

## Potencial de *Zophobas morio* en la inclusión de planes de alimentación de centros de conservación de fauna silvestre

### Potential of *Zophobas morio* in the inclusion of feeding plans of wildlife conservation centres

Juan Sebastián Torres Gutiérrez<sup>1</sup>, Alexander Navas Panadero<sup>1\*</sup>,  
Diego Soler-Tovar<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la inclusión del coleóptero *Zophoba morio* en dietas de *Rattus norvegicus*. El trabajo se realizó en el bioterio del Bioparque Wakata, ubicado en el municipio de Tocancipa, Colombia. Se trabajó con 16 ratas destetas asignadas al azar en dos grupos: control alimentado con balanceado comercial y experimental con inclusión de 20% de *Zophobas* y 60% de balanceado comercial durante 30 días. Se determinó la calidad nutricional, el consumo, la ganancia de peso, el factor de conversión alimenticia y la eficiencia de conversión alimenticia. Se utilizó un diseño completamente al azar. Se encontró mayor porcentaje de proteína cruda ( $p=0.0012$ ) y extracto etéreo ( $p=0.0080$ ) en las larvas de *Zophobas*, mientras que el porcentaje de ceniza fue mayor en el balanceado ( $p=0.0398$ ). Se encontró un mayor consumo ( $p=0.0110$ ) en el grupo control. No hubo diferencias significativas entre grupos ni por sexo en ganancia de peso, factor de conversión alimenticia o eficiencia de conversión alimenticia. Las larvas de *Zophoba morio* son un recurso prometedor en la inclusión de dietas para la producción de *Rattus norvegicus* en centros de conservación.

**Palabras clave:** alimento vivo, coleóptero, nutrición, roedor, zoológico

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia

\* Autor de correspondencia: Alexander Navas Panadero; [anavas@unisalle.edu.co](mailto:anavas@unisalle.edu.co)

Recibido: 11 de enero de 2024

Aceptado para publicación: 27 de octubre de 2024

Publicado: 20 de diciembre de 2024

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the inclusion of the beetle *Zophoba morio* in *Rattus norvegicus* diets. The work was carried out in the bioterium of the Wakata Biopark, located in the municipality of Tocancipa, Colombia. Sixteen weaned rats were randomly assigned to two groups: control fed with commercial feed and experimental with inclusion of 20% *Zophobas* and 60% commercial feed for 30 days. Nutritional quality, consumption, weight gain, feed conversion factor and feed conversion efficiency were determined. A completely randomized design was used. A higher percentage of crude protein ( $p=0.0012$ ) and ether extract ( $p=0.0080$ ) was found in the *Zophoba* larvae, while the percentage of ash was higher in the feed ( $p=0.0398$ ). A higher consumption ( $p=0.0110$ ) was found in the control group. There were no significant differences between groups or by sex in weight gain, feed conversion ratio or feed conversion efficiency. *Zophoba morio* larvae is a promising resource for inclusion in diets to produce *Rattus norvegicus* in conservation centres.

**Key words:** live food, beetle, nutrition, rodent, zoo

## INTRODUCCIÓN

Los centros de conservación de fauna silvestre se han visto presionados a buscar nuevos ingresos debido al incremento de los costos fijos de funcionamiento, dentro de los cuales la alimentación y la medicina para los animales ocupan el mayor porcentaje (Montalván, 2010). Los costos de la alimentación demandan gran parte del presupuesto debido, en parte, a la variación de los precios que depende de la disponibilidad de los productos, aunque en general siguen una clara tendencia al aumento (Vega, 2020).

Dentro de los recursos alimenticios se han utilizado proteínas de origen vegetal (Arango, 2011) y de origen animal para ser ofertadas en las dietas de los animales como estrategia para reducir los costos de alimentación (Silva *et al.*, 2003; Alves, 2021). La producción de alimento vivo en los bioterios de los centros de conservación también está tomando mayor importancia, no solo porque permite complementar y suplir las necesidades nutricionales de diferentes especies de

animales omnívoros y carnívoros (Sarmiento, 2018), o promover su comportamiento natural, sino porque además permite reducir los costos de la alimentación (Romero, 2020).

