

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**UTILIZACIÓN DE GRILLO (*Acheta domestica*) COMO
FUENTE DE PROTEÍNA PARA CODORNICES**

HERSSON GIOVANNY ICÚ CUTZAL

Licenciado Zootecnista

GUATEMALA, JULIO DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**UTILIZACIÓN DE GRILLO (*Acheta domestica*) COMO FUENTE DE
PROTEÍNA PARA CODORNICES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

HERSSON GIOVANNY ICÚ CUTZAL

Al conferírsele el título profesional de

Zootecnista

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, JULIO DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Brenda Lissette Chávez López
VOCAL V:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez

ASESORES

LIC. CARLOS FRANCISCO CHINCHILLA GARCÍA

LIC. ZOOT. MIGUEL ÁNGEL RODENAS ARGUETA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

UTILIZACIÓN DE GRILLO (*Acheta domestica*) COMO FUENTE DE PROTEÍNA PARA CODORNICES

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar el título de:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO:

- A DIOS:** Por recibirme como su hijo, quien me sostiene de su mano derecha y prometer que siempre estará conmigo. (Con Dios haremos proezas... Salmos 60:12).
- A MIS PADRES:** Juan Porfirio Icó y María Sofía Cutzal por su apoyo y amor incondicional, por estar conmigo en las madrugadas de los cinco años de la carrera, por esforzarse cada día para que no me falte nada. Con ustedes comparto mis sueños, logros y éxitos. Este logro no es mío si no nuestro.
- A MIS HERMANOS:** Lilian Aracely y Kevin Ariel por su cariño, positivismo, por ser mi motivación y mi alegría.
- A MI FAMILIA:** Por creer en mí, gracias por su cariño y apoyo.
- A FAMILIA LÓPEZ:** Por darme cariño incondicional y apoyo.
- A SALA EVANGÉLICA:** Por predicar el evangelio de salvación.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por brindarme sabiduría. “Porque mejor es la sabiduría que las perlas, y no hay cosa deseable que se le pueda comparar” (Proverbios 8: 11).
- A MI CASA DE ESTUDIOS:** Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por abrirme las puertas y haberme formado como profesional.
- CATEDRÁTICOS:** Por sus enseñanzas y conocimientos compartidos en el transcurso de la carrera.
- A MIS ASESORES:** Carlos Chinchilla y Miguel Rodenas, por resolver dudas y orientarme durante el desarrollo de la investigación.
- A:** Carlos Eduardo Patzán Cozano Herpetólogo del Zoológico La Aurora por el apoyo valioso que brindo para el desarrollo de la investigación.
- A MIS AMIGOS DE LA UNIVERSIDAD:** Por compartir momentos inolvidables durante mi vida estudiantil, gracias por su apoyo y amistad, que Dios los bendiga siempre.

A MIS AMIGOS:

Nelly, Gabriela, Mafer, Robert, Isidro, Vinicio, Raúl, Karen, Axel, Doña Brenda, Bárbara, Esvin, Sum, Carlos, William, Rodrigo, Cecilia, Elena, Meme, Marielos, Sharon, Lorna, amigos de Bromatología y en especial a Ottoniel Rivera que ha sido parte de mi familia.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	3
III.	OBJETIVOS	4
	3.1 Objetivo General.....	4
	3.2 Objetivo Especifico.....	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
	4.1 Disponibilidad de piensos.....	5
	4.2 Insectos como fuente de alimento.....	5
	4.3 Comparación de proteína de piensos comerciales y proteína de insectos.....	6
	4.4 Generalidades del grillo doméstico (<i>Acheta domestica</i>).....	6
	4.4.1 Alimentación del grillo doméstico.....	7
	4.4.2 Ciclo de vida del grillo doméstico.....	7
	4.4.3 Cultivo de grillo doméstico.....	8
	4.4.4 Nido para grillos.....	8
	4.4.5 Incubación.....	9
	4.5 Generalidades de la codorniz de engorde (<i>Coturnix coturnix</i> <i>japonica</i>).....	9
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
	5.1 Localización y descripción del área.....	12
	5.1.1 Recurso humano.....	12
	5.1.2 Recursos tecnológicos.....	12
	5.1.3 Recursos utilizados.....	12
	5.2 Metodología.....	13
	5.2.1 Manejo del experimento.....	13
	5.2.2 Preparación del sitio y recepción de las aves.....	15

