



Insectos de interés alimentario: Economía circular y alimento sano para el ser humano y los animales de granja

*Insects of food interest: Circular economy and
healthy food for humans and farm animals*

MICHEL SAUVAIN¹

© El autor. Artículo de acceso abierto,
distribuido bajo los términos de la Licencia
Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.



DOI: <https://doi.org/10.20453/ah.v67i2.5619>

ORIGEN DE LOS TRABAJOS SOBRE INSECTOS BENEFICIOSOS EN EL MARCO DE LA COOPERACIÓN ENTRE CAYETANO HEREDIA Y EL IRD DE FRANCIA

En 2005, en Indonesia, el Instituto de Investigación para el Desarrollo (Institut de Recherche pour le Développement [IRD]) de Francia se interesó en el reciclaje de residuos de palma aceitera como alimento para peces de piscifactoría, utilizando las larvas de la mosca soldado negra o MSN (*Hermetia illucens*), un díptero pantropical detritívoro.

Durante una misión de campo en la Amazonía peruana en 2013, observé la presencia de la MSN en este biotopo, y deposité una muestra taxonómica en el Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) el 20 de agosto del mismo año.

En 2014, creamos en la UPCH un insectario para manejar el ciclo completo de la MSN originaria de

la Amazonía. Las larvas de esta mosca son utilizadas actualmente en varias partes del mundo para reciclar residuos orgánicos y alimentar animales en avicultura, porcicultura y piscicultura.

SABROSOS INSECTOS PERUANOS (2017-2019)

El proyecto sobre insectos comestibles en dietas humanas, financiado por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Concytec), tuvo como objeto de estudio tanto a insectos colectados de manera silvestre en el campo, como a aquellos que pueden ser criados en el laboratorio.

Para el primer caso, decidimos estudiar a los insectos utilizados tradicionalmente como alimento por los habitantes de la comunidad nativa de Rumicallpa, localizada en la región de San Martín. Los más utilizados por esta comunidad son el suri (*Rhynchophorus palmarum*) y el curo (*Pachymerus nucleorum*). Registramos los usos tradicionales, la composición química nutricional y las aplicaciones gastronómicas de ambos insectos, con énfasis en el curo por ser un insecto menos conocido.

En el caso de los insectos criados en el laboratorio, nos enfocamos en el establecimiento de la crianza del gusano de la harina o gorgojo (*Tenebrio molitor*). Luego de establecer dicho protocolo, se investigó cómo influye la alimentación del insecto con diferentes insumos alimentarios sobre su color y sabor. Las larvas del *T.*

¹ Director emérito de investigación en el Institut de Recherche pour le Développement (IRD); miembro de la UMR PharmaDev IRD de la Universidad de Toulouse, Francia; investigador principal de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH); miembro del Laboratorio de Química de la Vida de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la UPCH, Lima, Perú. ORCID: 0000-0003-3919-532X.

molitor fueron estudiadas también para conocer su composición nutricional y se utilizaron para la creación de nuevas aplicaciones gastronómicas. Publicamos un libro que resume todos los hallazgos de nuestro proyecto sobre insectos comestibles, cuyo fin principal es mostrar su potencial nutricional y gastronómico, así como enfatizar su importancia para ser considerados como un «alimento del futuro» (Ocampo et al., 2019).

ALIMENTACIÓN DE GALLINAS PONEDORAS EN LIBERTAD CON LARVAS VIVAS DE MSN (2020-2021)

Este proyecto fue realizado en la empresa Gallinas Libres - J. R. C. Industrias Alimentarias y financiado por el Ministerio de la Producción del Perú (Produce). El objetivo fue desarrollar un complemento alimenticio a base de larvas vivas de *H. illucens* para mejorar la productividad, la salud digestiva e inmunitaria, y el comportamiento de las gallinas ponedoras de vida libre.

Para este proyecto, en el que nuestra experiencia reside en la producción de larvas de *H. illucens* de calidad biológica constante, nos asociamos con la Facultad de Zootecnia de la UNALM para realizar el seguimiento de las gallinas en el gallinero experimental de la granja avícola situada cerca de Huacho.

