

COMPARACIÓN DE CINCO DIETAS ALIMENTICIAS EN LA CRÍA DE *Tenebrio molitor* L. (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

César Arturo Castro-León, José Francisco Cervantes-Mayagoitia✉, Beatriz Sofía Schettino-Bermúdez y Norma Noguera-Hernández

Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Calzada del Hueso 1100. Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, Ciudad de México. C. P. 04960.

✉ Autor de correspondencia: jfcervan@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN. El uso de insectos como alimento y para la fabricación de piensos, aporta un gran número de beneficios de carácter nutricional, ambiental, sanitario. En el presente trabajo se variaron los componentes de la dieta para la cría de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). Se formularon 5 tratamientos diferentes; tratamiento 0 (T0): salvado de trigo y papa; tratamiento 1 (T1): salvado de trigo, papa, zanahoria y manzana; tratamiento 2 (T2): salvado de trigo y masa de maíz; tratamiento 3 (T3): pan molido, tortilla, papa, manzana y zanahoria; tratamiento 4 (T4): alimento comercial con trozos de zanahoria, fueron aplicadas durante los estadios larvales de *T. molitor*. Se evaluó el contenido nutricional de las larvas mediante el análisis químico de macronutrientes y minerales (calcio y fósforo), los resultados se expresaron en porcentaje base seca, se compararon los resultados por análisis de varianza. Se observaron diferencias significativas de la humedad y materia seca entre T4 y los demás tratamientos. En la composición de proteína T2 y T3 presentaron diferencias. En grasa y fósforo las diferencias fueron entre T3 con respecto a los demás tratamientos. Los resultados obtenidos de la composición nutrimental de las larvas de tenebrios mostraron diferencias entre los tratamientos.

Palabras clave: Larvas, nutrientes, *Tenebrio molitor*.

Comparison of five diets in breeding *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae)

ABSTRACT. The use of insects as food and for fodder provide a great number of nutritional, environmental, health. In the present work, the diet components for the breeding of *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) were varied. Five different treatments were formulated; Treatment 0 (T0): wheat bran and potato; Treatment 1 (T1): wheat bran, potato, carrot and apple; Treatment 2 (T2): wheat bran and corn mass; Treatment 3 (T3): bread crumbs, tortilla, potato, apple and carrot; Treatment 4 (T4): commercial food (based on cereals and carrots), which were applied during the larval stages of *T. molitor* L. The nutritional content of the larvae was evaluated through chemical analysis of macronutrients and minerals (calcium and phosphorus), the results were expressed in dry basis percentage, and they were compared through variance analysis. Significant differences were observed in the moisture and dry matter percentages between T4 and the other treatments. In the protein composition, T2 and T3 presented differences. In the fat and phosphorus content, differences were between T3 and the others treatments. The results obtained from the nutritional composition of the tenebrios larvae showed differences between the treatments.

Keywords: Larvae, nutrients, *Tenebrio molitor*.

INTRODUCCIÓN

La obtención de conocimiento para establecer crías de insectos es una necesidad actual, ya que algunas de las finalidades de criar insectos son:

- 1) Cría para uso industrial (obtención de derivados de los insectos).
- 2) Cría para consumo humano y animal.
- 3) Cría para el control de insectos dañinos (cría masiva o a gran escala).
- 4) Cría para la investigación y enseñanza (cría en laboratorio o en pequeña escala) (Vejar, 2004).

Los insectos son muy eficientes en la conversión de alimentos. Las tasas de conversión alimento-carne (la cantidad de alimento que se necesita para producir un incremento de 1 kg en la

biomasa) pueden oscilar ampliamente en función de la clase de animal y las prácticas de producción utilizadas pero, en cualquier caso los insectos son extremadamente eficientes. Por término medio los insectos pueden convertir 2 kg de alimento en 1 kg de masa de insecto, mientras que el ganado requiere 8 kg de alimento para producir 1 kg de su masa corporal. Los insectos pueden alimentarse de residuos biológicos como residuos alimentarios de origen humano, abono y estiércol y pueden transformar estos residuos en proteínas y nutrientes de alta calidad. La mayor parte de las especies de insectos contienen niveles elevados de ácidos grasos (comparables con el pescado). También son ricos en fibra y micronutrientes como hierro, magnesio, fósforo, manganeso y zinc (Halloran y Vantomme, 2013).