5.2.3	Manejo de las codornices.....	15
5.3	Variables medidas.....	16
5.4	Análisis estadístico.....	17
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
6.1	Variables biológicas.....	18
VII.	CONCLUSIONES.....	21
VIII.	RECOMENDACIONES.....	22
IX.	RESUMEN.....	23
	SUMMARY.....	24
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	
Requerimientos nutricionales de codornices en crecimiento.....	10
Cuadro 2	
Análisis bromatológico de grillo y maíz molido.....	14
Cuadro 3	
Resultados de las variables medidas para tratamientos evaluados.....	18
Cuadro 4	
Rendimiento en canal de codornices por tratamiento.....	20

I. INTRODUCCIÓN

Sin duda uno de los elementos más importantes que componen el costo de producción de la coturnicultura, es la alimentación, éste rubro llega a representar hasta un 70% de los costos de producción, del cual el 95% se destina en alimentos ricos en energía y proteína (FAO, s.f; Narváez y Gilgado, 2012).

La proteína utilizada para la formulación de estos alimentos es de origen vegetal o animal, siendo superior en calidad la de origen animal debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales y su mayor digestibilidad. Entre ellas la harina de pescado y de carne, sin embargo no siempre se encuentran disponibles (FAO, s.f; Cuca, 1987).

Actualmente se investigan diferentes alternativas alimenticias que pueden ser utilizadas en la dieta de codornices, algunas investigaciones van dirigidas a explorar fuentes proteicas de alta calidad. Algunos estudios han demostrado que los insectos poseen un valor nutritivo alto, con énfasis en el contenido proteico que oscila entre 9.45% a 81%, el porcentaje de proteína dependerá del insecto y estado de desarrollo en que se encuentre, la proteína es comparable con fuentes convencionales que se utilizan en dietas para aves como harina de soya, carne y pescado (FAO, s.f; Ramos, 1998; Ramos, 2007).

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).

De igual manera Wang et al. (2005) evaluaron el valor nutricional de grillos de campo (*Gryllus testaceus*), reemplazando el 15% de proteína cruda de la dieta control por proteína de grillo, sin afectar la ganancia de peso de pollos de engorde.

En el presente estudio se evaluó el grillo doméstico (*Acheta domestica*) como fuente de proteína en dieta para codornices de engorde, en términos de consumo de alimento (g), ganancia de peso (g), conversión alimenticia y rendimiento en canal (%).

II. HIPÓTESIS

El grillo doméstico (*Acheta domestica*) utilizado como fuente de proteína en la dieta de codornices (*Coturnix Coturnix Japonica*) tiene el mismo efecto que la dieta comercial con respecto al consumo de alimento (g), ganancia de peso (g), conversión alimenticia y rendimiento en canal (%).

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Generar información sobre una fuente alternativa de proteína para la alimentación de codornices.

3.2 Objetivo Específico

- Determinar el efecto del uso de grillo doméstico (*Acheta domestica*) como fuente de proteína en dieta de codornices de engorde, en términos consumo de alimento (g), ganancia de peso (g), conversión alimenticia y rendimiento en canal (%).

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Disponibilidad de piensos

El consumo mundial de productos avícolas está experimentando un constante crecimiento, el cual afecta significativamente la demanda de alimentos y materias primas para animales. Esta demanda no puede ser satisfecha ya que aumenta progresivamente, mientras la oferta de estos ingredientes tradicionales prácticamente se mantiene estable. Por esta razón es necesario investigar la posible utilidad de alimentos alternativos en dieta para aves. Una alternativa alimenticia son los insectos, estos pueden utilizarse para producir proteína de bajo costo, siendo parte de la dieta natural de las aves. Entre estos insectos pueden mencionarse grillos, saltamontes y otros (FAO, s.f.).

4.2 Insectos como fuente de alimento

Diversos estudios han demostrado que los insectos están compuestos de los mismos componentes encontrados en las carnes de vertebrados de amplio consumo como bovinos, cerdos, aves y pescado. Una de las principales diferencias es el valor nutritivo. De hecho, los insectos contienen alta cantidad de proteínas, lípidos, minerales y vitaminas. Una gran variedad de insectos estudiados son clasificados como concentrados proteicos, pues presentan valores de 9.45% hasta 81%, el porcentaje de proteína dependerá del insecto y estado de desarrollo en que se encuentre. La digestibilidad tanto *in vitro* como *in vivo*, está por encima del 60%, oscilando del 64 al 87%. Es evidente que el exoesqueleto quitinoso no es digerible, pero éste constituye apenas una pequeña parte de la biomasa total y no afecta sensiblemente el valor nutritivo (Ramos, 2006; Ramos, 2007)

Investigaciones realizadas por estudiantes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, demuestran que los insectos son una alternativa proteica para la alimentación de pollos de engorde y codornices. La utilización como suplemento o aditivo mejora el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal. Logrando de esta manera mayor beneficio económico en la explotación (Ovalle, 1997; Díaz, 2014).

