



Artículo científico

DOI:10.5281/zenodo.10631330

## Comparación de contenido de proteína, grasa, calcio y fósforo de grillos (*Acheta domestica*), en su etapa juvenil, alimentados con diferentes sustratos

### Comparison of protein, fat, calcium and phosphorus content of crickets (*Acheta domestica*), in its juvenile stage, fed with different substrates

Castillo-Lizama, A.D.<sup>1</sup>, Escobar-Henríquez, P.R.<sup>1</sup>, Lazo-Jovel, A.M.<sup>1</sup>, Serrano-Cervantes, L.<sup>2</sup>, Solano-Melara, N.S.<sup>3</sup>, Martínez-Umaña, E.<sup>4</sup>

Correspondencia:  
anitadelmycl@gmail.com

Presentado:  
20 de agosto de 2021  
Aceptado:  
04 de noviembre de 2021

- 1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal.
- 2 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal. Director.
- 3 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola. Director.
- 4 Parque Zoológico Nacional, El Salvador, Departamento de Biología, Directora.

#### RESUMEN

La investigación se realizó en el Parque Zoológico Nacional de El Salvador durante once semanas (junio-septiembre 2020), en las que se determinó el contenido de proteína, grasa, calcio y fósforo de los grillos (*Acheta domestica*) en etapa juvenil a través del cambio del alimento que se ofrece gracias a un estudio bromatológico realizado en el Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencia Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Se concluyó que la utilización de niveles de proteína más altos en la alimentación de *A. domestica* no genera mejores valores de aprovechamiento, sin embargo, ocurre lo contrario cuando se presentan niveles más altos de grasa, calcio o fósforo.

**Palabras claves:** grillo doméstico, *Acheta domestica*, análisis bromatológico.

#### ABSTRACT

The research was carried out in the National Zoological Park of El Salvador for eleven weeks (June-September 2020), in which the protein, fat, calcium and phosphorus content of crickets (*Acheta domestica*) in juvenile stage was determined through the change in the food offered thanks to a bromatological study carried out in the Department of Agricultural Chemistry of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador. It was concluded that the use of higher protein levels in the *A. domestica* diet does not generate better utilization values, however, the opposite occurs when higher levels of fat, calcium or phosphorus are present.

**Key words:** domestic cricket, *acheta domestica*, bromatological analysis.

## INTRODUCCIÓN

Los insectos aparecieron en la tierra, hace 350 millones de años, desde entonces constituyen la forma de seres vivos más numerosa, ya que representan el 80% de los animales existentes. Los insectos en sus diferentes estados (huevo, larva, pupa y adulto) son ricos en proteína (20 a 70 %), aminoácidos esenciales, lípidos (5 a 35 %), carbohidratos (2 a 10 %), vitaminas y minerales. El consumo de insectos por parte de animales, incluyendo al hombre es ancestral y se puede observar de forma cotidiana en la naturaleza (Valdivié 2016), dentro de estos, el grillo doméstico (*Acheta domesticus*) es fácil de criar en cautiverio y puede producir hasta siete generaciones de grillos/año. Por ser un insecto omnívoro se puede alimentar con piensos, frutas, raíces, semillas, cereales, verduras, hojas, flores, áfidos, pequeñas orugas, pequeños insectos e incluso insectos muertos (Erens *et al.* 2012).

Muchos animales se pueden alimentar de grillos, pero en este caso la investigación se centró en los anfibios, es decir, el benefició de estos al ser alimentados con grillos. Los anfibios son una parte crucial en un mundo natural y saludable, se estima que entre una tercera parte y la mitad de todas estas especies pueden desaparecer en el futuro inmediato (Amphibian ark 2008).

La investigación se orientó a generar nuevas alternativas de alimentación como es el grillo doméstico, y así aumentar su valor nutricional para ser ofrecido a los animales, especialmente a los anfibios del Parque Zoológico Nacional de El Salvador.

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación geográfica, duración y unidades experimentales

La investigación se realizó en el Herpetario del Parque Zoológico Nacional, ubicado en final calle Modelo, San Salvador, El Salvador. Las unidades experimentales fueron 6,400 ninfas de grillos de la especie *Acheta domesticus* de un día de nacidos sin

sexado. Se alimentaron con cuatro diferentes tipos de tratamientos.