Este trabajo tuvo como objetivo, evaluar el contenido nutricional de las larvas de *Tenebrio molitor* L. criadas bajo cinco tratamientos.

MATERIALES Y MÉTODO

El trabajo se realizó en el insectario y en el laboratorio de bromatología del Departamento de Producción Agrícola y Animal de la UAM plantel Xochimilco, a partir del 11 de junio al 11 diciembre del 2015.

Las larvas de *T. molitor* se obtuvieron de tiendas especializadas en la venta de insumos para mascotas, ocupándose solo las larvas que se encontraban en sus primeros estadíos larvales. Para cada dieta diseñada en esta metodología (cinco en total contando una dieta testigo), se establecieron dos pies de cría o poblaciones con larvas de *T. molitor*, repartidas en 10 cajas de plástico translucido de 21 cm de largo por 14.2 cm de ancho y 5.5 cm de alto (Argueta-Reyes y Ramos-Meléndez, 2013). Todas las cajas disponían de tapas de plástico (con perforaciones para la ventilación), las cuales eran un tanto opacas; a cada caja se le anotó en su respectiva tapa, el nombre de la dieta asignada y la fecha de inicio de su pie de cría. Para estas identificaciones, se usó un plumón indeleble de un color que contrastase con las tapas. Tanto las cajas como sus tapas se lavaron y desinfectaron previamente a su uso con agua, jabón y cloro para eliminar contaminantes físicos, químicos y/o biológicos; posteriormente se dejaron secar.

Los tratamientos se elaboraron como se menciona en el cuadro 1. Se suministró a cada caja 36 g del sustrato correspondiente (Argueta-Reyes y Ramos-Meléndez, 2013). Cuando el sustrato de una caja era consumido en su totalidad por las larvas, se retiraban los detritos (excretas, restos de comida, exuvias) usando un colador de calibre pequeño para separarlos de las larvas y nuevamente se administraban 36 g del sustrato correspondiente. En cuanto al alimento complementario, a cada caja se le suministró 25 g del alimento húmedo correspondiente (Argueta-Reyes y Ramos-Meléndez, 2013).

El alimento húmedo de todas las dietas, fue surtido dos veces a la semana, los trozos de manzana, papa y zanahoria fueron cortados en rodajas, de 4 a 5 cm de diámetro y de medio cm de grosor aproximadamente.

Para el tratamiento 2, las bolitas de masa cruda tenían un diámetro aproximado de 5 cm. Para los tratamientos 1 y 3 (véase el cuadro 1), los alimentos húmedos fueron surtidos a lo largo de todo el experimento de manera turnada, siguiéndose este orden: manzana, papa y zanahoria. Las cajas estuvieron colocadas en un estante de madera. Diariamente se registró la temperatura y humedad ambiental máxima y mínima, tomándose dichos datos con un termo higrómetro con cable para uso interior y exterior marca RadioShack®.

Cuando las larvas alcanzaron el último estado larval (prepupa), se analizaron en el laboratorio de bromatología. Se realizó el análisis químico de macronutrientes y minerales (calcio y fósforo) a las larvas, de acuerdo a los métodos descritos en la AOAC (1995). Para determinar la humedad,

las muestras se secaron en una estufa por 48 horas a 50 °C, se calcinaron las muestras secas para la determinación de cenizas en una mufla por dos horas a 550 °C, la determinación de proteínas se realizó por el método de Kjeldahl, el nitrógeno total se multiplicó por 6.25 para obtener el nitrógeno proteico, los lípidos por extracción con éter de petróleo en el aparato Soxhlet, la fibra cruda se llevó a cabo por hidrólisis ácida y posteriormente por hidrólisis alcalina. El mineral fósforo se realizó por colorimetría en el espectrofotómetro y el calcio por titulación con EDTA. Se realizaron por triplicado los análisis de las muestras, se calculó el promedio de los resultados, se expresaron en porcentajes en base seca. Para el análisis estadístico se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía y para determinar la diferencia de medias se empleó la prueba de Tukey al 5 %, el programa estadístico fue SPSS v21.0

Cuadro 1. Composición y elaboración de los cinco tratamientos (Schulte, 1996; Damborsky *et al.*, 1999; Zavala, 2005; Cervantes-Mayagoitia y Ramírez-Alarcón, 2007; Argueta-Reyes y Ramos-Meléndez, 2013).

Tratamiento	Sustrato	Alimento complementario húmedo
T0 (testigo)	Salvado natural de trigo	Trozos de papa
T1	Salvado natural de trigo	Trozos de manzana, papa y zanahoria
T2	Salvado natural de trigo	Bolitas de masa cruda (300 g de harina de maíz, 40 g de levadura de cerveza, 50 g de leche en polvo y 80 g de miel de abeja)
T3	Mezcla de bolillo duro molido (de 70 a 80 %) con tortilla de maíz triturada (de 20 a 30 %)	Trozos de manzana, papa y zanahoria
T4	Sustrato comercial (sustrato que ya viene con las larvas compradas)	Trozos de zanahoria

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la composición de los macronutrientes y minerales de las larvas de tenebrios con los cinco diferentes tratamientos se observan en el Cuadro 2. Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre el tratamiento T4 con el T0, T2 y T3, en el contenido de humedad y materia seca. El T2 es la dieta que más estimuló el desarrollo de biomasa en las larvas de *T. molitor*. En los porcentajes de proteína se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los tratamientos T2 y T3 con respecto a los tratamientos T0, T1 y T4, el porcentaje más alto de 53.3 fue en el T0 con salvado de trigo y trozos de papa, este resultado es inferior al obtenido por Argueta-Reyes y Ramos-Meléndez (2013) con un tratamiento similar y el contenido más bajo de 36.05 fue en el T3 que contenía bolillo, tortilla, trozos de zanahoria y papa, el resultado es similar al obtenido por Manríquez *et al.* (2010) que empleó tortilla deshidratada, observándose que en la dieta que no incluye el salvado de trigo o algún cereal, el resultado del porcentaje de proteína es más bajo.

El contenido de grasa mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el T3 con respecto a todos los tratamientos y el T2 con T1. El porcentaje más alto fue de 51.2 en el T3 que no contiene salvado de trigo y el más bajo fue de 23.25 en el T1 que contenía salvado de trigo y trozos de manzana, papa y zanahoria.

El porcentaje de fibra cruda más alto fue en el T4 con 7.02, y se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el T3 con respecto a T0, T1 y T4, ya que en éste tratamiento hubo el menor porcentaje de fibra de 3.88. El desarrollo de menor cantidad de fibra cruda por efecto de las dietas, nos daría una reducción en sustancias y tejidos no digeribles y más materia asimilable para los organismos que consuman las larvas.

En el contenido de cenizas se observaron diferencias significativas de T2 y T3 con respecto a los demás tratamientos, el porcentaje más alto fue en T0 con 4.91, lo que significa que contienen más minerales las larvas obtenidas con este tratamiento, los porcentajes más bajos de 3.46 y 2.99 fueron para T2 y T3 respectivamente.

No se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los resultados de calcio. En el contenido de fósforo el T3 presentó el valor más bajo de este mineral con 0.7 % y diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con el resto de los tratamientos, el valor más alto fue en T1 con 0.99 %.

Los resultados obtenidos en la composición de macronutrientes y fósforo en las larvas de tenebrios, criados bajo diferentes tratamientos mostraron diferencias, por lo que se puede variar las dietas de acuerdo a los requerimientos de los animales a los que se vayan a destinar como alimento.

Cuadro 2. Composición de los macronutrientes y minerales en las larvas de *Tenebrio molitor* criadas en cinco tratamientos diferentes (% en base seca).