4.3 Comparación de proteína de piensos comerciales y proteína de insectos

Un estudio realizado en China reportó la composición proximal de grillo de campo (*Gryllus testaceus*) con 58.3% de proteína en base seca, esto es comparable con los suplementos de proteína para piensos convencionales como harina de soya (40% a 48%), carne (mayor de 55%), hueso (menor de 55%) y harina de pescado (40% a 60%). El porcentaje de proteína de este grillo fue superior al de muchos insectos como los del grillo mormón (*Anabrus simplex*) con un 0.3% más, también superior al de Lepidópteros con 49.4% a 58.1%. Sin embargo, fue inferior a algunas especies, como grillo doméstico con 62% de proteína y pupas de gusano de seda con 68% de proteína (FAO, s.f; Wang, 2005).

4.4 Generalidades del grillo doméstico (*Acheta domestica*)

Es una de las especies de grillo más utilizadas para la alimentación de animales, además es un animal muy resistente a enfermedades, prolífico y pacífico comparado con otros grillos (Botanical, s.f).

El grillo doméstico es originario del continente asiático y actualmente es una especie de distribución mundial, mide 2 cm de longitud, con un cuerpo esbelto y de color marrón claro, este insecto es nocturno y crepuscular. Su temperatura mínima

de crecimiento es de 20°C y máximo de 35°C. El rango de temperatura ideal es de 27°C a 32 °C (Botanical, s.f; Garibay, 2007).

La clasificación taxonómica es la siguiente:

- Reino: Animalia
- Phylum: Arthropoda
- Clase: Insecta
- Orden: Orthoptera
- Suborden: Ensifera
- Familia: Achrididae (*Grillydae*)
- Género: *Acheta*
- Especie: *domestica*

(Garibay, 2007).

4.4.1 Alimentación del grillo doméstico

El grillo es omnívoro por naturaleza, pero en cautiverio no se considera necesario darle nutrientes de origen animal. Al no tener alimento suficiente estos optan por el canibalismo. Los grillos pueden beber permanente y alternativamente agua a través de frutas y/o vegetales frescos como: manzana, pera, melón, sandía, naranja, entre otros (Garibay, 2007).

4.4.2 Ciclo de vida del grillo doméstico

Cada hembra deposita entre 30 a 100 huevos en sustrato húmedo, los cuales tardan de dos a tres semanas en eclosionar a una temperatura de 28° a 30°C (Gaua, 2012).

Los grillos alcanzan la madurez en un período de entre ocho y doce semanas pasando por 7 mudas con un largo de vida adulta de dos a tres meses (Botanical, s.f).

4.4.3 Cultivo de grillo doméstico

Para el cultivo de grillos se requiere de cajas preferiblemente de plástico, fáciles de manejar y de limpiar. La cantidad de grillos adultos que puede contener cada caja depende de la capacidad de litros de ésta. Una caja de 65 Lt de capacidad puede contener un máximo de dos mil adultos. Estas cajas deben de tener ventilación, las aberturas de estas deben tener mallas metálicas para evitar salidas o entradas de insectos, no necesita ningún tipo de material como sustrato o cama, ya que puede propiciar enfermedades que disminuyen el tiempo de vida de los grillos (Garibay, 2007).

Los accesorios como comederos y bebederos deben ser de muy baja altura para facilitar el acceso a los alimentos, además se debe considerar el lugar de resguardo, en este caso el más utilizado en los criaderos zootécnicos es el cartón de huevos, éstos deben ser puestos verticalmente para permitir la circulación del aire caliente el cuál se mueve de abajo hacia arriba y para facilitar la limpieza de los desechos (heces, mudas, grillos muertos, etc.) al cual se deberá realizar por lo menos tres veces por semana (Garibay, 2007).

4.4.4 Nido para grillos

Los grillos se reproducen por medio de huevos, la puesta de los huevos se realiza en tierra o vegetación en vida silvestre, para la producción masiva se utilizan nidos las cuales están formadas de las siguientes partes:

- Sustratos
- Bandeja o recipiente de sustrato

- Malla metálica del sustrato
- Tapa protectora de sustrato

(Garibay, 2007)

Uno de los sustratos a utilizar en el nido de grillo es fibra de coco, tierra, minerales, entre otros. La bandeja que contiene el sustrato puede ser de plástico la y recomienda recubrirlas con malla metálica para evitar que los grillos coman los huevos fértiles o causen daño al nido (Garibay, 2007).

