

Una de las principales características de esta pasta, en relación a otras fuentes proteicas, es su alto contenido en metionina. A este respecto se informa que el 94.8 % de la metionina del ajonjolí es disponible para pollos de engorda (Avila *et al.*, 2009).

4.9.4 Pasta de canola

La pasta de canola se ha reducido en forma importante. Contiene aproximadamente de 42- 43 % de aceites, que se extrae para usarse como aceite vegetal comestible de primera calidad. La pasta de canola que queda después de la extracción de aceite se usa como fuente de proteína en los alimentos balanceados para animales, su concentración puede variar de

acuerdo con el origen de la colza (30- 40 % proteína cruda). La canola tiene altos niveles de taninos y en algunos cultivos pueden ser de hasta 3 %. Sin embargo, las investigaciones han demostrado que los taninos de la canola no tienen influencia en la utilización de la proteína previamente (Balloun, 2009).

Los bajos niveles de glucosinolatos que quedan en la pasta de canola no afectan de manera negativa la mortalidad o ingestión de alimento de pollos de engorda. Existen algunos estudios que muestran que es posible usar eficazmente la pasta de canola en la dieta de los pollos de engorda hasta en 30% sin afectar el rendimiento, siempre y cuando las dietas se formulen sobre una base de aminoácidos digeribles (Ramesh et al., 2006).

En pollitos de iniciación se puede usar un nivel máximo del 10% mientras que los pollos en crecimiento pueden recibir un nivel máximo del 20% de pasta de canola (Newkirk y Classen, 2002).

4.10 Fuentes de energía en pollos de engorda

En la alimentación avícola, la energía disponible es normalmente expresada en unidades de energía metabolizable, que es la porción de energía dietética que está disponible en el ave para la producción de carne, para el mantenimiento de la temperatura del cuerpo y para otras funciones vitales (Neumann, 2001).

Los alimentos que se pueden utilizar como fuentes de energía son principalmente los granos de cereales (maíz blanco o amarillo, sorgo, arroz, trigo o cebada). También se pueden utilizar subproductos como el salvado de maíz, de trigo o pulido de arroz, aunque su empleo debe ser limitado, por contener mucha fibra. El cereal combinado con harina de yuca puede constituir una buena fuente de energía. La harina deshidratada de plátano verde es también utilizada como fuente de energía, así como la papa cocida y molida. La melaza de caña puede utilizarse en forma limitada, no más del 10%, porque provoca diarreas (SAGARPA, 2014).

Se recomienda usar diferentes valores de energía metabolizable (EM) para las grasas dependiendo de la edad del ave, siendo menor el valor que debe usarse al formular dietas para pollos de 1 a 3 semanas de edad. Debido a esta situación se recomienda usar niveles bajos de grasa en este tipo de alimentos, por lo que el nivel energético de estas reacciones fluctúa entre 2980 y 3000 Kcal/kg. (Noy y Sklan, 2002).

4.10.1 Maíz

Existen diversos tipos de maíz (*Zea mays*), cuyos granos presentan distintos colores: amarillo, blanco, o rojo. El maíz amarillo contiene el pigmento criptoxina, que es precursor de la vitamina A. Los granos pigmentados tienden a comunicar color a la carne. Su incorporación es de 50-60 % como promedio, en los alimentos balanceados para aves de engorde y un poco menos en aves de postura. No se deben rebasar estos límites porque el uso excesivo podría provocar picaje o canibalismo (Neuman, 2001).

4.10.2 Sorgo

El sorgo (*Sorghum bicolor*), es el principal grano empleado como alimento en África y ciertas partes de la India y China. El grano de sorgo es muy parecido al del maíz aunque de menor tamaño, generalmente contiene más proteína y menos grasa que el maíz, careciendo de xantofilas pigmentantes. Las variedades oscuras contienen taninos que reducen la digestibilidad de la proteína. El grano de sorgo entero puede administrarse al ganado ovino, cerdos y aves, pero suele administrarse molido a los demás animales (Mcdonal *et al.*, 2006).

4.10.3 Avena

La avena (avena sativa), ha sido siempre muy apreciada en la alimentación de los rumiantes y caballos, pero menos para cerdos y aves, debido a su alto contenido en fibra y valor energético. El valor nutritivo de la avena depende en alto grado, de la relación existente entre la cascarilla y el grano. El contenido en proteína bruta, que varía entre 70 y 150 g/ Kg MS, aumenta por la aplicación de abonos nitrogenados, la proteína de la avena es de baja calidad, siendo eficiente en los aminoácidos esenciales metionina, histidina y triptófano; las cantidades de dichos aminoácidos en la proteína de la avena, suelen ser inferiores a 20 g/Kg (Mcdonal, 2006).

4.10.4 Arroz

El arroz es un ingrediente importante en la formulación de las dietas para aves, sin embargo, existe poca información acerca de su valor nutritivo y de sus limitaciones (Arteaga, 1990).

En un experimento con pollos se encontró que los mejores resultados se obtenían cuando se sustituía al 10% del maíz en una dieta a base de maíz y soya (Ávila y Arteaga, 1994).

El arroz puede sustituir hasta 40% del maíz en una dieta para pollos de engorda de 0-8 semanas sin ningún problema. Ya que niveles más altos hacen que se reduzca el crecimiento y se presente diarrea en las aves (Robles y Ortega, 2000).

4.10.5 Triticale

El triticale (*Triticum aestivum*) es un cereal híbrido que procede del cruzamiento entre trigo y centeno. Creado por el hombre, con una nueva combinación de características que puedan ser mejores o que den mejores resultados que los cultivos que se tienen actualmente, los estudios realizados con triticale indican que se puede reemplazar al trigo, en dietas para pollos de engorda sin que se afecte el crecimiento o la conversión alimenticia (Bixler, *et al.*, 1990).

Algunos trabajos posteriores indican que el triticale posee una limitante de lisina y treonina, y aun no se ha encontrado respuesta a la suplementación de metionina (Avila y Cuca, 2009).