Se realizó un ensayo de alimentación con 162 gallinas Hy-Line Brown de 31 semanas de edad y suplementadas con larvas vivas de *H. illucens* durante 24 semanas. Las aves se distribuyeron en tres grupos de 54. Para determinar la productividad de la puesta de huevos (semanalmente) la calidad de estos (al final del estudio) se evaluaron sus características físicas y bioquímicas. El estudio incluyó igualmente el análisis microbiológico mediante secuenciación metagenómica del contenido intestinal de las gallinas. Se cuantificaron los niveles de corticosterona al final del período de prueba para monitorizar el estrés, comparando las tasas de esta hormona en los huevos puestos por gallinas sometidas a los distintos regímenes de alimentación. Evaluando la respuesta inmunitaria humoral a una enfermedad respiratoria aviar inesperada, se determinaron los títulos de anticuerpos específicos frente a virus responsables de la enfermedad respiratoria en las semanas 0, 8, 16 y 24.

Los resultados confirman que la suplementación con larvas vivas de *H. illucens* en la dieta aumenta la productividad de huevos durante las últimas fases de producción de las gallinas y mejora la calidad

nutricional de los huevos. Además, esta modificación en la dieta influyó en la composición de la microbiota intestinal de las aves, favoreciendo la proliferación de bacterias beneficiosas, que son esenciales para mantener su salud (Parker et al., 2024).



Figura 1. Estudiantes de la carrera de Nutrición de la UPCH observando a las gallinas que se alimentan con larvas de mosca soldado negra. IEI n.º 003, San Martín de Porres, Lima.

PISCICULTURA SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA PERUANA (2022-2024)

Este proyecto de piscicultura sostenible en la Amazonía peruana, financiado por la Cooperación Francesa, se realizó en la región de Iquitos. Se basó en la transferencia de una técnica innovadora desarrollada por el IRD de Francia y sus socios peruanos del IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) y la UPCH, que consistió en la elaboración de una dieta sostenible para el cultivo de alevines de gamitana (*Colossoma macropomum*), con acuicultores amazónicos de recursos limitados, mediante la cría y el uso de la MSN.

El proyecto estuvo conformado por cuatro fases:

1. La primera fase fue la selección de 13 parejas de piscicultores para ser beneficiarios del proyecto. Para la selección se realizaron encuestas con ciertos criterios de evaluación a 145 piscicultores de 15 comunidades rurales de la Amazonía peruana.
2. La segunda fase consistió en capacitar a los piscicultores seleccionados en la técnica de cultivo y producción de harina de larvas de la MSN, la elaboración de dietas alimenticias y el manejo alimenticio de alevines de *C. macropomum* utilizando estas dietas.

3. La tercera fase residió en dotar a los centros de cultivo de cada beneficiario con materiales necesarios para instalar un espacio de cría de la MSN y la producción de harina de sus larvas; así como una jaula flotante con 300 alevines de *C. macropomum* para que sean alimentados con las dietas elaboradas. En esta etapa, se evaluó la aplicación de las técnicas enseñadas.
4. La cuarta fase estuvo enfocada en medir los resultados obtenidos en términos de mejora de la capacidad de producción de cada beneficiario.

Esta experiencia permitió mejorar la producción de peces en piscicultores amazónicos con escasos recursos económicos, generando en ellos el interés de organizarse para llevar este proceso de cultivo utilizando sus propios medios, y proponiendo posibles alianzas entre ellos (asociaciones de acuicultores) y con los municipios donde viven (Alvan-Aguilar et al., 2024; IRD, 2024).



Figura 2. Prácticas de la cría de la mosca soldado negra por piscicultores del VRAEM en el IIAP, Iquitos (24 de octubre de 2023).