La tapa protectora de sustrato se utiliza en la fase de incubación y sirve para mantener la humedad dentro del nido y evitar que los grillos recién nacidos escapen (Garibay, 2007).

4.4.5 Incubación

La temperatura ideal para incubar los huevos es de 28-30°C, eclosionando en 8-10 días a temperatura constante (Gaua, 2012).

4.5 Generalidades de la codorniz de engorde (*Coturnix coturnix japonica*)

La coturnicultura es el arte de criar y fomentar la producción de codornices, esta especie es un eficiente convertidor de alimento en carne y huevos. Posee la habilidad de producir proteína de origen animal de alta calidad, comparable con la producción de pollos de engorde con una eficiencia de conversión de 2.5 a 3. La coturnicultura es una actividad de muy buen rendimiento que es explotada en menor espacio y tiempo (Monteros, 1983; Díaz, 2007; Vásquez y Ballesteros, 2007).

**CUADRO 1 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE CODORNICES EN
CRECIMIENTO**

Nutrientes	Período de crecimiento	
	0-3 semanas	4 semanas
Energía Kcal/kg	2,800	2,800
Proteína Bruta %	23	20
Grasa Cruda %	7.7	3.5
Fibra Cruda %	2.5	3.3

Fuente: Díaz, 2007; Díaz 2008; Duran 2009

La codorniz japonesa presenta características específicas para la producción de carne por su docilidad, mayor tamaño de pechuga, rápido proceso de engorde y producción acelerada, aunque las más recomendadas son las líneas especializadas hacia la producción de carne como española gris, golden quail, quail blue, entre otras (Valderrama, 2004; Vásquez y Ballesteros, 2007).

La edad de sacrificio de la codorniz japonesa está alrededor de los 42 días, las hembras pueden llegar a un peso cercano a 150 g y los machos 120 g, algunos estudios realizados utilizando alimento comercial con 19% de proteína indica un peso promedio a las seis semanas de vida de 146.84 g con una ganancia promedio de 139.56 g para codornices sin sexar (Vásquez y Ballesteros, 2007; Díaz, 2008).

Para la explotación a gran escala se debe mantener en una zona de confort de temperaturas de 18°C a 24°C, con un ambiente seco, humedad relativa entre 60% y 65%, en cuanto a la altitud sobre el nivel del mar deben estar entre los 500 y 1700msnm (Vásquez y Ballesteros, 2007).

Los consumos promedios diarios de la codorniz japonesa en diferentes edades se encuentran en los rangos de: codornices de 2 a 15 días= 8-10 g., de 15 a 30 días = 13-16 g y codornices de 30 a 45 días = 20-22 g. El espacio requerido para el

alojamiento de animales adultos está en el orden de 50 animales/mts² (Vásquez y Ballesteros, 2007).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización y descripción de área

El presente trabajo se realizó en la cabecera departamental de Chimaltenango. El departamento se localiza a 54 Km. de la ciudad de Guatemala, cuenta con una extensión territorial de 1,979Km cuadrados; a 1,400msnm y con una temperatura anual máxima de 25°C y 12°C mínima. (IDEADS, 2002; INSIVUMEH, 2013).

5.1.1 Recurso humano

- 2 Asesores.
- 2 Técnicos de laboratorio.
- 1 Estudiante investigador

5.1.2 Recursos tecnológicos

Se compararon dos tipos de alimento para codorniz japonesa, para ambos se realizaron análisis nutricionales sobre su valor proteico en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.1.3 Recursos utilizados

- 9.51 kg de alimento balanceado para pollo de engorde con 19% de proteína.
- 42 codornices hembras (*Coturnix coturnix japonica*) de 21 días de vida del mismo lote con pesos similares.
- 5.7 kg maíz amarillo molido.
- Complejo vitamínico para aves de electrolitos y vitaminas A y B.
- 2.09 kg de harina de grillos (*Acheta domestica*).

- 14 Jaulas para codornices.
- 14 Bebederos y comederos.
- 1 Balanza analítica.
- 1 congelador.
- Hojas de registro.
- Botas y overol.
- Computadora.