Humedad	62.44 ± 1.31 ^a	65.21 ± 3.01 ^{ab}	61.40 ± 1.36 ^a	62.06 ± 0.084 ^a	69.48 ± 1 ^b
Mat. seca	37.6 ± 1.31 ^a	34.7 ± 3.01 ^{ab}	38.6 ± 1.36 ^a	37.94 ± 0.62 ^a	30.52 ± 1 ^b
Proteína	53.31 ± 1.13 ^a	50.60 ± 0.38 ^a	46.98 ± 1.47 ^b	36.05 ± 0.08 ^c	52 ± 0.042 ^a
Grasa	31.1 ± 6.11 ^{ab}	23.25 ± 3.58 ^a	34.86 ± 3.27 ^b	51.2 ± 0.17 ^c	28.5 ± 0.2 ^{ab}
Fibra cruda	6.02 ± 0.53 ^a	6.58 ± 0.55 ^a	5.43 ± 0.55 ^{ab}	3.88 ± 0.021 ^b	7.02 ± 0.1 ^a
Cenizas	4.91 ± 0.011 ^a	4.14 ± 0.1 ^b	3.46 ± 0.37 ^c	2.99 ± 0.007 ^c	4.33 ± 0.1 ^{ab}
Calcio	0.15 ± 0.01	0.25 ± 0.01	0.26 ± 0.011	0.21 ± 0.007	0.13 ± 0.01
Fósforo	0.96 ± 0.06 ^a	0.99 ± 0.01 ^a	0.76 ± 0.017 ^b	0.7 ± 0.01 ^c	0.97 ± 0.01 ^a

^{a, b, c} Letras diferentes en la misma fila implican significancia estadística ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIÓN

Las larvas de *T. molitor*, criadas con el T0 contienen el mayor porcentaje de proteína y minerales (cenizas) que los demás tratamientos, y en el T3 el mayor contenido de grasa. Por lo que al modificar las dietas se pueden obtener diferentes composiciones de macronutrientes y minerales en las larvas de tenebrios, a bajos costos y pocos insumos lo que hace que sea económicamente rentable.

Agradecimientos

Al Dr. Vicente Mendoza de Jesús y a la técnico laboratorista Beatriz Márquez Cruz por el apoyo prestado para realizar esta investigación.

Literatura Citada

- Argueta-Reyes, L. y G. Ramos-Meléndez. 2013. *Contenido de proteína, grasa, calcio y fósforo en larvas del escarabajo molinero (Coleoptera; Tenebrionidae; Tenebrio molitor L.) alimentados con diferentes sustratos y fuentes de agua; para ser utilizadas como alimentación de animales silvestres*. Tesis de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de El Salvador. San Salvador.
- AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis*. 16 Ed. Association of Official analytical Chemists, Whashington D.C., USA, 235 pp.
- Cervantes-Mayagoitia, F. y S. Ramírez-Alarcón. 2007. Evaluación de “crisopas” (Neuroptera: Chrysopidae) nativas del valle de México, como agentes de control biológico de plagas de hortalizas de la zona agrícola del sur del D. F. Pp. 11–20. In: J. Ordoñez y A. Lozano. (Org.). *Ier. Congreso de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria y forestal en el D. F.* Estado de México.
- Damborsky, M., Sandrigo, T. y E. Oscherov. 1999. *Ciclo de vida de Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae) en condiciones experimentales*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE. Argentina.

- Halloran, A. y P. Vantomme. 2013. *La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente*. FAO.
- Manríquez, Ch., Flores-Alatorre, L., Chávez, L., Salinas, F. y A. Olvera. 2010. Análisis comparativo de la composición bromatológica de larvas de *Tenebrio molitor* L criado en dos sustratos. Pp. 14. In: *VII encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia*. Centro de Investigaciones en Óptica. León, Guanajuato
- Schulte, R. 1996. El manejo de *Zophobas morio* (Coleoptera: Tenebrionidae) en climas tropicales húmedos. *Revista Folia Amazónica*, 8(2): 47–75.
- Vejar, G. 2004. *Importancia e infraestructura para mantener crías de insectos*. Pp. 3–15. In: N. Bautista, H. Bravo y C. Chavarin. *Cría de insectos plaga y organismos benéficos*. 2ª Ed. México. Grupo editorial Emmanuel:
- Zavala, A. 2005. *Evaluación de la virulencia de 16 aislados del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* (Metch.) Sorokin en *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)*. Reporte de Servicio Social de Licenciatura en Biología. UAM Xochimilco. Departamento el Hombre y su Ambiente. México, D. F. 29 pp.