BIOCONVERTIN: EMPRENDIMIENTO PERUANO (2015-2024)

Soy asesor científico de un proyecto de empresa llamada Bioconvertin (emprendimiento UPCH-IRD) (Investigación en Cayetano, 2020) sobre la bioconversión de residuos orgánicos por MSN. Presenté este plan en el pabellón de soluciones de la COP21 de París (Sauvain, 2015). Estamos buscando activamente socios inversores cuyas actividades complementen las propuestas de Bioconvertin. Esta actividad debería concretarse mediante la colaboración con una empresa peruana existente (SINBA) que recicla residuos de restauración para abastecer de pienso a las granjas porcinas de la región de Lima. Esta empresa quiere diversificar el tratamiento de sus residuos para abrir nuevos mercados. La alianza UPCH-IRD con SINBA ha permitido iniciar los trabajos de validación de la bioconversión de sus residuos por larvas de MSN. Estamos verificando la calidad sanitaria alimentaria y la durabilidad de los productos obtenidos como parte de piensos para porcino, avicultura y acuicultura.



Figura 3. Michel Sauvain presentando «Ganadería que emite menos gases de efecto invernadero: Insectos contra el calentamiento global» en la COP 21, Pavillon des solutions. Grand Palais, Paris (4 y 5 de diciembre de 2015).

AGENTES ANTIINFECCIOSOS AISLADOS DE MSN (2017-2024)

Estos trabajos sobre agentes antiinfecciosos aislados de la MSN y su microbiota intestinal fueron realizados en el marco de proyectos financiados por el Concytec y la Cooperación Francesa. Las larvas de

la MSN son capaces de alimentarse de una amplia variedad de residuos orgánicos contaminados con bacterias patógenas para el ser humano y los animales de granja. Esta capacidad se atribuye, en parte, a la presencia de una microbiota digestiva en estas larvas que tiene complejas interacciones con el medio en el que se desarrollan, en particular su capacidad para eliminar los microbios patógenos de los alimentos contaminados que consumen (*Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, etc.). El objetivo de nuestro trabajo fue aislar e identificar nuevos compuestos a partir de hongos y bacterias aislados y caracterizados presentes en el tracto digestivo de *H. illucens*, que sean activos frente a bacterias patógenas para seres humanos (*Helicobacter pylori*), peces (*Aeromonas hydrophila*) y aves (*Salmonella enterica* serovar Pullorum) (Correa et al., 2019; Castillo et al., 2022; Ruiz et al., 2024).

VOLVIENDO AL TRUEQUE: BASURA ORGÁNICA POR ABONO Y ALIMENTO PARA GALLINAS EN UN CENTRO EDUCATIVO DE SAN MARTÍN DE PORRES (2023-2024)

Este proyecto tiene como meta sensibilizar a la población, especialmente en barrios de bajos recursos de Lima, sobre el concepto de economía circular a partir del ejemplo de la Institución Educativa Inicial n.º 003 Nuestra Señora del Rosario de San Martín de Porres (SMP), con 480 niños. Este proyecto fue financiado por la UPCH con el objetivo de instalar un trueque entre residuos de cocina entregados por las familias de los escolares a cambio de huevos y abono orgánico para mejorar la alimentación familiar. El componente nutricional es una parte importante de las metas de este proyecto (Panta, 2024).

La cercanía de la granja a un colegio de nivel inicial permitiría a los niños tener un contacto directo con las gallinas, observando su comportamiento, recolectando huevos y aprendiendo sobre el ciclo de vida de estas aves. Además, la interacción con las larvas de la MSN debería fomentar el interés por la ciencia, ecología y economía circular.

Se amplió el proyecto en el 2024 para abordar una alimentación balanceada y saludable para los niños y sus familias con talleres prácticos, material educativo y actividades interactivas. Se incorporaron los huevos producidos en la granja que proporcionan mayores

proteínas y la interacción entre los profesionales especialistas y estudiantes de la carrera de Nutrición.



Figura 4. Niños comiendo los huevos producidos por gallinas alimentadas con larvas de mosca soldado negra. IEI n.º 003, San Martín de Porres, Lima.