5.2 Metodología

En la investigación se evaluaron dos alimentos para codornices japonesas, se utilizó un alimento balanceado comercial con 19% de proteína y el otro fue elaborado con maíz y grillo molido con 19% de proteína. Se utilizaron un total de 13,400 grillos los cuales se sacrificaron, secaron y molieron en la sexta y séptima muda y/o su tamaño adulto, lo cual ocurrió del tercero al cuarto mes. Previo a iniciar la fase experimental se elaboró el alimento con grillo. Para la obtención de harina de grillo se requirió de un período de 4 meses desde la incubación de los grillos hasta su sacrificio.

Proceso para la elaboración de la harina de grillo y maíz:

- Sacrificio: Los grillos se sacrificaron por medio de congelamiento a una temperatura de -5°C por 15 minutos, para esto se utilizó un congelador.
- Secado: los grillos sacrificados se secaron en un horno de convección forzada a una temperatura de 60°C por 24 horas.
- Molienda: Los grillos secos se molieron con la ayuda de un molino manual, la harina producida se guardó en bolsas de periódico y se almacenó en un lugar seco.
- Proceso para la elaboración de maíz molido: El maíz fue molido en un molino manual y se almacenó en una caja plástica en un lugar seco.

A los grillos y maíz molido que se utilizó en la investigación se analizó para determinar el contenido proteico, Las muestras se analizaron en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Posteriormente se procedió a formular el alimento con 19% de proteína, utilizando harina de grillo y maíz amarillo molido que fue comparado con un alimento comercial con el mismo porcentaje de proteína.

CUADRO 2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE GRILLO Y MAÍZ MOLIDO

Nutrientes	Harina de Grillo	Maíz Amarillo
Proteína cruda	38%	12%
Agua	14.42	14.18
M.S.T	85.58	85.82

Fuente: Laboratorio de bromatología de la FMVZ; USAC 2014.

5.2.1 Manejo del experimento

La fase experimental tuvo una duración de 21 días en este período se engordaron 42 codornices hembras (*Coturnix coturnix japonica*) de 21 días de vida del mismo lote con un peso promedio de 71 g.

Se utilizaron dos tratamientos, cada uno contó con siete repeticiones, donde cada repetición correspondió a una unidad experimental y una unidad experimental fue igual a 3 codornices. Los tratamientos consistieron en la utilización de alimentos con 19% de proteína, uno de ellos fue alimento comercial para pollo de engorde (tratamiento A) y el otro con el mismo porcentaje de proteína pero proveniente de grillo y maíz molido (Tratamiento B).

A las aves se les brindó un período de adaptación de cuatro días previo a iniciar la fase experimental tanto al lugar como del alimento.

5.2.2 Preparación del sitio y recepción de las aves

Un día previo a la recepción de las codornices se instalaron catorce jaulas, cada jaula se equipó con bebederos y comederos. El día de llegada de las codornices a las instalaciones se les brindó alimento y agua *ad libitum* con un complejo vitamínico disuelto en el agua. El complejo vitamínico utilizado fue una combinación de electrolitos de calcio, sodio, potasio; vitamina A y del complejo B, y se les proporcionó por tres días consecutivos.

5.2.3 Manejo de las codornices

Previo al inicio del período de adaptación se distribuyeron aleatoriamente las aves en catorce jaulas, cada jaula contuvo tres codornices.

Durante el período de adaptación a siete unidades experimentales se les ofreció alimento comercial al 100% y a las otras siete, se les sustituyó en fases por alimento de grillo y maíz molido, en una proporción de 25% diariamente hasta suministrarle el 100% al finalizar el período de adaptación.

Pasado el período de adaptación, se pesaron las aves para obtener el peso inicial de la unidad experimental, el pesaje se realizó al inicio de la tercera semana de vida. Durante la fase experimental se les proporcionó el 100% de los tratamientos ("A" y "B") a cada grupo de unidades experimentales.

Las aves fueron sacrificadas a los 42 días de vida y se determinó el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal.

5.3 Variables medidas

A continuación se describen las variables que se midieron en la fase experimental (Díaz Figueroa, 2010).

- Consumo de alimento: diferencia de alimento ofrecido menos el peso de lo rechazado

$$\text{CA} = \text{Peso de alimento ofrecido g} - \text{peso de alimento rechazado g}$$

El alimento ofrecido y rechazado se pesó diariamente.

- Ganancia de peso: índice productivo que determina el incremento de peso por determinado período de tiempo.

$$\text{GP} = \text{Peso final g} - \text{peso inicial g}$$

Las codornices se pesaron semanalmente.