### Metodología de campo

#### Etapa 1: Preparación de materiales

El pie de cría de grillo *Acheta domesticus*, fue proporcionado por el Parque Zoológico Nacional, y los alimentos concentrados de pollo, tilapia, perro y gato para los tratamientos fueron obtenidos por el equipo de tesis, el contenido nutricional se presenta en la Tabla 1. Para el pesaje de la ración diaria de alimento ofrecido cada 24 horas, se utilizó una báscula digital con capacidad de 11 libras, la cantidad de concentrado se observa en la Tabla 2.

#### Etapa 2: Preparación de instalaciones, equipos para recepción de grillos

En el Herpetario del Parque Zoológico Nacional, los grillos fueron alojados en una galera de 3 metros de largo por 3 metros de ancho y 2.50 metros de altura, con piso de tierra, paredes de concreto y techo de lámina aluminio zinc. Al interior de la galera se instaló un mueble metálico de 2 x 1 x 0.30 metros y sobre este se colocaron dieciséis cajas de plástico translucido con medidas 37 x 27 x 17 cm con un agujero en la parte superior, cubierto con malla metálica para proveer de aire y luz a las unidades experimentales, a la vez se instaló un dormitorio construido con cartón para huevos por caja, un depósito para sustrato y uno para agua, el tamaño de estos varió de acuerdo a su edad.

Previo a la instalación se barrió con escobas el polvo y todo tipo de material que se encontraba en las paredes de la galera y del mueble metálico. El mueble metálico se lavó con abundante agua y detergente comercial para retirar la mayor parte de suciedad existente en el mismo.

#### Etapa 3: Recolección y análisis estadístico de la información

Los datos del manejo de rutina se tomaron en una hoja de registro cada dos días durante tres meses. Se realizó un cálculo de parámetros con un análisis

**Tabla 1.**  
 Contenido nutricional de los concentrados utilizados en cada tratamiento.

Nutriente	Tipo de Concentrado			
	Pollo de Inicio	Tilapia de Inicio	Gato	Perro Cachorro
Proteína	23%	28%	30%	26%
Grasa	4.50%	3.50%	10%	10%
Fibra	3%	6%	8%	
Calcio	1.50%	1.50%	2%	
Fósforo total	0.70%	0.70%	0.60%	0.65%
Ceniza	5.75%	5%		
Sal	0.60%			1.50%
Energía Met		2,900Kcal/kg		3,100Kcal/kg

**Tabla 2.**  
 Raciones diarias de alimento y agua, por cada repetición.

Semana	Etapas de vida del grillo	Cantidad de alimento (g) por caja	Cantidad de agua (ml) por caja
1°	Ninfa pequeña	5.67	5
2°		11.34	25
3°		17.01	25
4°		22.68	50
5°		28.35	50
6°		34.02	50
7°		39.69	75
8°	Ninfa juvenil	45.36	75
9°		51.03	100
10°		56.70	100
11°		62.37	125

bromatológico al finalizar el tiempo de manejo de rutina y se culminó con la tabulación e interpretación de datos.

### Metodología de laboratorio

Se obtuvieron cuatro muestras por cada tratamiento:

grillos alimentados con concentrado pollo (testigo, T0), concentrado para tilapia (T1), concentrado para perro (T2) y concentrado para gato (T3), es decir, un total de 16 muestras para su respectivo análisis bromatológico. Los análisis químicos utilizados fueron: método de Micro-Kjeldahl para proteína, principal objetivo de la investigación, método de Soxhlet para calcular grasa, método ultravioleta para el fósforo y método de espectroscopia de absorción atómica (llama) para determinar el calcio (Capetillo *et al.* 2010; Solano 2012).

En horas de la mañana, se retiraron manualmente los grillos de cada caja, se colocaron en una bolsa plástica rotulada y luego depositada en una hielera con hielo para su posterior traslado y congelación en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. No se esperó a que los grillos vaciaran el contenido intestinal, porque es así como se les ofrece a los anfibios que habitan en el Parque Zoológico Nacional.

### Metodología estadística

Por la naturaleza de las unidades experimentales, se evaluaron por medio de un análisis de varianza con el software estadístico Infostat versión 2008, se usó un diseño estadístico completamente aleatorizado (DCA), y se compararon por medio de la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5%, ya que los grillos son homogéneos de acuerdo con el peso y edad. Se establecieron cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, las repeticiones contaban con 400 grillos cada una, haciendo un total de 6,400 grillos. Se evalúan las siguientes variables: porcentaje de proteína y grasa, además de concentración de calcio y fósforo en las muestras de los tratamientos en estudio en comparación al tratamiento testigo (T0).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en el análisis bromatológico realizado en el Laboratorio de Química Agrícola de la Universidad de El Salvador se detallan en la Tabla 3.

### Proteína

El análisis de varianza para porcentaje de proteínas, no presentó diferencias estadísticas, ya que resultaron no significativas ( $P \geq 0,05$ ), por lo que se puede decir que estadísticamente los tratamientos en estudio, no producen diferencias en el porcentaje de proteína de la muestra, con un nivel de significancia del 5%. En los resultados de la prueba estadística de Tukey a un nivel del 5%, los tratamientos no son estadísticamente significativos con respecto al porcentaje de proteínas de las muestras. Con tal consideración y dando respuesta a la hipótesis planteada en el trabajo de investigación, se puede decir que las diferentes dietas alimenticias no aumentan los niveles de proteína en los grillos *Acheta domesticus*.

El tratamiento con el valor más elevado de proteína, fue la dieta de concentrado para tilapia con 60.55 % mientras que el tratamiento de concentrado para pollo presentó el porcentaje más bajo con 55.19% (Figura 1). En comparación con el estudio realizado por Valdivié (2016), se puede determinar que tiene valores más elevados de proteína con 63.6%, por lo tanto, se puede aseverar un mejor aprovechamiento de las dietas ofrecidas en dicha experimentación.

Proteinsecta (2018), manifiesta que cuanto más alta sea la temperatura (26 y 32°C) y más rica y variada la alimentación, más rápido crecerá, comparándose del mismo modo en la asimilación de nutrientes, por tanto, esta pudo verse afectada por la temperatura del área del herpetario designada a la investigación, la cual oscilaba entre 23.5 y 28°C.

FAO (2013) y Nakagaki & de Foliart (1991), mencionan que el grillo al ser un animal omnívoro puede aprovechar de manera eficiente muchos tipos diferentes de alimento, aún con sus variaciones nutricionales, y existe la posibilidad de que los diferentes niveles de proteína de cada concentrado, hayan sido aprovechados de una forma muy poco variable y significativa.

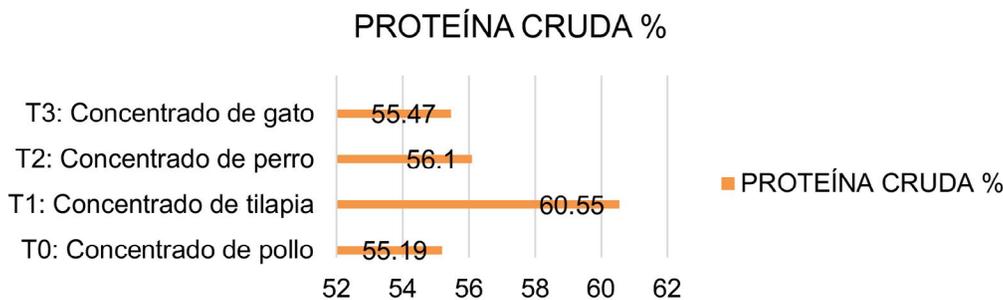
Wright y Whitaker (2010), mencionan que los cuidadores de zoológicos, veterinarios y

**Tabla 3.**  
Análisis bromatológico de grillos *Acheta domesticus*

Muestra No.	Dieta No.	Composición	PROTEÍNA %	EXTRACTO ETÉREO %	CALCIO ppm	FÓSFORO ppm
1	0		56.62	20.96	2010.85	7307.69
2	0	Concentrado para Pollo	53.39	22.57	2214.74	6681.64
3	0		50.86	25.47	1779.81	8768.51
4	0		59.87	17.06	2082.35	11648.35
5	1		63.07	15.14	4138.47	11434.29
6	1	Concentrado para Tilapia	61.05	16.36	2732.63	8439
7	1		61.22	13.89	8160.75	9615.38
8	1		56.86	14.95	7348.67	11709.15
9	2		53.45	24.44	4410.24	6129.40
10	2	Concentrado para Perro	53.49	24.00	3400.40	6571.81
11	2		61.29	20.35	2338.13	8109.50
12	2		56.33	23.52	6389.81	7322.35
13	3		53.65	21.98	3896.1	8325.01
14	3	Concentrado para Gato	57.55	20.62	5947.8	7995.67
15	3		55.36	19.85	7981.53	8229.41
16	3		55.31	18.53	8685.56	9184.95

Fuente: Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

**Figura 1.**  
Comportamiento del contenido porcentual de proteína en muestras de grillos *Acheta domesticus*.



nutricionistas suelen centrarse en el análisis de los nutrientes en la dieta ofrecida a los anfibios, pero que el impacto de la calidad del agua en el desarrollo de los animales necesita ser revisado. Del mismo modo aludieron a que la importancia de la proteína en la nutrición de anfibios, radica en que una deficiencia

puede producir: subdesarrollo esquelético muscular y deficiencias de vitaminas.

### Extracto Etéreo (grasa)

El análisis de varianza para la variable de porcentaje de extracto etéreo (grasa) (Figura 2),

presentó diferencias estadísticas, ya que resultaron significativas ( $P \leq 0,05$ ); por lo que se puede decir que estadísticamente los tratamientos en estudio, producen diferencias en el porcentaje de extracto etéreo de la muestra, con un nivel de significancia del 5%. Con tal consideración, se puede confirmar que la dieta de concentrado para perro tiene el valor más alto en extracto etéreo (23.08%), seguido por la dieta de concentrado para pollo (21.52%), en tercer lugar la dieta de concentrado para gato (20.25%) y en cuarto lugar la dieta de concentrado para tilapia (15.09%), por lo tanto, se puede confirmar que la mejor dieta para elevar el contenido de extracto etéreo en anfibios a través del consumo del grillo *Acheta domesticus* es la de concentrado para perro (Figura 2).

En comparación con el estudio realizado por Valdivié (2016), donde se presenta al grillo doméstico con un porcentaje de extracto etéreo de 17.3%, se puede determinar que en este análisis se presentaron valores más elevados de grasa, por lo tanto, existió un mejor aprovechamiento del alimento ofrecido. Según Raubenheimer & Rothman (2013), estas características hacen del grillo doméstico un buen alimento para mascotas, por lo que su cría como alimento vivo es un buen recurso a la hora de alimentar a los animales insectívoros, ya que la grasa es necesaria para anfibios bajos de peso y deprimidos, porque es la principal fuente de energía, necesaria para la absorción de las vitaminas.

Mississippi State University (2000), menciona que los grillos tienen un valor nutricional muy adecuado, porque contienen menos grasa que el *Tenebrio spp.*

y esto es muy importante controlarlo en las dietas de los anfibios, pues un exceso puede traer como consecuencia una lipodosis corneal en los animales. Wright y Whitaker (2010), afirman que la importancia del extracto etéreo en la nutrición de anfibios radica en que una deficiencia o exceso del mismo puede producir: cálculos renales por alimentación a base de plantas con altos contenidos de oxalato, obesidad cuando hay dietas con excesos de grasas requeridas, lipodosis corneal, queratopatía y caquexia.

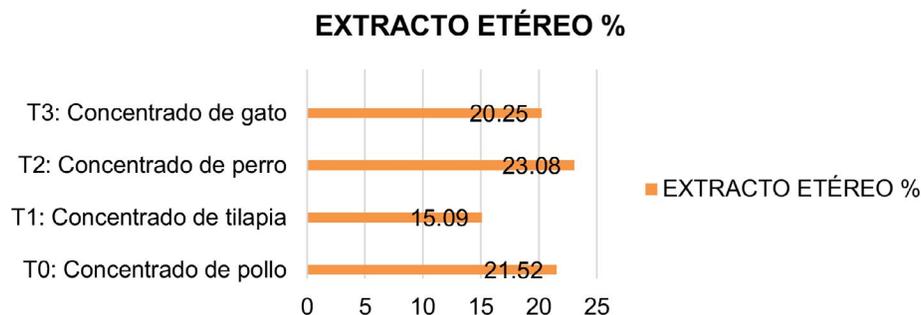
En los resultados de la prueba estadística de Tukey a un nivel del 5% al finalizar la semana 11, el T1 presentó diferencia significativa, es decir, los resultados más inferiores. En el caso de los tratamientos T3, T0 y T2, no hay diferencia significativa, ya que tienen los niveles de extracto etéreo más elevados (Figura 2).

### Calcio

El análisis de varianza para la variable de concentración de calcio, presentó diferencias estadísticas ya que resultaron significativas ( $P \leq 0,05$ ); por lo que se puede decir que estadísticamente los tratamientos en estudio, producen diferencias en la concentración de calcio de la muestra, con un nivel de significancia del 5%. Se puede confirmar que la dieta de concentrado para gato (T3) tiene el valor más alto en calcio (6627.75 ppm), dieta que difiere de la ofrecida a los grillos en el Parque Zoológico Nacional de El Salvador, seguido por la dieta de concentrado para tilapia (T1) (5595.13 ppm), en un tercer lugar la dieta de concentrado para perro (T2) (4134.65 ppm) y en cuarto lugar con la dieta de concentrado para pollo

**Figura 2.**

Comportamiento del contenido porcentual de extracto etéreo en muestras de grillos *Acheta domesticus*.



(T0) (2021.94 ppm), por lo tanto, se puede confirmar que la mejor dieta para elevar el contenido de calcio en anfibios a través del consumo del grillo *Acheta domestica* es la de concentrado para gato (Figura 3).

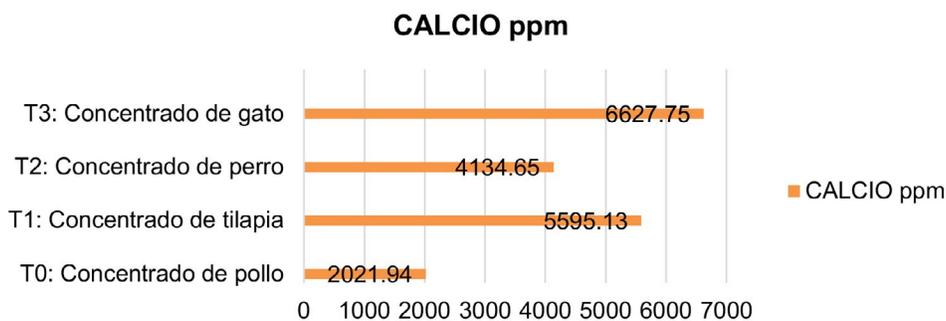
En el estudio realizado por Valdivié (2016), se presenta al grillo doméstico con un porcentaje de calcio de 1.01%, valor más elevado que en la investigación realizada, tomando en cuenta que 10,000 ppm equivale a 1%, esto quiere decir que en el estudio comparativo existió un mejor aprovechamiento del alimento ofrecido.

Según Ramos (1987), el calcio es un mineral esencial en la vida, el cuarto presente en el organismo después del agua, proteínas y las grasas, el grillo *Acheta domestica* es preferido porque genera mayor biodisponibilidad

de este mineral indispensable para el desarrollo de varias especies existentes actualmente en el Parque Zoológico Nacional. Wright y Whitaker (2010), mencionan que las etiologías comunes en los anfibios son un desequilibrio en los niveles de calcio y fósforo ingeridos en la dieta, y vitamina D3, o ingestión de otras sustancias (por ejemplo, vitaminas liposolubles, varios minerales, oxalatos) que interfieren con la absorción, excreción, o la utilización de cualquiera de estos tres compuestos. La importancia del calcio en la nutrición de anfibios radica en que una deficiencia del mismo puede producir: enfermedad ósea metabólica por desequilibrio en niveles de calcio, hueso metabólico por deficiencia de calcio, subdesarrollo esquelético muscular en conjunto con deficiencia de vitaminas y parálisis en conjunto con deficiencia de vitaminas.

**Figura 3.**

Comportamiento de la concentración de calcio en muestras de grillos *Acheta domestica*.



**Fósforo**

El análisis de varianza para la variable de concentración de fósforo, presentó diferencias estadísticas ya que resultaron significativas ( $P \leq 0,05$ ); por lo que se puede decir que estadísticamente los tratamientos en estudio, producen diferencias en la concentración de fósforo de la muestra, con un nivel de significancia del 5%. Se puede confirmar que la dieta de concentrado para tilapia (T1) tiene el valor más alto en fósforo (10299.46 ppm), dieta que difiere de la ofrecida a los grillos en el Parque Zoológico Nacional de El Salvador, seguido por la dieta de concentrado para pollo (T0) (8601.55 ppm) en tercer lugar la dieta de concentrado para gato (T3) (8433.76 ppm) y en cuarto lugar la dieta de concentrado para

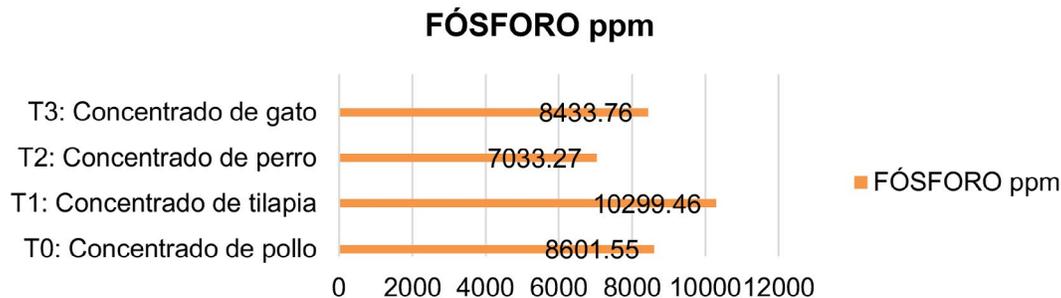
perro (T2) (7033.27 ppm), por lo tanto, se puede confirmar que la mejor dieta para elevar el contenido de fósforo en anfibios a través del consumo del grillo *Acheta domestica* es la de concentrado para tilapia (T1) (Figura 4).

En comparación con la investigación realizada por Valdivié (2016), donde se presenta al grillo doméstico con un porcentaje de 0.79% se determinó que ambos estudios poseen valores de fósforo similares, tomando en cuenta que 10,000 ppm equivale a 1%, por lo tanto, en los dos hubo un buen aprovechamiento del alimento ofrecido.

Según Wright y Whitaker (2010), manifiestan que los artrópodos y otros invertebrados que son cultivados para las dietas de los anfibios, tienen un efecto inverso

**Figura 4.**

Comportamiento de la concentración de fósforo en muestras de grillos *Acheta domesticus*



en ellos, debido a la proporción deficiente de calcio y fósforo. Del mismo modo afirman que la importancia del fósforo en la nutrición de anfibios radica en que una deficiencia del mismo puede producir: enfermedad ósea metabólica por desequilibrio en niveles de fósforo, subdesarrollo esquelético muscular en conjunto con deficiencia de vitaminas y parálisis, además de la deficiencia de vitaminas.

## CONCLUSIONES

Se demostró que el cambio de alimentación con diferentes niveles de proteína en las dietas de los grillos *Acheta domesticus*, no se traduce en una mayor asimilación de proteína en los mismos, en comparación a la que se obtiene actualmente con la dieta proporcionada por el Parque Zoológico Nacional de El Salvador.

Se concluye que la utilización de niveles más altos de extracto etéreo, calcio o fósforo en la alimentación del grillo *Acheta domesticus*, genera mayor biodisponibilidad de los mismos, por lo tanto, a la actual dieta ofrecida por el Parque Zoológico Nacional de El Salvador, se le puede adicionar concentrado para perro, gato o tilapia, según la necesidad nutricional del grillo.

## BIBLIOGRAFÍA

Amphibian ark, 2008. Guía informativa global, (en línea); Consultado 14 de mayo de 2019, Disponible en <http://www.amphibianark.org/pdf/YOTF/WAZA%20Global%20InfoPack%20Spanish.pdf>

Capetillo C, Chalé W, Gutiérrez A. 2010. Instructivo para el análisis de Fibras y Lignina. Universidad Autónoma de Yucatán. 11p.

Erens, J.; es van, s.; Haverkort, F.; Kapsomenou, e. & Lui J. Ben, A. 2012. A bug's life large-scale insect rearing in relation to animal welfare. Wageningen University. Project commissioner VENIK. 57 p

FAO. 2013. La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. (en línea). Consultado el 5 de enero de 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3264s/i3264s00.pdf>

Mississippi State University, 2000. Department of Entomology and Plant Pathology, Insect Rearing Workshop Program, Us.

Nakagaki, B.J. & de Foliart, G.N. 1991. Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food and comparison of food Conversion efficiency with values reported for livestock. *Journal of Economic Entomology*, 84: 891-896.

Proteinsecta, 2018. El grillo como alimento vivo, (en línea); Consultado 21 de mayo de 2019, Disponible en <https://www.proteinsecta.es/grillo-alimento-vivo/>

Ramos, J. 1987. Los insectos como fuente de proteínas en el futuro. 2da edición. Limusa.

Raubenheimer, d. & Rothman, J.M. 2013. Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. *The Annual Review of Entomology*, 58:141-160.

- Solano, N. 2012. Análisis proximal de alimentos. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Química Agrícola. 14 p.
- Valdivié, M., 2016. Instituto de Ciencia Animal, Cuba, (en línea); Consultado 14 de mayo de 2019, Disponible en <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/los-insectos-como-fuentes-t33131.htm>
- Wright, K.M. & Whitaker, B.R. 2010. Amphibian Medicine and Captive Husbandry. Krieger Publishing Company. Capitulo 7. . 499 p.