Los centros de conservación deben implementar técnicas de alimentación alternativas (Astudillo, 2012) para poder garantizar la supervivencia de las especies, ya que con la pérdida de ecosistemas por las actividades humanas (Arias y Jaramillo, 2006) y los nuevos escenarios climáticos se espera un incremento en la llegada de animales a estos sitios (Molina, 2020).

La cría de roedores en los bioterios de los centros de conservación se ha incrementado, a fin de ser suministrados como presas vivas a diferentes especies con el objetivo de preservar el instinto de caza de los animales en cautiverio. Por lo tanto, estos deben ser criados de manera que se asegure su supervivencia y crecimiento, lo que demanda alimento de calidad especialmente en proteína, además de espacios adecuados para garantizar el bienestar animal y el adecuado comportamiento de las colonias (Mora y Triana, 2021).

Los coleópteros (tenebrios y zophobas) son recursos alimenticios utilizados para la producción de alimento vivo más económico, ya que se requiere poca inversión (Morote y Vásquez, 2004; Araújo *et al.*, 2019). En la alimentación de coleópteros se puede utilizar subproductos de la industria, residuos orgánicos (Harsányi y Juhász, 2020), incluso polímeros sintéticos (Chávez y Riofrio, 2019; Peng *et al.*, 2020), lo que permite reciclar materiales y reducir las emisiones de dióxido de carbono con relación a la producción de otras especies (Sarmiento, 2018).

*Zophobas morio* pertenece a la gran familia de escarabajos Tenebrionidae, especie de escarabajo neotropical de gran tamaño con alta tasa de reproducción, ciclo de vida corto, crecimiento rápido, fácil manejo y manipulación (Rumbos y Athanassiou, 2021). Se han desarrollado investigaciones sobre esta especie desde la década de 1970 y 1980 (Tschinkel, 1993).

Los tenebrios y zophobas presentan un alto contenido nutricional, en forma de harina, de 50.7% de proteína cruda, 28.2% de grasas, 3.8% de carbohidratos y 3.2% de cenizas (Flores, 2020), mientras que otros autores mencionan porcentajes de proteína que van de 12.9% (Bisconsin *et al.*, 2018) hasta 43.6% (Araújo *et al.*, 2019; Muñoz *et al.*, 2022), siendo un recurso alimentario importante para especies que requieren altos niveles proteína. Se ha utilizado zophobas con resultados positivos en la alimentación de aves (Ramírez, 2020) y pollos de engorde con mejor rendimiento en crecimiento (Benzertiha *et al.*, 2020), en fruchas arcoíris con mayor contenido de carotenoides y pigmentación (Hosseini *et al.*, 2021), en cerdos aumentando la ganancia de peso (Vladimirovich *et al.*, 2022) y en peces ornamentales aumentando la longitud (Kowalska *et al.*, 2022). Sin embargo, no se dispone de información de la utilización de zophobas en la alimentación de roedores, por lo que este trabajo tuvo como

objetivo evaluar la inclusión de *Z. morio* en dietas de *Rattus norvegicus* en etapas de crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el bioterio de producción animal del Bioparque Wakata, ubicado en el municipio de Tocancipa, Cundinamarca, Colombia. La zona del Bioparque se encuentra a una altitud de 2605 msnm, presenta una temperatura media de 14 °C, precipitación promedio anual de 706 mm y 80% de humedad relativa (IDEAM, 2020).

Se evaluó la inclusión de *Zophoba morio* en la alimentación de *Rattus norvegicus*, ambas producidas en el bioterio bajo ambiente controlado y enriquecido. Se evaluaron 16 ratas destetas (21 días de edad), de ambos sexos, las cuales fueron asignadas al azar en dos grupos. Cada grupo (8 individuos, 4 de cada sexo) se pesó y se colocó en un acuario enriquecido con cajas de cartón, cubetas de huevo y viruta de madera para simular la madriguera. Los animales tuvieron agua limpia a voluntad.