- Conversión alimenticia: índice productivo que se interpreta con la relación de alimento consumido para producir determinado peso.

$$\text{CA} = \text{Alimento consumido (g)} / \text{peso final (g)}$$

- Porcentaje de rendimiento en canal: porcentaje que toma en cuenta únicamente la porción muscular, ósea y no las vísceras, es obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{R C} = \text{peso en canal g} / \text{peso vivo g} \times 100$$

5.4 Análisis estadístico

El tratamiento “A” fue sujeto a comparación para poder medir el efecto del tratamiento “B” por medio de la prueba T de Student para dos poblaciones independientes.

Fórmula:

$$T_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\bar{S}_{x_1-x_2}}$$

Dónde:

T_c = Estadística de Student

\bar{X}_1 = Media del tratamiento 1

\bar{X}_2 = Media del tratamiento 2

$\bar{S}_{x_1-x_2}$ = Error estándar de la diferencia de la media

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro No. 3 se muestran los resultados de las variables medidas encontrando diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P < 0.05$) en cuanto a consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

6.1 Variables biológicas

CUADRO 3 RESULTADOS DE LAS VARIABLES MEDIDAS PARA TRATAMIENTOS EVALUADOS

Tratamiento	Consumo de alimento (g)	Ganancia de peso (g)	Conversión alimenticia	Rendimiento en Canal (%)
Alimentadas con alimento comercial "A"	1358.43 a	280.29 a	4.85 a	71.19 a
Alimentadas con grillos y maíz "B"	1110.57 b	184.86 b	6.04 b	70.63 a

Fuente: Elaboración propia

Medias con igual letra no presentan diferencia estadística significativa ($P > 0.05$)

El tratamiento "B" produjo menor rendimiento biológico, esto debido a posiblemente el alimento no cubrió el requerimiento óptimo nutricional de la codorniz ya que únicamente se balanceo la proteína sin tomar en cuenta energía, minerales vitamina, entre otros nutrientes.

En el análisis se observó diferencia estadística entre tratamiento con respecto al consumo de alimento, siendo superior el de tratamiento de alimento balanceado. Algunos estudios evaluaron los requerimientos nutricionales de las codornices siendo éstas demandantes por su alta actividad metabólica. En la actualidad se encuentran numerosas investigaciones que se centran en la utilización de fuentes proteicas con el fin de mejorar la ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal, éstas sustituyen o complementan el alimento balanceado con fuentes proteicas alternativas, (Montero, 1983; Díaz 2007)

Díaz (2014) que utilizó larva de tenebrio (*Tenebrio molitor*) como aditivo proteico en dieta de codornices, reportó una diferencia altamente significativa en comparación con el uso de alimento balanceado únicamente, la dieta evaluada fue superior en términos de consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal. Wang et al. (2005) reemplazó el 15% de la dieta control para pollos de engorde por grillo adulto de campo (*Gryllus testaceus*) molido, el alimento se formuló en porcentaje de proteína cruda y energía metabolizable iguales a la dieta control, el alimento con grillo no afectó de forma adversa la ganancia de peso y consumo de alimento. Ovalle, O. (1997) suplementó larva y gorgojo de tenebrio (*Tenebrio molitor*) en dietas para pollos de engorde, logrando disminuir 130g en el consumo de alimento comercial sin afectar la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Resultados con distintos porcentajes de sustitución de alimento comercial por proteína de lombriz indican que se puede sustituir el 12 % de alimento comercial por proteína alternativa, la engorda de la codorniz tuvo una duración de seis semanas debido que a mayor tiempo se deterioran los parámetros significativamente (Díaz et al., 2008).

En las sustituciones y/o suplementaciones de los estudios anteriores no afectaron de forma adversa el consumo de alimento, sin embargo el cambio de dieta realizada en ésta investigación si produjo menor consumo de alimento y eficiencia en cuanto a los parámetros biológicos en general.

Las codornices que fueron alimentadas con alimento comercial al 19% de proteína presentaron variabilidad en algunos resultados comparados con otras investigaciones. El Consumo de alimento y ganancia de peso que reportan algunos autores son similares con los del estudio que van de la tercera semana a la sexta de engorda. (Díaz et al., 2007; Vásquez y Ballesteros, 2007; Díaz, 2014)

En cuanto a la conversión esta fue de 4.85 para codornices alimentadas con alimento comercial y 6.04 para las alimentadas con maíz y grillo molido, siendo estos elevados en comparación con otras investigaciones que van de 2.5 a 3.72. Este aumento puede atribuirse a las condiciones ambientales desfavorables durante la investigación, las cuales quedaron fuera del rango óptimo, afectando los requerimientos de energía. (Vásquez y Ballesteros, 2007; Díaz, 2010).