4.11 Uso de los insectos en la alimentación animal

Los insectos son artrópodos que poseen extremidades especializadas y cuerpo segmentado con cubierta esclerotizada (exoesqueleto) pero no desarrollan un verdadero caparazón. Tienen un par de antenas, tres pares de patas y dos pares de alas. Algunas especies son ápteras. El grupo de los insectos no sólo es diverso sino increíblemente abundante, pues se calcula que por cada ser humano en la Tierra, existen 200 millones de insectos. Pueden ser herbívoros, carnívoros, carroñeros o incluso establecen eficientes relaciones de comensalismo y parasitismo. Los insectos son el grupo más diverso del planeta (Brusca, 2002).

Estos tienen un alto valor nutricional por su contenido de proteínas, con aminoácidos esenciales en grandes cantidades, además de minerales, vitaminas y grasas de tipo insaturado. Son fuente de energía para funciones vitales de un organismo y sus propiedades se comparan a las de la carne de vertebrados y otros alimentos convencionales

Por ello, desempeñan un papel importante en la nutrición y economía de pequeñas localidades de países en desarrollo (FAO, 2012).

Se conocen cerca de dos mil especies comestibles en el mundo; tan sólo en México se han identificado 549 por lo tanto, pueden ser una alternativa para paliar la malnutrición o el hambre, además de una oportunidad de empleo e ingresos para personas de bajos recursos; ya que también son una importante alternativa de alimento humano, así como para la actividad ganadera y pesquera (Ramos, 2012).

Se llevó a cabo una investigación a petición del Ministerio de Economía, Agricultura e Innovación Holandesa, la cual propone que los insectos pueden ser un alimento de alto valor proteico sostenible para el cerdo y las dietas de aves de corral donde los insectos son criados en los biorresiduos de bajo grado y se pueden convertir estos biorresiduos en alta calidad de proteínas (Van. G, 1012). Por lo tanto estos pueden ser un enlace interesante prometedor en la cadena alimentaria animal para cumplir el aumento a nivel mundial de la demanda de proteínas. Se utilizaron diferentes especies pero las más recomendadas son: Mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) mosca domestica (*Musca domestica*) y gusano de la harina (*Tenebrio Molitor*), debido a su eficiencia y contenido nutricional (Smith, 2010).

Rahman *et al.*, (2011). Indica la adición de (*Zophobas morio*) como alimento en la dieta de la tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*). Para conocer el efecto de la sustitución parcial o total de peces en dietas para juveniles de tilapia. A diferentes niveles 0, 25, 50, 75 y 100 %. Después de 8 semanas, los peces alimentados con la dieta 2 y 3 revelan los valores más altos para el peso, mejor índice de conversión, así como el índice de eficiencia de proteína. No hubo mortalidad pero se notó que el aporte de 100 % no tuvo diferencias significativas, estos datos indican que en la dieta pueden sustituirse los peces que daban anteriormente por (*Zophobas morio*) al 25 % sin ningún efecto adverso en la utilización del alimento y la composición corporal.

4.12 Cucaracha de Madagascar

La cucaracha gigante de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*), pertenece al orden Blatodea y familia Blaberidae. A diferencia del resto de los blátidos (cucarachas) no poseen alas, no corren ni emiten olores en sus deyecciones. Estas cucarachas son de un

color marrón brillante y tienen forma ovalada, no tienen alas pero sí un único par de antenas (Domínguez, 2013).

4.12.1 Origen

Descrita originalmente por Schaum en 1853, habita exclusivamente en la isla de Madagascar y es una de las cucarachas más grandes del mundo (Castilla y León, 2011).

4.12.2 Hábitat

En la naturaleza su hábitat es la selva, habita bajo hojarasca y en troncos podridos. Su principal atractivo como mascota reside en su gran tamaño y su docilidad (Chávez, 2014).

4.12.3 Crianza

Pueden mantenerse colonias en peceras, arañeras, o plásticos. Es indispensable la presencia de una tapa, que permita el paso de aire, ya que trepan y se escapan fácilmente. El tamaño del recipiente deberá depender de la cantidad de individuos que contenga. Por ser de hábitos nocturnos como la gran mayoría de los blátidos se necesitará la presencia de escondites, por ejemplo plantas plásticas (considerar que será devorada si es natural), un pedazo de tubo de pvc donde entren cómodamente, o algún tronco hueco (MISAPONIA, 2014).

4.12.4 Sustrato

La función del sustrato es proveer la humedad necesaria en el ambiente, para facilitar la muda del exoesqueleto. Si se usara tierra como sustrato la humedad en el suelo no sería la ideal, también podría contener parásitos y bacterias, especialmente si se obtiene de nuestro patio o en la vía pública; si es un suelo con poca cantidad de materia orgánica será muy duro y no permitirá que el insecto pueda cavar. Por lo tanto no se recomienda su uso. Los sustratos más recomendados, en orden decreciente son, el compost y la fibra de coco (MISAPONIA, 2014).

4.12.5 Dimorfismo sexual

El macho tiene una joroba en su tórax y antenas más peludas que las de la hembra.

Los machos son particularmente agresivos y son conocidos por permanecer en sus colonias por meses a fin de protegerla de peligros. Los machos pueden distinguirse de las

hembras por sus pronunciados "cuernos" en el pronoto. Las hembras llevan la ooteca (caja de huevos) internamente, y sueltan a las jóvenes ninfas sólo después de que los huevos hayan eclosionado (Toft, 2011).

4.12.6 Etología de la cucaracha de Madagascar

Los machos tienen unos cuernos que les confieren un aspecto sorprendente y poco común. Utilizan estos cuernos en agresivos encuentros que recuerdan a las batallas entre mamíferos con cornamenta. Los machos embisten a su enemigo con los cuernos o el abdomen y durante la lucha suelen emitir ese sorprendente silbido. El ganador silba más que el perdedor, por lo que puede considerarse que el sonido define la jerarquía de la cucaracha.

Esta cucaracha es también llamada "cucaracha seseante" debido a la habilidad de los dos sexos de silbar al dejar salir aire a través de los alargados espiráculos en su abdomen. Este sonido es usado para comunicarse con el resto de la colonia, para alertar de peligros amenazantes y para ahuyentar a los depredadores.