El grupo 1 (control) se alimentó con balanceado comercial para caninos, y el grupo 2 (experimental) se alimentó con 80% de concentrado comercial para caninos y 20% *Zophoba morio* deshidratada. La cantidad de alimento por individuo se ajustó cada semana según plan de alimentación del Bioparque (Cuadro 1). El periodo de evaluación fue de 30 días.

Las larvas de *Z. morio* se deshidrataron antes de ser ofrecidas a los animales. En el laboratorio las larvas se colocaron en una bandeja de aluminio y tuvieron un periodo de ayuno de 24 horas, posteriormente se congelaron y luego se colocaron en un horno a 40 °C durante 48 horas para finalmente almacenarlas hasta su uso como alimento (larvas deshidratadas).

Cuadro 1. Alimento suministrado (g/día/individuo) semanalmente a *Rattus norvegicus* en el bioparque Wakata durante cuatro semanas

Recurso	Control (semanas)				Experimental (semanas)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Balanceado (g/día)	15	15	17	20	12	12	13.6	16
<i>Zophoba</i> (g/día)	-	-	-	-	3	3	3.4	4

Cada mañana se pesó y colocó el alimento a cada grupo de animales, retirando y pesando el alimento residual para determinar el consumo diario de cada grupo. Se utilizó una balanza de precisión LAB-600C. Semanalmente se pesaron los animales para determinar la ganancia de peso, mediante una balanza BBG S1. Se determinó el factor de conversión alimenticia (FCA) con la cantidad de alimento consumido y el delta de la biomasa (Carberry y Hanley, 1997), y la eficiencia de conversión alimenticia (ECA) con el inverso del factor de conversión alimenticia multiplicada por 100.

La calidad nutricional del balanceado comercial de caninos y de los escarabajos deshidratados se determinó a través de muestras de 250 g, dos para cada alimento en el laboratorio de nutrición de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. Se determinó proteína cruda (PC; AOAC, 2019), materia seca (MS; ISO 6496:2009 NTC 4888:2000), fibra cruda (FC; ISO 6865:2000 NTC 5122:2002), extracto etéreo (EE; AOAC, 2019) y cenizas (CE; AOAC, 2019). Se utilizó un diseño completamente al azar y se realizó un análisis de varianza para las variables ganancia de peso, calidad nutricional, consumo, factor de conversión alimenticia y eficiencia de conversión alimenticia. El análisis de los datos se realizó mediante el programa Infostat®.

## RESULTADOS

### *Calidad nutricional*

La calidad nutricional de los alimentos se presenta en el Cuadro 2. Se encontraron diferencias en el porcentaje de PC ( $p = 0.0012$ ) y EE ( $p = 0.0080$ ), siendo mayor en el alimento experimental, mientras que el porcentaje de ceniza fue mayor en el balanceado ( $p = 0.0398$ ). No se presentaron diferencias en el contenido de FC.

### *Ganancia de peso*

No se presentaron diferencias en la ganancia de peso entre tratamientos por grupo ni por sexo (Cuadro 3). La ganancia de peso fue similar en los tratamientos durante el periodo de evaluación, siendo de  $111 \pm 12.6$  y  $106 \pm 13.7$  g para el grupo control y experimental, respectivamente.

### *Consumo y conversión alimenticia*

El porcentaje de consumo total fue mayor en el grupo control ( $91.9 \pm 1.1\%$ ) que en el experimental ( $87.5 \pm 1.4\%$ ) ( $p=0.0110$ ), pero sin diferencias ( $p=0.3220$ ) en el consumo de balanceado entre grupos. Tampoco se presentaron diferencias ( $p=0.9221$ ) en el FCA ( $4.0 \pm 0.6$  y  $4.0 \pm 0.5$  para control y experimental, respectivamente) ni en la ECA

Cuadro 2. Calidad nutricional del balanceado comercial y la mezcla del balanceado (80%) con larvas de *Zophobas morio* (20%) utilizados en alimentación de *Rattus norvegicus* en el Bioparque Wakata (Colombia)