CUADRO 4 RENDIMIENTO EN CANAL DE CODORNICES POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Peso vivo	Peso en canal	Rendimiento en canal (%)
Alimento comercial "A"	503.42	358.29	71.19 a
Alimento de maíz y grillo molido "B"	403.14	284.71	70.63 a

Fuente: Elaboración propia

Medias con igual letra no presentan diferencia estadística significativa ($P > 0.05$)

En el Cuadro 4 se muestra el rendimiento en canal, el cual fue evaluado estadísticamente de la misma forma que el resto de los parámetros biológicos, no encontrándose diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo los rendimientos encontrados en este estudio se encuentran por debajo de otros estudios los cuales van del 75% al 80%, ésta disminución pudo atribuirse a condiciones ambientales desfavorables durante la segunda semana de la investigación, la temperatura fue de 17°C y humedad relativa del 75%, éstas condiciones evitaron alcanzar el máximo potencial genético de las codornices. (Cuca, 1978; Vásquez y Ballesteros, 2007; Díaz G, 2014)

VII. CONCLUSIONES

- El uso de grillo doméstico (*Acheta domestica*) como fuente de proteína en la dieta de codornices de engorde no tiene efecto positivo sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, y fue inferior ($P < 0.05$) al compararlo con una dieta comercial, por lo que se rechaza la hipótesis planteada para los parámetros productivos exceptuando el rendimiento en canal.
- El rendimiento en canal de las codornices japonesas alimentadas con dietas conteniendo grillo doméstico (*Acheta domestica*) no presentó diferencia estadística ($P > 0.05$) al compararlo con una dieta comercial.

VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar otras fuentes proteicas alternativas que puedan contribuir a la nutrición de las codornices.
- Balancear el alimento con micro y macro nutrientes en dieta para codornices.
- Determinar el porcentaje de sustitución y/o suplementación de proteínas alternativas en futuras dietas que no afecten de forma desfavorable los parámetros biológicos.

IX. RESUMEN

El consumo mundial de productos avícolas está experimentando un constante crecimiento, por esta razón es necesario investigar alimentos alternativos en dieta para aves. El objeto del presente estudio fue evaluar el grillo doméstico (*Acheta domestica*) como fuente de proteína en dieta para codorniz japonesa, en términos de consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal.

La investigación tuvo una duración de 21 días, se utilizaron 42 codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) de 21 días de vida del mismo lote con un peso promedio similar. Se utilizaron dos tratamientos, cada uno contó con siete repeticiones, donde cada repetición correspondió a una unidad experimental y una unidad experimental fue igual a 3 codornices.

Los dos tratamientos consistieron en la utilización de alimentos con 19% de proteína, uno de ellos fue alimento comercial para pollo de engorde y el otro de grillo y maíz molido. Los resultados determinaron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de los rendimientos biológicos, siendo superior la dieta comercial a diferencia del rendimiento en canal que no presentó diferencia estadística significativa.

A partir de lo anterior, no se recomienda utilizar grillo doméstico como fuente de proteína en dieta para codornices de engorde.

SUMMARY

The global consume of poultry products are growing steadily and it is a compelling reason to investigate alternative dietary feeds for poultry. So domestic cricket (*Acheta domestica*) was evaluated and considered as a dietary protein source for fattening quails, in terms of feed intake, weight gain, feed conversion and carcass yield.

The research had a duration of 21 days, 42 Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) of 21 days of life of the same lot with a similar average weight. Two treatments were used, each with seven replicates, where each replicate corresponded to one experimental unit and one experimental unit was equal to 3 quails.

The treatments consisted in the use of foods with 19% protein, one of them was commercial feed for broiler chicken and the other was cricket and ground corn.