Este silbido también forma parte del ritual de apareamiento de estas cucarachas, la mayoría de los insectos emiten sus sonidos frotando partes de su cuerpo o a través de membranas vibrantes. Sin embargo, la cucaracha gigante de Madagascar lo hace al exhalar sino a través de los espiráculos, unos pequeños poros por donde exhalan aire a presión que alcanza los ocho decibeles. Es el único insecto que emite un sonido, similar a un siseo, verdaderamente propio, ya que no lo hace frotando extremidades ni alas como hace el resto.

Pueden mantenerse varios ejemplares juntos ya que no muestran ningún tipo de agresividad entre ellas, siempre y cuando dispongan de suficiente espacio y comida; además, en libertad, se ha observado que la cucaracha gigante de Madagascar tiende a formar sociedades muy compactas, en las que conviven adultos y ninfas de diferentes edades.

4.12.7 Temperatura

Es adecuado mantener un calentador eléctrico de forma que pueda manipularse la temperatura para mantenerlas en una zona cálida. Las temperaturas durante el día deben ser de 27 – 35 °C y de no menos de 20 °C durante la noche. Las cucarachas expuestas a temperaturas inferiores se vuelven lentas, así que, cuanto mayor sea la temperatura, más activo será el insecto. No se necesita ninguna iluminación especial.

4.12.8 Humedad

Será provista en el ambiente por la evotranspiración del suelo. Lo ideal es mantener el sustrato siempre húmedo, ya sea mojándolo con un rociador o simplemente volcando agua, hasta humedecerlo, sin llegar a encharcarlo. Un buen sustrato jamás debería descomponerse.

Hay que controlar con mayor frecuencia la presencia de humedad en el sustrato, durante el verano, si la temperatura ambiental es superior a la recomendada ya que se evaporará más rápido.

4.12.9 Iluminación

Como la gran mayoría de los blátidos son nocturnos. Son muy frágiles a la luz solar directa debido a la radiación ultravioleta. En consecuencia pueden vivir en recipientes oscuros o tan opacos que no permitan el paso de luz solar o artificial, sin alterar de ningún modo su crecimiento y desarrollo.

4.12.10 Reproducción

Cuando el macho alcanza la madurez sexual, comienza a emitir una secreción olorosa (feromona) que es percibida por la hembra a través de unos receptores específicos situados en sus antenas y cuyos efectos pueden extenderse a bastante distancia. Una vez que la hembra ha sido fecundada, empieza a poner huevos, que engloba en el interior de una cápsula protectora llamada “ooteca”. Esta ooteca es un recipiente corneo y fuerte que la hembra porta consigo hasta el momento de la eclosión y la cual puede llevar hasta 60 ninfas.

Unos meses después de la puesta, los huevos se abren para dar paso a unas pequeñas larvas blancuzcas (8-9 mm) que, tras perforare las paredes de la ooteca y salir al exterior, experimentan una primera muda.

Estas crías llevan el mismo régimen de vida que el adulto y son capaces de alimentarse por sí solas, por lo que a una temperatura de 26°C, llegan a su estado adulto en 7-9 meses. No existe ningún problema a la hora de distinguir a los machos de las hembras ya que en los primeros existen dos protuberancias o excrecencias corneas en el dorso del tórax, casi encima de la cabeza.

4.12.11 Información nutricional

El exoesqueleto de las cucarachas y las partes de la quitina son comestibles y contienen nutrientes como el zinc y el cobre (FAO, 2014). Una hembra de cucaracha de Madagascar puede llegar a reproducir cada seis meses un kilo de materia fresca, la cual es sometida por un proceso para obtener un polvo con altos grados de proteína y otros elementos importantes como hierro y zinc (Notimex, 2016).

4.12.12 Alimentación de la cucaracha de Madagascar

El régimen alimenticio de la cucaracha gigante de Madagascar consiste en una variedad infinita de materias comestibles. Es detritívora y se alimenta de todo tipo de restos orgánicos, sin ningún tipo de preferencias: materia vegetal muerta o insectos muertos, que localiza gracias al sentido del olfato, situado en las antenas, contribuyendo de este modo al rápido reciclaje de sustancias orgánicas. En cautiverio es sencillo alimentar estas cucarachas, ya que admiten de buen grado casi cualquier cosa. No es necesario colocar un bebedero en el terrario siempre y cuando se tenga la precaución de suministrar alimento húmedo (manzana, pera, banana, zanahoria, lechuga, naranja), que debe retirarse antes que se estropee y aparezcan hongos. No debe ofrecérseles ninguna clase de carne; no es una parte natural o necesaria de su dieta.

4.12.13 Contenido de proteína

De un kilo de estos insectos frescos, tras un proceso se reducen a 330 gramos de materia seca, de los cuales en cada 100 gramos hay 58 por ciento de proteína (Notimex, 2016).

4.13 Uso como suplementos en la alimentación animal

La cucaracha de Madagascar es utilizada para la colección y alimentación ya que cumple una función muy importante en la cadena alimenticia tanto de animales herbívoros como carnívoros. Se ha implementado como una fuente de proteína debido a su gran contenido que posee además de su pronta reproducción haciendo más eficiente su consumo (Domínguez, 2013).

Esta especie es recomendada para alimentar a una gran variedad de reptiles, anfibios, peces, aves, artrópodos y pequeños mamíferos. Es una de las cucarachas más grandes conocidas en el mundo, alcanzando una longitud de 6 a 8 cm en la madurez,

aunque con una dieta adecuada algunos machos alcanzan hasta 10 cm sin contar las antenas (Montiel, 2013).

Son muy nutritivas y por su alto contenido de grasas puede ofrecerse para recuperar animales que han bajado de peso, a diferencia de otras especies la Cucaracha de Madagascar no desarrolla alas, lo que hace 100% comestible (sin desechos); (REIAV, 2014).

Actualmente no se conoce una investigación con la Cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*), pero si con la cucaracha (*Periplaneta americana*), esta fue utilizada en pollos de engorda, durante 7 semanas, donde se sustituyó la pasta de soya hasta en un 20%. Sin mostrar diferencias significativas en cuanto a ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento, pero es importante señalar que esta cucaracha cuenta con el 30 % de energía y con 50 % de proteína (Shapiro, 1985). A partir de estos porcentajes se calculó la energía metabolizable de la harina de Cucaracha de 3,300 kcal/ kg. Este valor es muy similar de Energía metabolizable de los cereales de mayor consumo en alimentación animal, a la harina de sangre y a la harina de pluma, aunque difieren ampliamente de proteína excepto la harina de carne (Tejada, 1992).

El contenido de aminoácidos en cuanto a metionina es bajo debido a que es destruida por el procedimiento utilizado no se detecta la presencia de metionina, ni el triptófano. Así mismo el perfil de aminoácidos de la harina de cucaracha doméstica es similar o superior al perfil de aminoácido de la proteína de carne o de soya, con excepción de leucina, que se encuentra en mayores cantidades en la harina de cucaracha. Entonces como proteína de origen animal, la harina de cucaracha es comparable en contenido de proteína y contenido de aminoácidos esenciales a la harina de carne (Ballinas, *et al.*, 2009).

4.14 Metodologías para realizar el Análisis Químico Proximal de los ingredientes

El Análisis Químico Proximal se usa para conocer la composición cualitativa y cuantitativa; el significado higiénico y toxicológico de las alteraciones y contaminaciones, de qué manera y por qué ocurren y como evitarlas; cuál es la tecnología más apropiada para tratarlos y cómo aplicarla; cómo legislar y fiscalizar para proteger los alimentos y al consumidor; qué métodos analíticos aplicar para establecer su composición y determinar su calidad.

4.14.1 Materia seca

Consiste en colocar la muestra fresca en una estufa de desecación a una temperatura de 65 ° C hasta que el peso sea constante (72 horas).

4.14.2 Proteína (Método de Kjeldahl)

Consiste en cuantificar la cantidad de nitrógeno (N) que contiene la muestra del alimento usando el método Kjeldahl el N determinado es multiplicado por el factor 6.25 para calcular la cantidad de PC.

4.14.3 Cenizas (Método Análisis de Cenizas)

Se determina el residuo que queda después de incinerar la MO de una muestra de alimento a 550 ° C durante 4 horas.

4.14.4 Grasa (Método de Soxhlet)

Consiste en extraer de los alimentos compuestos con alto valor energético usando solventes (éter etílico, hexano, éter de petróleo y cloroformo-metanol) Existen dos métodos para esta determinación.

4.14.5 FDN (Método de Van Soest et al., 1991)

Consiste en determinar la Fibra Total de Alimentos de origen vegetal. Divide la MS de los alimentos separando los constituyentes solubles y nutricionalmente disponibles como azúcares, almidones, proteína soluble etc., de aquellos aprovechados de manera incompleta, como la celulosa, hemicelulosa y lignina.

4.14.6 FDA (Método de Van Soest et al., 1991)

Este procedimiento provee un método para determinar la celulosa y lignina de los alimentos. El detergente, en este procedimiento, disuelve todo el contenido celular y la hemicelulosa, por lo que el residuo insoluble está formado por paredes celulares sin hemicelulosa.

V.MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el Módulo Avícola de la Granja Experimental que pertenece al Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicado en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla (Figura 1) localizado en la parte Noroeste del Estado de Puebla, con coordenadas geográficas: $19^{\circ} 36' 24''$ de latitud norte, $97^{\circ} 14' 42''$ y $97^{\circ} 28' 06''$ de longitud occidental. A una altura sobre el nivel del mar de 1930 m, con una precipitación media anual de 1264 mm y temperatura media anual de 15.1°C (INEGI, 2009).

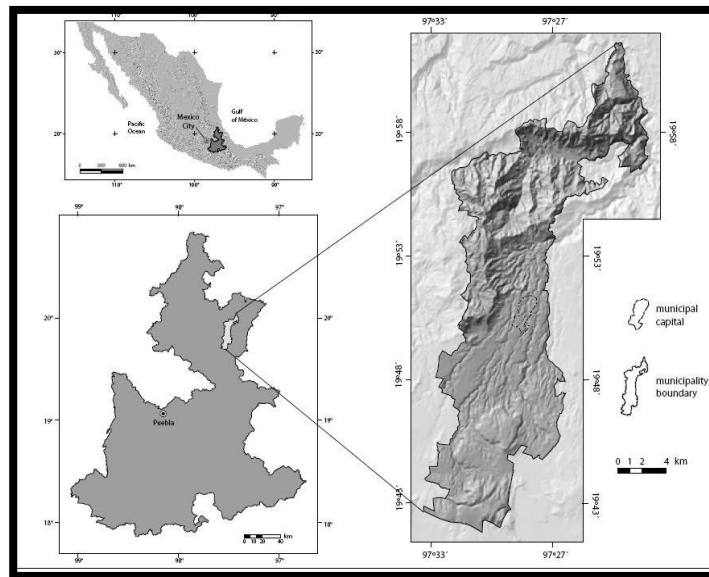


Figura 1. Localización del Municipio de Tlatlauquitepec Puebla.

5.2 Clima

Por su localización, este municipio se localiza en los climas de la Sierra Norte; presenta dos climas: Clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano y clima templado húmedo con abundantes lluvias durante todo el año, se presenta en el Noreste del Municipio (González y Valera, 2000).

5.3 Unidades experimentales

Se utilizaron 45 pollos de la línea Ross de cinco días de nacidos, con un peso inicial promedio de 100 g, y contaban con la vacuna de Newcastle ocular y la triple aviar preventiva. Para la recepción de los pollos al módulo avícola se preparó el sistema de iluminación el cual fue continuo, se utilizaron 2 focos por cada 5 pollos de 100 watts a una altura de 60 cm subiéndolos 5 cm por semana durante todo el experimento. Cada repetición consistió de 5 pollos en un espacio de 1.0 m², la cama de paja con 5 cm de espesor, un comedero de tolva y un bebedero de 4 litros. Los pollos al inicio del experimento se les suministró Spectrum (Antibiótico para prevenir el resfriado) a la llegada. Posteriormente a los diez días se suministró antibiótico Daimetroprim en el agua y Vitafort-A. A los 20 días se aplicó Avefenicol en el agua. 7 días después se vacunó contra Newcastle vía ocular. Se distribuyeron completamente al azar en tres tratamientos, con 3 repeticiones cada uno. Los tratamientos consisten en: T1= Dieta Control, T2= Dieta control + 5% de harina de Cucaracha de Madagascar, T3= Dieta control + 10% de harina de Cucaracha de Madagascar. La duración del experimento fue de 28 días, donde la primera semana fue de adaptación.

5.4 Elaboración de la harina de Cucaracha

Para obtener la harina, las cucarachas se reprodujeron durante 1 año antes, estas fueron clasificadas dependiendo su edad y tamaño. Eran alimentadas cada tercer día con zanahoria y manzana *ad libitum*. La temperatura era controlada con ayuda de un calentador eléctrico de (27 ° C) la cual se mantuvo constante. El sustrato que se utilizó fue fibra de coco y peat moss que era cambiado cada 15 días.

Las cucarachas fueron sacrificadas en un refrigerador a -30 ° C durante 36 horas, después fueron lavadas con agua corriente. Posteriormente fueron deshidratadas a 45 ° C por 96 horas, en una estufa eléctrica de laboratorio Marca Memmert, modelo Un30plus . Al final se molieron con ayuda de una licuadora, Marca Oster Modelo 019287.

5.5. Análisis de las Dietas experimentales

El sorgo, la pasta de soya y la harina de cucaracha usados en todas las dietas experimentales fueron primero analizados para conocer su contenido nutricional. Estos análisis se realizaron en el laboratorio de Bromatología del Programa Educativo de Ingeniería Agronómica. Una vez realizado el análisis de estos alimentos, se elaboraron dietas para la etapa de iniciación adicionadas con harina de Cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*).

Las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas, se formularon en base a sorgo y pasta de soya con la finalidad de cubrir los requerimientos de aminoácidos, energía, vitaminas y minerales para los pollos de engorde de acuerdo a los requerimientos en las tablas del National Research Council (NRC, 1996).

Cuadro 2. Dietas experimentales de iniciación utilizada para pollos de engorde con diferencia en niveles de harina de Cucaracha de Madagascar.

	Dieta de iniciación 1-28 días		
	T1	T2	T3
Sorgo	10.41	10.41	10.41
P. Soya	5.372	5.1034	4.5645
A. Crudo	510	510	510
Harina de Cucaracha de Madagascar	0	268.6	537.2
Lisina	0.045	0.045	0.045
Treonina	0.015	0.015	0.015
CaCO3	0.2687	0.2687	0.2687
Fosfato	0.2480	0.2480	0.2480
Prem. Vitan	0.051	0.051	0.051
Sal	0.0595	0.0595	0.0595
Aporte de nutrientes calculado			
Proteína Cruda %	20.10	20.10	20.10
EM Mcal/Kg	2.90	2.90	2.90

EM: Energía metabolizable, Mcal: Megacalorías, T1= 0% de Harina de Cucaracha de Madagascar (Testigo), T2 = 5 % de Harina de Cucaracha de Madagascar, T3 = 10% de Harina de Cucaracha de Madagascar.

5.6 Análisis Estadístico

Las variables de respuesta se analizaron con un diseño completamente al azar bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Variable de respuesta en el i ésimo tratamiento de la j ésima repetición.

μ : Media general

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento (niveles de harina de cucaracha de madagascar)

E_{ij} : Error aleatorio

Los datos se analizaron mediante PROC GML, (SAS, 1998) y para la comparación de medias entre tratamientos se realizó con el procedimientos de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

5.7 Variables evaluadas

5.7.1 Consumo de alimento

Se midió de forma semanal y se obtuvo por diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado dividido entre el número de aves por día, se reporta en (g/animal⁻¹).

5.7.2 Ganancia diaria de peso

Se pesó cada uno de los pollos con una báscula de reloj comercial capacidad de 10 kg, el pesado se llevó a cabo cada siete días.

5.7.3 Conversión alimenticia

Se obtuvo semanalmente dividiendo el alimento consumido (Kg) entre el peso vivo obtenido (Kg)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Consumo de alimento

El consumo de alimento (Cuadro 3) no mostró diferencias ($p \geq 0.05$), por efecto de los diferentes tratamientos adicionados con 0, 5, 10 % de harina de Cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) en dieta para pollos de engorda en la etapa de iniciación. Sin embargo en el T3 (10 %) se presentó mayor consumo en esta etapa, en comparación con los tratamientos 1 y 2. Ballinas, *et al.*, (2009) un estudio analizando los efectos de harina de Cucaracha Americana (*Periplaneta americana*) Indican que el uso de esta cucaracha para pollos de engorda en etapas de iniciación-finalización con, 0, 10, 20, 30 % no encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en esta variable; A pesar que los niveles sobrepasan los de la presente investigación. Se han utilizado otras especies de insectos destinadas para la alimentación animal como fuente de proteína donde la mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) mosca domestica (*Musca domestica*) y gusano de la harina (*Tenebrio Molitor*), se utilizan principalmente debido a su eficiencia, contenido nutricional y ciclo de reproducción más corto, en dietas para pollos y cerdos donde no hubo diferencia significativa en esta variable. Rahman *et al.*, (2011)., indican que la adición de (*Zophobas morio*) como alimento en la dieta de la tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*). Para conocer el efecto de la sustitución parcial o total de peces en dietas para juveniles de tilapia. A diferentes niveles 0, 25, 50, 75 y 100 no tuvo diferencias significativas, para esta variable.

Cuadro 3. Consumo de alimento (g animal⁻¹) en pollos Ross en la etapa de iniciación alimentados con dietas adicionadas con harina de Cucaracha de Madagascar.

Etapa	Semana	T1	T2	T3	C.V.
		0%	5%	10%	
Iniciación	1	397.6 ^a	392.3 ^a	396.0 ^a	1.018
	2	437.3 ^a	490.6 ^a	484.0 ^a	5.122
	3	535.3 ^a	563.3 ^a	580.6 ^a	4.370
Promedio		456.7 ^a	482.06 ^a	486.6 ^a	3.503

No hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p \geq 0.05$)

C.V. = Coeficiente de variación

6.2 Ganancia de peso

En el cuadro 4 se muestra la ganancia de peso en la etapa de iniciación en donde, se observó que hubo diferencias ($p \geq 0.05$) entre tratamientos adicionados con Harina de Cucaracha de Madagascar durante la primera semana. La diferencia que se observa, se debe probablemente al cambio de la dieta. Comparando la presente investigación con la de Ballinas *et al.*, (2009) con la variable ganancia de peso podemos identificar que en el trabajo que ellos realizaron los animales tuvieron una mejor ganancia de peso, esto debido a que en la segunda semana se presentó la enfermedad de coccidiosis, la cual fue controlada satisfactoriamente y no hubo presencia de mortalidad. Pero se sometió a un estrés alimenticio por lo tanto esta variable disminuyó.

Cuadro 4. Ganancia de peso promedio (g animal⁻¹) en pollos Ross en la etapa de iniciación alimentados con dietas adicionadas con harina de Cucaracha de Madagascar.

Etapa	Semana	T1	T2	T3	C.V.
		0%	5%	10%	
Iniciación	1	195.6 ^a	168.0 ^{ab}	161.4 ^b	7.084
	2	143.2 ^a	151.8 ^a	145.7 ^a	8.899
	3	293.3 ^a	484.2 ^a	252.8 ^a	64.62
Promedio		210.7 ^a	268 ^a	186.63 ^a	26.87

^{a, b} Representan diferencias significativas entre tratamientos ($p \geq 0.05$)

C.V. = Coeficiente de variación

6.3 Conversión alimenticia

En cuanto a la conversión alimenticia (Cuadro 5) se observó que no se encontró diferencia ($p \geq 0.05$) entre tratamientos por efecto de la adición de diferentes niveles de harina de Cucaracha de Madagascar (0, 5, 10 %); sin embargo, los valores de conversiones se ven aumentadas conforme avanzaban las semanas durante toda la fase experimental, los resultados son similares a lo reportado en la literatura durante la etapa de iniciación por Cuca, (2009). Y si se comparan los resultados con la investigación de Ballinas *et al.*, (2009), indican que los valores en cuanto a conversión alimenticia fueron menores a los reportados en esta investigación.

Cuadro 5. Conversión alimenticia en pollos Ross en la etapa de iniciación alimentados con dietas adicionadas con harina de Cucaracha de Madagascar.

Etapas	Semana	T1 0%	T2 5%	T3 10%	C.V.
Iniciación	1	2.03 ^a	2.32 ^a	2.47 ^a	8.034
	2	3.07 ^a	3.24 ^a	3.32 ^a	9.668
	3	2.86 ^a	2.53 ^a	3.54 ^a	30.26
Promedio		2.65 ^a	2.69 ^a	3.11 ^a	5.98

No hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p \geq 0.05$)
C.V. = Coeficiente de variación.

6.4 Evaluación de costo-beneficio

La importancia de realizar este trabajo fue encontrar una alternativa para utilizarla como fuente de proteína animal que pueda sustituir a la pasta de soya, ya que esta eleva los costos de producción. Además de que si la analizamos nutricionalmente la Cucaracha de Madagascar aporta un mayor contenido de proteína 60 %.

El costo para producir una Cucaracha de Madagascar en 10 meses fue de \$ 7.90

Esto considerando alimentación, electricidad, Sustrato, el procesamiento para obtener la harina de cucaracha y la mano de obra. Si elimináramos la mano de obra el costo sería de 1.90. A esta edad los insectos ya se vuelven rentables ya que son adultos y han alcanzado su madurez sexual por lo tanto una Cucaracha adulta tendrá 60 crías cada dos meses. El costo de los insectos en este trabajo se vio elevado comparado con la pasta de soya que es de \$12, debido a que se contaban con pocos insectos y estos fueron destinados para la elaboración de la dieta por lo tanto no fue rentable.

Las posibilidades para disminuir el costo son: Mejorar la eficiencia alimenticia de los insectos, obtener más insectos para la cría de Cucarachas y aumentar la producción de estos, el uso de productos de biorresiduos, reducción de los costos de mano de obra por la mecanización, la automatización y la logística, la reducción del consumo de energía, y la disminución de los costos de procesamiento.

En todas estas medidas se recomienda una mayor investigación.

VII. CONCLUSIONES

El comportamiento productivo de los pollos de engorda se notó afectado con la inclusión de harina de Cucaracha de Madagascar, en la variable ganancia de peso durante la primera semana, lo cual se le puede atribuir al cambio de dieta en la etapa de iniciación, en contraste la variable consumo de alimento se notó que hubo un ligero rechazo en las dietas que incluían harina de Cucaracha de Madagascar lo cuál puede ser eliminado al agregar algún saborizante natural. La mejor conversión alimenticia se obtuvo en los pollos de engorda que consumieron la harina de Cucaracha de Madagascar lo que nos demuestra que este tipo de ingredientes es una buena opción para la alimentación y engorda de aves. Estas dos variables no fueron afectadas por los diferentes tratamientos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilera, J. y Murillo, C. 2000. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México: Editorial Limusa, S. A. de C. V. 188-192 pp.
- Aviagen.2009. Importancia de las proteínas en las dietas de aves de engorda.
- Ávila L. y Balloun, T. 2009. Uso de anchoveta peruana sustituyendo la pasta de soya a diferentes niveles. México, D.F. 27-29 pp.
- Ávila y Arteaga, 1994. Inclusión de arroz en dietas de pollos de engorda. 10:17-20pp.
- Ávila, C. , Morrison, V. y Flores, L. 2009. Compendio de Alimentación del Ganado. México: Editorial Limusa, S.A. de C. V. 18-21 pp.
- Almanza, T. La industria Avícola en México. México Editorial Limusa, S. A. de C. V. 19-22 pp.
- Ball, D. Collins, M., Lacefield, G. D., Martin, N.P., Mertens, D. A., Olson, K. E., Putnam, D. H., Undersander, D.J., and M. W. Wolf. 2001. Understanding Forage Quality. American Farm Bureau Federation. Publication 1-01. Park Ridge, IL, U.S.A. 16-21pp.
- Ballinas *et al.*, 2009. Evaluación nutricia de la proteína de cucaracha (*Periplaneta americana*) en pollos de engorda. 63-64pp.
- Barnes, R. F. and G. C. Marten. 1979. Recent developments in predicting forage quality. Journal of Animal Science, Vol 48. Num 6 12-15pp.
- Brusca, M. K. 2002. Uso de los insectos en la alimentación animal. Forest insects as food: humans bite back. Bangkok, FAO. 15-17pp.
- Castilla y León. 2011. Informe anual de 2011 (disponible en inglés en www.ifif.org/uploadImage/2011/1/4/f41c7f95817b4c99782bef7abe8082dd1325696464.pdf).
- Celis. 2000. Características nutritivas de la pasta de soya producida en México. Téc. Pee. México. 26:7-13 pp.

- Chávez. H. P. 2014. Novel and underused food sources of key nutrients for complementary feeding. Alive and Thrive Technical Brief. Número 6, 6-9pp.
- Church, D. C., Pond, W. G. y K. R. Pond. 2007. Nutrición y alimentación de animales. Ed Limusa Wiley. México pp 25 -33.
- Cobb. 2008. Requerimientos nutricionales para pollos de engorde en etapa de iniciación. National Research Council. 1996.
- Cols, Valdez, Pond. 2013. Determinar la calidad nutritiva de las harinas de pescado que se destinan en México para la alimentación animal. México, DF. 8-10 pp.
- Correa, H. 2000. Harina de plima en dietas para pollos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco. 17-19pp.
- Cortes y Martínez 2007. Disponibilidad de lisina en pasta de soya. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 7-12 pp.
- Cuca, 2009. Efecto de la suplementación de Lisina y metionina a dietas con triticale para pollos de engorda en iniciación. Téc Peco Méx. 18:62-69pp.
- Cuca, McAuliffe, T. J. González y Devilat. 2009. Dietas con harina de pescado para pollos. Resúmenes IV Reunión A.L.P.A. Guadalajara, Jal. México.3-5pp.
- Cuca. 2004. Importancia del uso de la pasta de soya. Tec. Pee. Mix. 35-38 pp.
- Cuca. 2009. Harinas de pescado mexicanas suplen pasta de soya a diferentes niveles Tic. Peco Méx. 32-35 pp.
- Domínguez, F. U. 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. Roma, FAO 89-97 pp..
- Domínguez, F. U. 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. Roma, FAO 167-173 pp.
- Escobedo, P. 2009. Función e importancia de las proteínas en la nutrición para pollos de engorda. México, D.F. Vol 24. 14-23 pp.

- FAO. 2012. Importancia de los insectos por su contenido nutricional. An overview of the role of edible insects in preserving biodiversity. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2-4): 109-132.
- FAO. 2014. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(3): DOI:10.1002/mnfr.201200735
- Figuroa, V. 2010. Costos de las diferentes fuentes de proteína utilizadas en México. *Téc, Pee. México*. 18: 14-27pp.
- Notimex, 2016. Científicos determinan contenido de proteína de la cucaracha de Madagascar Consultado en <http://www.cronica.com.mx/notas/2016/957656.html> el día 30 de Mayo de 2016.
- Notimex, 2016. Científicos elaboran harina a base de cucarachas de Madagascar Consultado en <http://www.cronica.com.mx/notas/2016/957656.html> el día 30 de Mayo de 2016.
- González y Valera. 2000. Clima del municipio de Tlatlauquitepec. Consultado en <http://www.municipiodetlatlauquitepec.puebla/clima.com.mx> el día 12 de Marzo de 2016.
- Gonzalvo, Bustillo, Fernández. 2001. Determinación de la calidad proteica de la lombriz roja, con pollos Ross. Chapingo, Edo de México: Colegio de Postgraduados. 17-19pp.
- INEGI. 2009. Estación total del municipio de Tlatlauquitepec.
- Jiménez y Núñez. 2008. Alternativas sustentables para las familias campesinas en México. Agrocencias. México D.F. 15-19 pp.
- Jones, L. 2003. Diferentes fuentes de proteína. México, D. F.: Editorial Trillas. 86-88 pp.
- Jung, H. G. and M. S. Allen. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science* 73:2 774-778pp.
- Librado, L. 2005. Harina de lombriz en dietas para pollos. *Téc, Pee. Texcoco*. 20-29pp.

- López y Coello. 2004. Costos de producción en la adición de pasta de soya en dietas para pollos de engorda. *Tec. Pec. Méx.* 11-16 pp.
- Manual de Laboratorio de Nutrición Animal. 2009. Especialidad de Postgrado de Ganadería. Colegio de Postgraduados.
- Martínez L. P. 1997. Determinación del contenido proteico de lombriz roja californiana. *Guadalajara Jal.* 27-30 pp.
- McDonald, P. 2006. *Nutrición Animal*. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A. 576 pgs.
- Marshall H. Jurgens. (2002). *Animal Feeding Nutrition*. The United States of America: Kendall/Hunt Publishing Company. 129-135 pp.
- McDonald, P. y Edwards, R. (2006). *Nutrición Animal*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S. A. 531-538 pp.
- MISAPONIA. 2014. Revista MISAPONIA, Manejo y reproducción de la cucaracha de Madagascar. 2-4 pp.
- MISAPONIA. 2014. Revista MISAPONIA, Sustratos para la cucaracha de Madagascar. 2-3 pp.
- Montiel V. C. 2013. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets: a feasibility study. *Wageningen UR Livestock Research*, 14:19-25pp.
- Murilla y Cuca. 2002. Efecto en pollos de engorda con dietas a base de ajonjolí. V Reunión del A. L. P. A. Maracay, Venezuela, 14-28 pp.
- Murray, R. K., Mayes, P. A., Granner, D. K. y V. W. Rodwell. 2004. *Bioquímica ilustrada de Harper*. 16ª Edición. Ed. Manual Moderno. México. 115 – 124 pp.
- National Research Council. 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9th ed. Washinton (DC): National Academy Press, 1994.
- Neuman C. I. 2001. *Alimentación de los Animales Monogastricos*. España: Ediciones Mundi-Prensa. 112-118 pp.

- Newkirk y Classen.2002. Recomendaciones del uso de la pasta de canola, para pollos en etapa de iniciación y finalización. Manual de Nutrición Animal. Colombia: Editores Grupo Latino. 18-22 pp.
- NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. Foods. Normas mexicanas. 25-32pp.
- Noy y Sklan. 2002. Energía metabolizable recomendada para pollos de engorde en etapa de iniciación. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma de Chapingo. 17-19 pp.
- NRC, Nutrient Requeriments of Poultry. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 9a. ed. National Academic Press. Washington, D.C. 34-40 pp.
- NRC. National Research Council.1996. The Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. Washington DC, USA: National Academy Press, 1996.
- P. McDonald y R. Edwards. 2006. Nutrición Animal. Zaragoza España: Editorial Acribia S. A. 30-38pp.
- Pérez, Y. 2010. Aporte de aminoácidos evaluados en harina de pluma. México, D.F. 17:19-25pp.
- Ramesh, S. L. 2006. Evaluación de pasta de canola para pollos de engorda. Manual de la Alimentación Animal. México, D. F.: Editorial Limusa, S. A. de C. V. 112-116 pp.
- Ramos, G. H. 2012. Expert consultation meeting: assessing the potential of insects as food and feed in assuring food security. P. Vantomme, E. Mertens, A. van Huis & H. Klunder, eds. Informe resumido, 23–25 de enero de 2012, Roma, FAO.
- REIAV. 2014. Nutritional Ecology. The United States of America: Cornell University Press. 43-36 pp.
- Robles y Ortega, 2000. Arroz como suplemento de diferentes cereales en nutrición de aves de engorda. Vol.6: 9-12 pp.
- Rodríguez y Arango. 2006. Alimentación de pollos para obtener mayor salud y mayor rendimiento. 15-19 pp.

- Rosetti, U. 2000. Aprovechamiento de las proteínas en pollos de engorda. México, D.F. 7-11 pp.
- Salatín. 2013. Pasta de Girasol suplementada con lisina. Tec. Peco. México. 10-14pp.
- Sales, Soto, Cuca. 2015. Uso de harina de lombriz en dietas para pollos. 108-115 pp.
- SAGARPA. 2014. Fuentes de energía más utilizadas para la alimentación de pollo de engorda en México. México. 90-97 pp.
- Shapiro, 1985. Evaluación nutricia de la proteína de cucaracha (*Periplaneta americana*) en pollos de engorda. 63-64pp.
- Shimada, A. (2003). Nutrición Animal. México, D. F. Editorial Trillas. 221-225 pp.
- SIAP. 2014. Lugar que ocupa Puebla actualmente como productor avícola.
- SIAP. 2014. Producción de pollo de engorde a nivel nacional.
- SIAP. 2011. Situación actual de la avicultura en Puebla.
- Smith, H. 2010. Comparison of Diets for Mass-Reading *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a Novelty Food, and Comparison of Food Conversion Efficiency with values reported for livestock. Vol 84: 3-4pp.
- Steel y Torrie. 1988. Procedimientos de Tukey. Diseños experimentales. 55-67 pp.
- Tejada, 1992. Evaluación nutricia de la proteína de cucaracha (*Periplaneta americana*) en pollos de engorda. 61-62pp.
- Toft W. N. 2011. Dimorfismo Sexual, como diferenciar a una hembra y un macho de la especie Cucaracha de Madagascar. México, D.F. 5:10-12 pp.
- UNA (Unión Nacional de Avicultores). 2014. Comercialización de pollo de engorde 18-20 pp.
- USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). 2014. Producción de pollo de engorde a nivel internacional.

- Valadez, L. , Ávila, C. , Montiel, P. 2000. Alimentación de las Aves. 8ª ed. Chapingo, Estado de México, México: Universidad Autónoma Chapingo. 16-19 pp.
- Van, G. 2012. Comparison of Diets for Mass-Reading *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a Novelty Food, and Comparison of Food Conversion Efficiency with values reported for livestock. Vol84:4-5pp.
- Arteaga, E. 1990. Uso de arroz como fuente de energía en dietas para pollos de engorda. Universidad Autonoma de Chapingo. Texcoco. 19-25 pp.
- Bixler, K. , Newman, E. , Lower, O. 1990. Valor nutritive del triticale para pollos en iniciación. Mem. A.L.P.A. 6:29-35 pp.
- Van Soest, P.J. Robertson, J.B. y Lewis, B.A. 1991. Methods of dietary fibers, and nonstarch polysacarides in relations to animal nutrition. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutricional implications in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 74:3583-3597
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York. U.S.A. 77 – 92; 140 – 155 pp.
- Neumann P. J. 2001. Fuentes de energía para el pollo de engorde. Manual de la Alimentación Animal. México, D. F.: Editorial Limusa, S. A. de C. V. 85-90 pp.
- Shimada, M. A. 2007. Nutrición animal. Ed Trillas. Reimpresión. P 29.
- Balloun J. A. 2009. Valor nutritivo de la pasta de canola en dietas para pollos en etapa de iniciación. Animal Feeding Nutrition. The United States of America: Kendall/Hunt Publishing Company. 75-80 pp.
- Rahman, V. , Steel, D. , Surai, A. 2011. Nutritive potential and utilization of super worm (*Zophobas morio*) meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile. 5-6 pp.
- Barrios, O. 2015. Rentabilidad de las dietas ganaderas de México. Téc, PE, México. 26: 11-22 pp.
- FIRA. 2011. Consumo de carne en México. México. Manual 12: 17-23 pp.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Crianza de la Cucaracha de Madagascar



Anexo 2. Elaboración de harina de Cucaracha de Madagascar



Anexo 3. Harina de Cucaracha de Madagascar



Anexo 4. Determinación de proteína de la harina



Anexo 5. Establecimiento del experimento



Anexo 5. Pollos de engorda alimentados con harina de Cucaracha de Madagascar