Recurso	MS (%)	PC (%)	Ceniza (%)	EE (%)	FC (%)
Balanceado	95.7 ± 2.9	20.7 ± 1.1	9.2 ± 0.1	6.5 ± 1.1	4.8 ± 0.6
<i>Zophoba</i>	93.9 ± 3.5	53.7 ± 1.2	7.0 ± 0.6	24.2 ± 2.0	6.6 ± 0.8
<i>p</i> -valor	0.6249	0.0012	0.0398	0.0080	0.1448

MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; FC: fibra cruda; ±: error estándar

Cuadro 3. Ganancia de peso por grupo y por sexo de *Rattus norvegicus* alimentadas con balanceado comercial (control) y la mezcla del balanceado (80%) con larvas de *Zophobas morio* (20%) – Experimental – utilizados en alimentación de *Rattus norvegicus* en el Bioparque Wakata (Colombia)

Tratamiento	Grupo (g/día)	Sexo	
		Machos (g/día)	Hembras (g/día)
Control	3.9 ± 0.4	4.3 ± 0.5	3.3 ± 0.5
Experimental	3.8 ± 0.4	4.1 ± 0.5	3.3 ± 0.6
<i>p</i> -valor	0.7646	0.7768	0.9747

±: error estándar

( $p=0.9848$ ), control ( $26.3 \pm 3.7$ ) y experimental ( $26.4 \pm 3.4$ ) (Cuadro 4). Dado el menor porcentaje de consumo en el grupo experimental debido al menor consumo de zophobas se puede observar un mayor porcentaje de residuo de la dieta ofrecida.

## DISCUSIÓN

### Calidad nutricional

La harina de zophobas presenta alto potencial como recurso alimenticio para ser incorporado en dietas de especies animales en centros de conservación, especialmente por el mayor contenido de PC y EE con relación al balanceado. Ramírez (2020) encontró

en este tipo de alimento contenidos similares de PC (53%) a los encontrados en este estudio, mientras que otros estudios reportan contenidos inferiores de 45% (Morote y Vásquez, 2004; Estrada *et al.*, 2022), 49.3% (Kowalska *et al.*, 2022; Alves, 2021), 37.8% (González, 2019), y 44-47% (Araújo *et al.*, 2019; Hosseini *et al.*, 2021), los cuales están dentro del rango esperado según Benzertiha *et al.* (2020). La variabilidad en los contenidos de proteína se puede atribuir posiblemente al método de determinación, no existe un factor de conversión de nitrógeno a proteína para esta especie, comúnmente se determina a partir 6.25, pero este factor puede sobreestimar la proteína debido al nitrógeno quitinoso de las larvas de zophobas (Rumbos y Athanassiou, 2021), que se estima entre 3.9 y 6% (Kulma *et al.*, 2020).

Cuadro 4. Aprovechamiento de dos recursos alimenticios suministrados a *Rattus norvegicus* en el centro de conservación. Bbioparque Wakata (Colombia)

	Control (semana)				Experimental (semana)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Balanceado (g/día)	15	15	17	20	12.0	12.0	13.6	16.0
<i>Zophobas</i> (g/día)	-	-	-	-	3.0	3.0	3.4	4.0
Residuo balanceado (g/día)	1.9	1.1	0.8	1.5	1.9	0.8	0.1	0.3
Residuo <i>Zophobas</i> (g/día)	-	-	-	-	1.2	1	1.4	1.5
Consumo total (g/día)	13.1	13.9	16.2	18.5	11.9	13.2	15.5	18.2
Consumo (%)	87.1	92.8	95.2	92.6	79.5	88.2	91.1	91.2
Residuo (%)	12.9	7.2	4.8	7.4	20.5	11.8	8.9	8.8
Ganancia de peso (g/día)	3.8	4.9	3.0	4.1	3.2	4.7	3.5	3.7
FCA	3.4	2.8	5.4	4.5	3.7	2.8	4.4	4.9
ECA	29.0	35.3	18.5	22.2	26.9	35.6	22.6	20.3

FCA: factor de conversión alimenticia; ECA: eficiencia de conversión alimenticia

Las zophobas son fuente de lípidos potencialmente bioactivos (Santurino *et al.*, 2016), aunque el contenido de grasa también puede variar. Morote y Vásquez (2004) reportaron porcentajes inferiores (18%) a los mencionados en este estudio, mientras que, por el contrario, otros estudios reportaron contenidos mayores, 33.6% (Kowalska *et al.*, 2022), 40.9% (Santurino *et al.*, 2016), 43.6% (Araújo *et al.*, 2019) y 48.8% (González, 2019). Por otro lado, el contenido de cenizas reportado por Kowalska *et al.* (2022) y Ramírez (2020) fue inferior a lo encontrado en este trabajo (2.9 y 2.4%, respectivamente), al igual que el 5.7% de fibra reportado por Kowalska *et al.* (2022). Los nutrientes de algunos insectos pueden variar con su estadio de desarrollo; sin embargo, este comportamiento no se encontró para las larvas de zophobas (Kulma *et al.*, 2020), pero sí para el estadio adulto (Finke, 2007). Igualmente, se atribuye la variabilidad en la composición corporal de *Zophobas* a las diversas dietas utilizadas para su crianza (Ooninx y Finke, 2020).

#### Ganancia de peso

Si bien no se dispone de trabajos sobre suplementación o inclusión de zophobas en

dietas de roedores, se tiene trabajos suplementando otras especies animales. La inclusión de larvas de zophobas hasta de 10% en base a materia seca en la alimentación de aves no presentó diferencias en la ganancia de peso con relación a dietas basadas en sorgo y soya, y a la vez permitieron utilizar dietas de menor costo (Ramos *et al.*, 2002). Resultados similares se reportan en un estudio con inclusión de varios niveles de zophobas donde se pudo obtener mayor ganancia de peso en pollos de engorde con pequeñas cantidades de insectos (Islam y Yang, 2017; Benzertiha *et al.*, 2020). Además, se incrementa la producción de inmunoglobulinas e interleucinas (Benzertiha *et al.*, 2020) y se reduce la mortalidad (Islam y Yang, 2017). La utilización de harina de insectos mostró un incremento de la tasa de postura en aves cuando se reemplazó el 5% de la harina de pescado, probablemente debido al mayor aporte de proteína y minerales provenientes de la harina de los coleópteros (Yingchang *et al.*, 1995; Araújo *et al.*, 2019).

#### Consumo y conversión alimenticia

Se presentó un nivel de aceptación de las zophobas de 62.6%, mientras que trabajos con 52 especies de peces encontraron

90.5% de aceptación, en mamíferos, aves y reptiles (Morote y Vásquez, 2004) y en monos del 100% (Estrada *et al.*, 2022). Por el contrario, trabajos con 12% de inclusión de zophobas en peces presentaron 70% de aceptabilidad (Prachom *et al.*, 2021), similar a lo encontrado en este estudio. Este comportamiento se puede explicar posiblemente porque las ratas estaban saciadas y no requerían más alimento, de allí que dejaron alimento balanceado en ambos grupos.

El consumo de zophobas afectó el consumo total de los animales presentándose diferencias entre tratamientos. El comportamiento del consumo de zophobas en dietas de cerdos no afectó el consumo (Veldkamp *et al.*, 2012; Alves, 2021), ni tampoco en aves con inclusiones de 10% con relación a las dietas convencionales (Ramos *et al.*, 2002), aunque otros autores mencionan que el consumo puede variar con el porcentaje de inclusión de zophobas (Ballitoc y Sun, 2013). Asimismo, parece que estos coleópteros tienen un efecto probiótico que favorece un incremento en el consumo voluntario (Islam y Yang, 2017). En peces no se ha encontrado diferencias en el consumo con niveles de inclusión de 16%, pero con niveles mayores se observó una tendencia a una reducción en el consumo (Hosseini *et al.*, 2021).

A pesar de las diferencias de consumo voluntario entre tratamientos no se afectó el FCA, lo que se puede explicar posiblemente por el mayor contenido nutricional de las larvas de zophobas. Esto concuerda con lo reportado por Prachom *et al.* (2021), quienes encontraron similar porcentaje de aceptabilidad de zophobas en juveniles de lubina asiática (*Lates calcarifer*) con una inclusión de 12%, sin diferencias en la conversión alimenticia con relación a la dieta convencional.

Trabajos realizados en avicultura con niveles de inclusión hasta de 10% de zophobas no presentaron diferencias en el FCA (Ramírez, 2020), mientras que otros mencionan que la harina de estos coleópteros mejo-

ra la conversión alimenticia con relación a dietas convencionales (Ballitoc y Sun, 2013). En peces la sustitución de harina de pescado hasta 30% por harina de coleópteros no presentó diferencias en la FCA y ECA (Hosseini *et al.*, 2021), lo que concuerda con lo reportado por Jabir *et al.* (2012), quienes sustituyeron el 25% de la harina de pescado en una dieta de juveniles de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) sin afectar la conversión alimenticia.

## CONCLUSIONES

La harina de *Zophoba morio* es un recurso alimenticio prometedor en la inclusión de dietas para diferentes especies animales en centros de conservación, debido a su alta calidad nutricional y aceptación como se observó en la producción de *Rattus norvegicus* en etapas de crecimiento.

## Agradecimiento

Los autores agradecen al Bioparque Wakata por facilitar las instalaciones para la realización del trabajo.

## LITERATURA CITADA

1. **Alves A. 2021.** Utilização de insetos como alimento alternativo nas dietas de suínos: uma abordagem sistemática. Tesis de Zootecnista. Porto Alegre: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. 34 p.
2. **Arango L. 2011.** Evaluación nutricional con base en la proteína de dietas con chontaduro (*Bactrisgasipaes*) mediante un biomodelo usando ratas de la cepa Wistar (*Rattus norvegicus*). Tesis de Química. Santiago de Cali: Universidad del Valle. 66 p.
3. **Araújo R, Benfica T, Ferraz V, Santos E. 2019.** Nutritional composition of insects *Gryllus assimilis* and *Zophobas morio*: Potential foods harvested in

- Brazil. *J Food Comp Analysis* 76: 22-26. doi: 10.1016/j.jfca.2018.11.005
4. **Arias AF, Jaramillo AF. 2006.** Establecimiento y evaluación de una dieta para monos tití gris (*Saguinus leucopus*) y estudio del comportamiento alimenticio en cautiverio en la Fundación Zoológico Santacruz. Tesis de Zootecnista. Bogotá: Universidad de la Salle. 97 p.
  5. **Astudillo M. 2012.** Elaboración y evaluación de dos dietas para la alimentación de aves rapaces mantenidas en cautiverio en el Zoológico de Quito en Guayllabamba. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Quito: Universidad Central del Ecuador. 89 p.
  6. **Ballitoc DA, Sun S. 2013.** Ground yellow mealworms (*Tenebrio molitor* L) feed supplementation improves growth performance and carcass yield characteristics in broilers. Open Science Repository Agriculture Online: e23050425. doi:10.7392/OPENACCESS.23050425
  7. **Benzeriha A, Kierończyk, B, Kotodziejcki P, Pruszyńska E, Rawski M, Józefiak D, Józefiak A. 2020.** *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits. *Poult Sci* 99: 196-206.
  8. **Bisconsin A, Janeiro L, Netto F, Barros L. 2018.** Composição de insetos comestíveis. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Belem, Brasil.
  9. **Carberry J, Hanley F. 1997.** Commercial intensive tilapia culture in Jamaica. In: IV Simposio Centroamericano de Acuicultura. Cultivo sostenible de camarón y tilapias. Tegucigalpa.
  10. **Chávez E, Riofrio I. 2019.** Evaluación de la influencia de la función digestiva del *Zophobas morio* en la biodegradación de tres tipos de plástico. Tesis de Ingeniero Ambiental. Lima: Universidad César Vallejo. 183 p.
  11. **Estrada GE, Ángel LF, Martínez E. 2022.** Evaluación etológica del enriquecimiento con grillos (*Acheta domesticus*) y gusanos rey (*Zophobas morio*) en monos churucos (*Lagothrix lagotricha*) mantenidos en cautiverio. *CES Med Vet Zootec* 17: 19-35. doi: 10.21615/cesmvz.6753
  12. **Finke M. 2007.** Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biol* 26: 105-115. doi: 10.1002/zoo.20123
  13. **Flores G. 2020.** Residuos orgánicos en biomasa corporal de *Tenebrio molitor*, para la producción sostenible de pienso para la industria avícola. Tesis de Ingeniero Ambiental. Lima: Universidad César Vallejo. 75 p.
  14. **González M. 2019.** Uso de harinas de insectos en la alimentación de rumiantes: valoración proteica y tratamiento con taninos. Tesis de Maestría. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. 64 p.
  15. **Harsányi E, Juhász C. 2020.** Evaluation of organic wastes as substrates for rearing *Zophobas morio*, *Tenebrio molitor*, and *Acheta domesticus* larvae as alternative feed supplements. *Insects* 11: 604. doi: 10.3390/insects11090604
  16. **Hosseini S, Mehrgan M, Banavreh A. 2021.** Feasibility of superworm, *Zophobas morio*, meal as a partial fishmeal replacer in fingerling rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, diet: growth performance, amino acid profile, proteolytic enzymes activity and pigmentation. *Aquaculture Nutr* 27: 1077-1088. doi: 10.1111/anu.13249
  17. **[IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2020.** [Internet]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/>
  18. **Islam M, Yang C. 2017.** Efficacy of mealworm and super mealworm larvae probiotics as an alternative to antibiotics challenged orally with *Salmonella* and *E. coli* infection in broiler chicks. *Poult Sci* 96: 27-34. doi: 10.3382/ps/pew220
  19. **Jabir M, Razak S, Vikineswary S. 2012.** Nutritive potential and utilization of super worm (*Zophobas morio*) meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile. *Afr J Biotechnol* 11: 6592-6598. doi: 10.5897/AJB11.1084

20. **Kowalska J, Rawski M, Homska N, Mikotajczak Z, Kieronczyk B, Swiatkiewicz S, Wachowiak R, et al. 2022.** The first insight into full-fat superworm (*Zophobas morio*) meal in guppy (*Poecilia reticulata*) diets: a study on multiple-choice feeding preferences and growth performance. *Ann Anim Sci* 22: 371-384. doi: 10.2478/aoas-2021-0072
21. **Kulma M, Kourimská L, Homolkavá D, Božik M, Plachý V, Vrabec V. 2020.** Effect of developmental stage on the nutritional value of edible insects. A case study with *Blaberus craniifer* and *Zophobas morio*. *J Food Compost Anal* 92: 103570. doi: 10.1016/j.jfca.2020.-103570
22. **Molina EM. 2020.** Comparación de parámetros productivos y reproductivos a la especie *Mus musculus* del Bioparque La Reserva con la suplementación de tres dietas diferentes. Tesis de Zootecnista. Bogotá: Universidad de La Salle. 77 p.
23. **Montalván A. 2010.** Estudio de prefac-tibilidad de un centro recreativo/zoológico en el Cono Norte de Lima Metropolitana. Tesis de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 116 p.
24. **Mora MA, Triana S. 2021.** Desarrollo de un sistema integrado para el mantenimiento y cría de roedores en el bioterio de la Universidad El Bosque, mediante un dosificador semiautomático para la alimentación y una aplicación remota para el monitoreo y registro de variables ambientales. Tesis de Bioingeniero. Bogotá: Universidad del Bosque. 165 p.
25. **Morote K, Vásquez JV. 2004.** Estudio de escarabajo amazonico *Zophobas opacus* (Coleoptera: Tenebrionidae) para incluirlo como alimento vivo en sistemas de crianza de fauna silvestre en cautiverio, peces ornamentales y de consumo. En: Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica. Iquitos: Wildlife Conservation Society - WCS Perú. p 695-702.
26. **Muñoz AC, Flórez L, Madera ML. 2022.** Alternativa de alimentación basada en *Zophobas morio* «Gusano rey» en pollos en la fase de engorde en Arjona Bolívar. Universidad Abierta y a Distancia- UNAD. 62 p.
27. **Prachom, N, Boonyoung, S, Hassaan M, El-Haroun E, Davies S. 2021.** Preliminary evaluation of Superworm (*Zophobas morio*) larval meal as a partial protein source in experimental diets for juvenile Asian sea bass, *Lates calcarifer*. *Aquaculture Nutr* 27: 1304-1314. doi: 10.1111/anu.13269
28. **Oonincx D, Finke M. 2021.** Nutritional value of insects and ways to manipulate their composition. *J Insects Food Feed* 7: 639-659. doi: 10.3920/JIFF2020.0050
29. **Peng B, Li Y, Fan R, Chen Z, Chen J, Brandon A, Criddle C, et al. 2020.** Biodegradation of low-density polyethylene and polystyrene in superworms, larvae of *Zophobas atratus* (Coleoptera: Tenebrionidae): Broad and limited extent depolymerization. *Environ Pollut* 266: 115206. doi: 10.1016/j.envpol.2020.-115206
30. **Ramírez C. 2020.** Implicaciones del uso de larvas de *Tenebrio molitor* y *Zophobas morio* en la alimentación avícola. Tesis de Especialidad. Garagoa, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. 55 p.
31. **Ramos E, González E, Hernández A, Pino J. 2002.** Use of *T. molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *J Econ Entomol* 95: 214-220. doi: 10.1603/0022-0493-95.1.214
32. **Romero H. 2020.** Protocolo de producción de alimento vivo para las dietas de los animales de la estación «hogar de paso de Corponor». Tesis de Ingeniero de Producción Animal. San José de Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander. 109 p.
33. **Rumbos C, Athannassiou C. 2021.** The superworm, *Zophobas morio* (Coleoptera: Tenebrionidae): A sleeping giant in nutrient sources. *J Insect Sci* 21: 13. doi: 10.1093/jisesa/icab014

34. **Santurino C, García A, Molina J, Sierra P, Castro M, Calvo M, Fontecha J. 2016.** Los insectos como complemento nutricional de la dieta: fuente de lípidos potencialmente bioactivos. *Alim Nutr Salud* 23: 50-56.
35. **Sarmiento A. 2018.** Establecimiento e implementación de un protocolo de cría de gusano de harina *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), como apoyo al programa de conservación de la rana venenosa dorada *Phyllobates terribilis* (Anura: Dendrobatidae) en el Bioparque Wakatá, parque Jaime Duque. Tesis de Zootecnista. Zipaquirá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD. 40 p.
36. **Silva W, Arbaiza, T, Carcelén F, Lucas O. 2003.** Evaluación biológica en ratas de laboratorio (*Rattus norvegicus*) de fuentes proteicas usadas en alimentos comerciales para perros. *Rev Inv Vet Perú* 14: 18-23.
37. **Tschinkel W. 1993.** Crowding, maternal age, age at pupation, and life history of *Zophobus atratus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ann Ent Soc Amer* 86: 278-297. doi: 10.1093/aesa/86.3.278
38. **Vega YM. 2020.** Análisis de costos de alimentación, mantenimiento y recuperación de fauna silvestre en Eco Zoológico San Martín. Tesis de Médico Veterinario. Quito: Universidad San Francisco de Quito USFQ. 27 p.
39. **Veldkamp T, Duinkerken G, Huis A, Lakemond C, Ottevanger E, Bosch G, Boekel M. 2012.** Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets – a feasibility study. Wageningen UR Livestock Research. Report 638. 48 p.
40. **Vladimirovich E, Gazievich M, Yurievna E, Alexandrovna D, Anatolyevich G. 2022.** The use of the larvae of *Zophobas morio* and *Galleria mellonella* in feeding growing pigs. *Bioscience J* 38: e38054. doi: 10.14393/BJ-v38n0a2022-59572
41. **Yingchang W, Yuntang C, Xingrui L, Junmung X, Qinsheng D, Chag-an Z. 1995.** Study on the rearing larvae of *Tenebrio molitor* Linne and the effects of its processing and utilizing. *Acta Agriculturae Universitatis Henanensis* 30(3): 288-292.