Under the conditions of the investigation, a significant statistical differences was detected in the majoritys of the biological yields, in which the commercial diet was higher, except the yield in the channel, which did not present a statistically significant difference.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Botanical. (s.f.) *Cría de grillo doméstico*. Recuperado de <http://www.botanical-online.com/animales/criagrillo.htm>
2. Cuca, M. (1978). *Fuente de energía y proteína para alimentación de las aves*. Recuperado de <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol2/C Vv2c12.pdf>
3. Díaz, C., Doraida R., Briceño, R., Rosa, V. y Cabrera, H. (2007). *Comportamiento Productivo de la codorniz para engorde (coturnix coturnix Japónica) suplementada con harina de lombriz*. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27860/1/articulo1.pdf>
4. Díaz, C., Doraida R., Briceño, R., Cabrera, H y Gonzáles, D. (2008). *Factibilidad y edad de engorde en codornices (coturnix coturnix Japonica) suplementadas con harina de lombriz (Eisenia foetida)*. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29368/1/articulo2.pdf>
5. Díaz Gamez, G. (2014). *Uso de larva de tenebrio (Molitor linnaeus) como suplemento proteico, en la alimentación de codornices*. Tesis de Licenciatura. Zoot.: FMVZ /USAC: GT.
6. Díaz, S. (2010). *Evaluación de tres dietas utilizando alimento balanceado pre-iniciador en pollos de engorde en una granja semi tecnificada en el municipio de barberena departamento de Santa Rosa*. Tesis de Licenciatura. Med. Vet.: FMVZ /USAC: GT.
7. Duran Ramírez, F. (2009). *Cría de aves a la intemperie*. CO: Grupo Latino.
8. FAO (Food and Agriculture Organization, IT.) (s.f.). *Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/016/al706s/al706s00.pdf>
9. Garibay Abarca, R. (2007). *Zootecnia del grillo. México*. Recuperado de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/zootecnia-del-grillo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/zootecnia-del-grillo%20(1).pdf)

10. Gaua, E. (2012). *Cómo criar grillos, paso a paso*. Recuperado de <http://www.cama/acomocriargrillos.htm>
11. IDEADS (Instituto de Derecho Ambiental y Desarrollo Sustentable, GT). (2002). *Competencias en materia de control de la contaminación en Guatemala*. Guatemala.
12. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Metrología e Hidrología. GT). (2012). *Atlas climatológico*. Recuperado de <http://www.insivumeh.gob.gt/>
13. Lázaro, R., Serrano, M., Capdevila, J. (2005). *Nutrición y alimentación de avicultura complementaria*. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/producciones_avicolas_alternativas/51-codornices.pdf
14. Monteros Saravia, A.E. (1983). *Efecto de tres niveles de proteína y dos de energía sobre el crecimiento y la producción de huevos de la codorniz (Coturnix coturnix japonica)*. Tesis de Licenciatura. Zoot.: FMVZ /USAC: GT.
15. Narváez, W. Gilgado, C. (2012). *Digestibilidad de materias primas energéticas Extrusadas en la alimentación de codornices (Coturnix coturnix japonica)*. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502012000200007
16. Ovalle, O. (1997). *Comportamiento del pollo de engorde, suplementado con el gorgojo de la harina (Tenebrio molitor linnaeus)*. Tesis de Licenciatura. Zoot.: FMVZ /USAC: GT
17. Ramos, J. Eraldo, M. (2006). *Los insectos comestibles de Brasil*. Recuperado de <http://www.sea-entomologia.org/PDF/GeneralInsectorum/GE-0062.pdf>
18. Ramos, J. y Pino, J. (1998). *Insectos comestibles de estado de México y determinación de su valor nutricional*. Recuperado de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/91696.pdf>

19. Ramos, J. y Viejo, L. (2007). *Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México*. Recuperado de <http://historia.bio.ucm.es/rsehn/cont/publis/boletines/43.pdf>

20. Vásquez, R y Ballesteros, H. (2007). *La cría de codornices*. Recuperado de <http://lebas.com.mx/files/Cria-de-codorniz.pdf>

21. Valderrama, et al. (2004.) *Granja integral autosuficiente*. Recuperado de https://books.google.com.gt/books?id=r_UteWRobqkC&pg=PA142&lpg=PA142&dq=líneas+especializadas+de+codorniz+de+carne&source=bl&ots=kkxePJAVOX&sig=TsQGjTy1AO-AD8KrdFZeA74-j4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjz2qWbsOnTAhVHSSYKHUIBC8IQ6AEIPzAK#v=onepage&q=lineas%20especializadas%20de%20codorniz%20de%20carne&f=false

22. Wang, D., Wei Zhai, S., Xi Zhang, C., Yu Bai, Y., Heng, S & Nan Xu, Y. (2005). *Evaluation on Nutritional Value of Field Crickets as a Poultry Feedstuff*. Recuperado de http://ajas.info/upload/pdf/18_104.pdf

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**UTILIZACIÓN DE GRILLO (*Acheta domestica*) COMO FUENTE DE
PROTEÍNA PARA CODORNICES**

f. _____
HERSSON GIOVANNY ICÚ CUTZAL

f. _____
Lic. Carlos Francisco Chinchilla García
ASESOR PRINCIPAL

f. _____
Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas
Argueta
ASESOR

f. _____
Lic. Zoot. Duglas Ruano García
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f. _____
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO