

Tenebrio molitor:
¿Puede un insecto revolucionar la nutrición avícola?

**Jocelyn Gómez Prado,
Alejandra Caballero Zamora,
José Antonio Martínez García y
Esmeralda Mónica Peña González**

A nivel mundial, México ocupa el quinto lugar en consumo de carne de pollo, con 37.8 kilogramos por persona (COMECARNE, 2024). La carne de pollo es la más consumida en el país debido a su aporte nutricional, versatilidad culinaria y precio accesible. Considerando que la población crece de manera exponencial, año con año se busca incrementar la producción de pollo para satisfacer la demanda interna. Aun cuando no se tienen registros exactos sobre las aportaciones que hacen las pequeñas producciones avícolas en México, se calcula que representan hasta 10% de la producción nacional.

Las unidades de producción familiar (UPF) avícolas desempeñan un papel fundamental en la adquisición de seguridad alimentaria en zonas vulnerables y se caracterizan por generar empleo, incentivar la producción de alimentos nutritivos, fortalecer lazos sociales y aprovechar de manera sustentable los recursos locales.

En estas unidades, la base de la alimentación de los pollos suele ser el maíz y durante el primer mes de vida se complementa con alimento balanceado comercial.

Como el maíz solo aporta 7.8% de proteína, se intuye que la dieta que reciben los pollos en las UPF tiende a ser deficiente o estar desbalanceada. A ello se suma el elevado costo de granos y cereales cuyos precios fluctúan según las condiciones del mercado y la disponibilidad. Por ejemplo, ingredientes como la soya, que es la principal fuente proteica en la dieta avícola, requieren de una cantidad grande de recursos naturales para su cultivo y han contribuido a la deforestación tropical.

Con el objetivo de complementar dietas con deficiencia proteica y reducir la dependencia a ingredientes como la soya, se ha propuesto el uso de harina de insectos porque son de fácil crianza, tienen un alto contenido proteico, una tasa de reproducción rápida, ocupan pocos recursos y su emisión de gases de efecto invernadero es baja. Además, las aves en vida silvestre muestran la conducta natural de consumir insectos, lo que sugiere que los pollos están fisiológicamente adaptados para incorporarlos a su dieta sin que ello afecte su salud.

Dentro de las especies que se han considerado para la alimentación de animales, se encuentra el gusano de seda (*Bombyx mori* L.), las larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens* L.) y el gusano de la harina (*Tenebrio molitor* L.). Este último insecto es un candidato para revolucionar la producción avícola de las UPF en México.

¿Quién es este pequeño insecto?

Para quienes no hayan escuchado antes de este insecto, el Tenebrio molitor es una especie de escarabajo (coleóptero).

Su nombre científico proviene del latín "*tenebrae*" y "*molere*", que se puede traducir como "el molinero de la oscuridad" y hace referencia a su preferencia por lugares oscuros,



como los graneros, en donde suele alimentarse de granos y harina. Es originario de Europa, de la región mediterránea, pero actualmente se encuentra distribuido en diferentes partes del mundo, incluido México, convirtiéndose en una especie cosmopolita con preferencia por las zonas templadas y el hemisferio norte.

La vida oculta del gusano de la harina

Este insecto pasa por un ciclo de vida corto compuesto por cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto (Figura 1). Todo comienza cuando una hembra deposita huevos, de los cuales, entre 3 y 19 días después, emergen larvas cilíndricas de color marrón claro. Dichas larvas permanecen en esa etapa por casi dos meses, mientras alcanzan una longitud de 1 a 3 centímetros. Posteriormente, las larvas se transforman en pupas y durante 5 a 21 días dejan de alimentarse y desarrollan un exoesqueleto duro. Finalmente, de la pupa emerge la fase adulta del insecto, un escarabajo de tono marrón oscuro, de entre 1.5 y 4 centímetros de longitud, que puede vivir unos 2 o 3 meses.

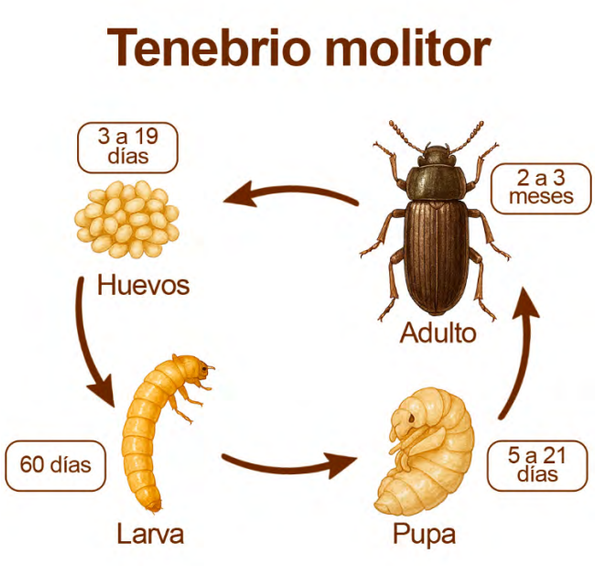


Figura 1. Ciclo biológico del Tenebrio molitor. Figura elaborada en OpenAI, DALL-E 3, 2025. (https://openai.com/index/dall-e-3/).

Su forma larvaria es la que se suele criar para posteriormente alimentar reptiles, peces y aves. Se ha centrado la atención en la producción de este gusano porque tiene una tasa de crecimiento diaria de hasta 16.60% y al año puede transformar 1,300 millones de toneladas de desechos orgánicos en productos valiosos como las proteínas, de manera que produce 1 kilogramo de gusanos por cada 2 kilogramos de alimento que consume.

¿Cuáles son las ventajas nutricionales del Tenebrio molitor?

Los tenebrios se distinguen por su alto contenido de proteína y su aporte significativo de grasa. Cerca del 75% de sus grasas corresponden a ácidos grasos poliinsaturados, entre los cuales sobresale el ácido linoleico que, además de ser el más abundante, se ha asociado con la prevención de enfermedades cardiovasculares e inflamatorias.

Asimismo, los tenebrios aportan minerales esenciales como fósforo y potasio, fundamentales para la síntesis de moléculas biológicas y el adecuado funcionamiento muscular y nervioso.

Como se puede observar, el valor nutricional de estos pequeños insectos resulta atractivo. No obstante, aunque en la etapa adulta los tenebrios pueden contener hasta 65% de proteína, en esa fase también presentan un alto contenido de quitina, un componente de su exoesqueleto que reduce la digestibilidad de las proteínas. En cambio, durante la fase larvaria, la cantidad de quitina disminuye, y con ello, las proteínas son más aprovechables para quienes los consumen. Además, se ha comprobado que las aves producen quitinasa ácida, una enzima capaz de degradar quitina,

lo que sugiere que los pollos pueden aprovechar eficientemente el valor nutricional de estos insectos.

Los pollos necesitan dietas que les proporcionen suficiente energía (alrededor de 3,200 kcal por kilogramo) y proteína, además de aminoácidos esenciales como lisina y metionina, indispensables para un crecimiento óptimo y la adecuada formación de tejido corporal. En este contexto, los tenebrios representan una alternativa para complementar su dieta, ya que aportan 2,242 kcal/kg y más del doble del porcentaje de proteína requerido y un perfil de aminoácidos comparable al de la harina de soya (Arévalo *et al*., 2022).



Diversos autores han estudiado los efectos de incluir harina de Tenebrio molitor en la dieta de pollos de engorda. Dentro de los hallazgos han observado que la inclusión de 3 a 10% de la harina de este insecto mejora la ganancia diaria de peso y el rendimiento de la canal. De igual forma, se ha visto que la adición de este insecto en la dieta de los pollos mejora el valor nutricional de la carne al aumentar la cantidad de aminoácidos esenciales y disminuir el contenido de ácidos grasos saturados. Esto, a su vez, disminuye el riesgo de que se desarrollen enfermedades cardiovasculares como aterosclerosis y trombosis, ambas condiciones que obstruyen el flujo normal de la sangre.

En cuanto a los efectos en la calidad de la carne, se han reportado cambios en la capacidad de retención de agua, color, textura, jugosidad y sabor de la carne de pollos alimentados con tenebrios (Parlar & Ustundag, 2024). Por ejemplo, la disminución en la capacidad de retención de agua se ha asociado con una rápida caída del pH posterior a la muerte. No obstante, aún no se ha profundizado en los posibles mecanismos o factores vinculados al uso de Tenebrio molitor que podrían explicar dichos cambios. Cabe mencionar que autores como Hussain y colaboradores (2017) reportaron que las propiedades organolépticas y tecnológicas de la carne de pollo no se vieron alteradas por la dieta con los insectos.

Por otro lado, se ha observado una mejora en la salud de los pollos alimentados con tenebrios por efecto de la quitina,

ya que este polímero tiene efecto antibacteriano y, al ser parcialmente degradado en el sistema digestivo de las aves, actúa como un prebiótico. En otras palabras, se trata de un ingrediente que puede ser aprovechado por los microorganismos del tracto intestinal y promover la proliferación de bacterias benéficas, lo que potencializa la absorción de nutrientes. Adicionalmente, estos insectos sintetizan pequeños péptidos antimicrobianos que actúan contra bacterias, hongos y virus, lo que lleva a considerar que pueden mejorar sustancialmente la salud de los pollos.

¿Cuáles son las ventajas ambientales del uso de Tenebrio molitor?

Los beneficios del uso de este insecto no se limitan a su valor nutricional. Para producir 100 gramos de soya se requieren de aproximadamente dos metros cuadrados de tierra y más de dos mil litros de agua por kilogramo. En cambio, los tenebrios pueden criarse en espacios mucho más reducidos como un contenedor de 50x40x20 cm, y su huella hídrica es mínima (Ortiz Padilla *et al.*, 2024). Mientras que el cultivo de soya libera hasta 900 gramos de CO_2 por kilogramo de producto, y demanda el uso de diésel y fertilizantes, la producción del tenebrio genera menos de 100 gramos de gases de efecto invernadero por kilogramo de estos insectos.

Los tenebrios tienen la capacidad de transformar residuos en proteínas. Como se mencionó anteriormente, pueden ser alimentados con desechos orgánicos y subproductos de la agricultura sin que se vea afectada su eficiente conversión alimenticia. Pero además de transformar residuos orgánicos, se ha demostrado que estas larvas son capaces de ingerir poliestireno, el material plástico con el que se fabrica el unicel.

Y es que las larvas alimentadas únicamente con poliestireno han podido vivir tan bien como aquellas que comen salvado. Se ha comprobado que, dentro del intestino de las larvas, este plástico se degrada eficientemente y casi la mitad se convierte en dióxido de carbono, mientras que lo restante se expulsa como pequeños fragmentos biodegradados. Gracias a esta capacidad, los tenebrios podrían aprovecharse como fuente de alimento, y también como aliados para combatir la contaminación por plásticos.

Como se observa, aunque el Tenebrio molitor no es una especie endémica de México, su crianza y aprovechamiento ofrecen diferentes ventajas.

Se trata de una alternativa sustentable que puede emplearse como alimento para los animales y contribuir al manejo de residuos orgánicos e inorgánicos.



Este insecto fue considerado una plaga que afectaba productos almacenados, principalmente harinas y cereales. Sin embargo, en la actualidad, su cría se realiza en sistemas controlados y cerrados, lo que reduce el riesgo de dispersión ambiental, transmisión de patógenos, acumulación de contaminantes químicos y competencia con especies nativas.

A diferencia de quienes crían esta especie con fines de control biológico, la producción de tenebrios con fines alimentarios no representa un problema ecológico relevante. No obstante, el riesgo no puede eliminarse por completo, por lo que se recomienda aplicar medidas preventivas estrictas, como el calentamiento o escaldado de los insectos para reducir su carga bacteriana. También se deben evitar condiciones de hacinamiento y estrés, ya que los patógenos que afectan a los invertebrados suelen multiplicarse con rapidez en sistemas de cría masiva con estas características. Asimismo, resulta fundamental controlar la calidad del alimento suministrado a estos insectos, para prevenir la acumulación de toxinas, y garantizar que no ocurra una liberación accidental o controlada de los ejemplares.

Retos y oportunidades en México

En cuestión de regulaciones, México no cuenta con normas específicas que aprueben o prohíban la alimentación animal con insectos. En cambio, desde el 2021, países europeos autorizaron el uso de insectos, como el Tenebrio molitor, en la alimentación de aves, cerdos y especies acuícolas, ya sea congelados, deshidratados o en polvo. En México existen normas que regulan los productos para consumo animal y para transformar y emplear despojos animales en la alimentación animal. Sin embargo, hace falta una normativa específica que regule la producción y comercialización de insectos, de tal modo que se asegure la calidad e inocuidad de los productos hechos a base de Tenebrio molitor.

Respecto a la aceptación cultural, se desconoce la opinión de productores y consumidores, pero se tiene la preocupación de que desconfíen del uso de insectos como alimento de otros animales. De acuerdo con entrevistas en diversos países de Europa, más de la mitad de las personas entrevistadas están dispuestas a aceptar la incorporación de insectos en la dieta de animales, especialmente de peces y aves de corral, aunque admiten que les hace falta conocer más sobre el tema. Considerando que México se caracteriza por ser uno de los principales países consumidores de insectos, **se esperaría la aceptación del uso de tenebrios para la alimentación de pollos,** especialmente porque el consumidor no vería al insecto, que es lo que en ocasiones les provoca desagrado. Se ha valorado que un reto importante es el costo de producción, pues actualmente se paga alrededor de $400 por 250 gramos de harina de Tenebrio molitor. Sin embargo, como se mencionó, se busca que las UPF puedan implementar el uso de este insecto en la dieta de los pollos, por lo que para hacer rentable esta práctica, los productores también podrían dedicarse a criar sus tenebrios.

Es importante mencionar que las hembras pueden poner de 200 a 500 huevos en toda su vida, lo que hace aún más factible su crianza y uso a largo plazo.

La cría de los tenebrios es compatible con las UPF puesto que no requiere de mucho manejo, espacio, ni recursos ni infraestructura. Los productores pueden alimentar a las larvas con los residuos orgánicos que queden en su hogar y de sus cosechas. Posteriormente procesarían los tenebrios para obtener la harina que les ofrecerán a las aves. Por último, habrían de recolectar el excremento de los pollos para después utilizarlo como abono para sus cultivos agrícolas y así continuar de nuevo con el ciclo de producción, mientras reducen significativamente los costos (Figura 2). Otra opción es utilizar el excremento de los propios tenebrios (llamado "*frass*") como un fertilizante orgánico, pues contiene altos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, todos nutrientes esenciales para las plantas.



Figura 2. Ciclo de economía circular con el Tenebrio molitor. Figura elaborada en OpenAI, DALL-E 3, 2025 (https://openai.com/index/dall-e-3/).

En los últimos años se ha observado que los tenebrios pueden ser alimentados con una dieta que contenga hasta 50% de la cama sobre la que caminan las aves, sin que se afecte su desarrollo larvario ni presenten bacterias causantes de enfermedades. De esta forma se demuestra cómo el uso de Tenebrio molitor en la industria avícola puede volverse un modelo de economía circular.

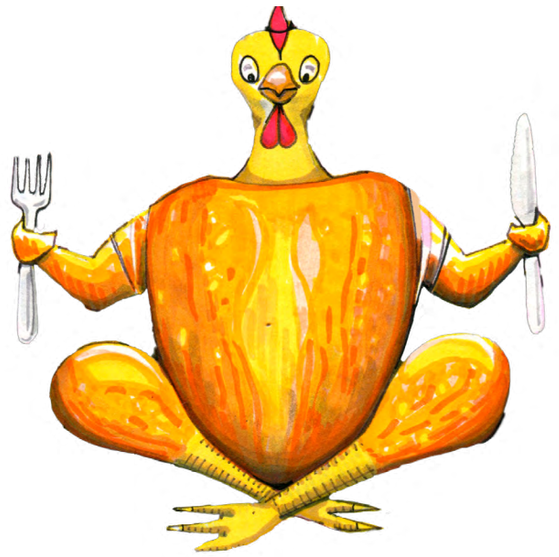
Conclusión

Se vislumbra que la harina de Tenebrio molitor es una fuente rica en energía, proteínas y ácidos grasos poliinsaturados. Su uso en la dieta de los pollos favorece su crecimiento, salud y desarrollo, por lo cual representa una opción viable para establecer un modelo de economía circular donde se procure la sostenibilidad y la soberanía alimentaria de las unidades de producción familiar.

Sin embargo, para que esta práctica se implemente dentro de las UPF se requiere de bases legales que favorezcan el desarrollo y la regulación de la producción y uso de insectos.

De igual forma, se necesita que toda esta información sobre los beneficios del uso de los tenebrios llegue a la mayor cantidad posible de personas.

Así que gracias por interesarte por el tema y ¡corre la voz! Si quieres conocer más sobre el Tenebrio molitor y los hallazgos que se han observado tras su implementación en la dieta de aves, te invitamos a revisar las siguientes referencias bibliográficas.



Referencias

Arévalo, H. A., Menjura, E. M., Barragán, K. B. & Vásquez, S. M. (2022). Implementation of the HACCP system for production of Tenebrio molitor larvae meal. *Food Control*, 138, 109030. https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2022.109030

Consejo Mexicano de la Carne. (2024). Compendio estadístico 2024. COMECARNE. https://comecarne.org/wp-content/uploads/2024/05/compendio-estadistico-2024-V2.pdf

Ghosh, A., Kumar, A. & Biswas, G. (2024). Exponential population growth and global food security: challenges and alternatives. En P. Kumar, A. L. Srivastav, V. Chaudhary, E. D. van Hullebusch, & R. Busquets (eds.), *Bioremediation of Emerging Contaminants from Soils: Soil Health Conservation for Improved Ecology and Food Security* (pp. 1-20). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13993-2.00001-3

Hussain, I., Khan, S., Sultan, A., Chand, N., Khan, R., Alam, W. & Ahmad, N. (2017). Meal worm (Tenebrio molitor) as potential alternative source of protein supplementation in broiler. *International Journal of Biosciences*, 10(04), 255-262. https://doi.org/10.12692/IJB/10.4.255-262

Ortiz Padilla, W., Campos Montes, G. R., Cala Moreno, N. & Caballero Zamora, A. (2024). Cría y comercialización de insectos comestibles como fuente alternativa de proteína a nivel global. *Spei Domus*, 20(1), 1-22. https://doi.org/10.16925/2382-4247.2024.01.02

Parlar, M. & Ustundag, A. O. (2024). Effects of adding mealworm (Tenebrio molitor L.) as a replacement for fish meal to broiler chicken diet on performance, carcass parameters, meat quality and nutrient digestibility. *Tropical Animal Health and Production*, 56(8), 386. https://doi.org/10.1007/s11250-024-04230-5