PERSPECTIVAS SOBRE EL FUTURO DEL INSECTORIO DE LA UPCH

La UPCH ha creado recientemente departamentos de ingeniería en su Facultad de Ciencias e Ingeniería. En este marco, ha adquirido impresoras tridimensionales para tejidos orgánicos. El desarrollo de técnicas de impresión 3D de tejidos vivos está abriendo nuevas áreas de experimentación en farmacología, utilizando dos tipos de tintas validadas para dichas impresoras: colágeno y quitosano. La cría de las MSN genera una gran cantidad de quitina que se transforma fácilmente

en quitosano. Bajo la dirección del Dr. Denis Castillo, el Laboratorio de Química de la Vida estudia la fabricación a partir del quitosano de los tejidos vivos necesarios para aplicaciones de farmacología experimental (Castillo, 2024).

Nuestra experiencia en la cría y el uso de insectos comestibles debe mantenerse si queremos satisfacer las numerosas solicitudes de reciclaje de residuos orgánicos procedentes de diversas regiones del Perú (municipios, empresas y universidades).



Figura 5. Moscas soldado negras adultas (*Hermetia illucens*) criadas en el insectario del LID-UPCH.

REFERENCIAS

- Alvan-Aguilar, M., Diaz, E., Satalaya, H., Najar, J., Castillo, D., Ramírez, P., Rodríguez, L., Fernández, F. y Sauvain, M. (2024). Piscicultura sostenible en la Amazonía Peruana: alimentación de gamitanas *Colossoma macropomum* con harina de larva de la mosca detritívora *Hermetia illucens*, producidas por piscicultores de bajos recursos económicos. En Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, *SUSTENTA: Simpósio Internacional de Uso Sustentável e Tecnologias Alimentares para a Piscicultura familiar na Amazônia: Anais* (p. 44). <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/40473>
- Castillo, D. [entrevistado]. (2024, 12 de noviembre). *Moscas soldado negras: Innovación y Ciencia | Soy Cayetano* [video de entrevista]. En Universidad Peruana Cayetano Heredia. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ymRByx1Kgs>
- Castillo, D., Cabanillas, B., Landa, M., Ruiz, M., Diaz, A. y Sauvain, M. (2022). Characterization of compounds active against *Aeromonas hydrophila* isolated from the gut microbiome of *Hermetia illucens*. *Journal of Insects as Food and Feed*, 8(Suppl 1), S155. <https://www.wageningenacademic.com/doi/10.3920/jiff2022.s1>
- Correa, Y., Cabanillas, B., Jullian, V., Álvarez, D., Castillo, D., Dufloer, C., Bustamante, B., Roncal, E., Neyra, E., Sheen, P. y Sauvain, M. (2019). Identification and characterization of compounds from *Chrysosporium multifidum*, a fungus with moderate antimicrobial activity isolated from *Hermetia illucens* gut microbiota. *PLoS ONE*, 14(12), e0218837. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218837>
- Investigación en Cayetano (2020, 11 de noviembre). *Colaboración IRD-UPCH* [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=dln4uClppi8>
- Institut de Recherche pour le Développement (2024, 8 de julio). *Pisciculture durable en Amazonie* [video]. YouTube. <https://youtu.be/jwWS3glhFBQ?si=BiAPOMIFkbAYQQuS>
- Ocampo, P., Rojas, R., Amasifuen, C., Amasifuen, F., Amasifuen, M., Sangama, A., Castro, A., Ruiz, C., Correa, Y., Sauvain, M. (2019). *Sabrosos insectos peruanos: Del alimento tradicional a la innovación gastronómica*. Rosario Rojas Durán [editora].
- Panta, F. (2024, 19 de marzo). *La Dra. María Marull Espinoza fue reconocida como «nutricionista innovadora»*. Cayetano 360. <https://360.cayetano.edu.pe/noticias/la-dra-maria-marull-espinoza-fue-reconocida-por-el-colegio-de-nutricionistas-del-peru/>
- Parker, V., Castillo, D., Guzmán, J., Tuero, I., Tsukayama, P., Valdivia, J., Sifuentes, R., Díaz, E., Ruiz, R., Vilchez-Perales, R. y Sauvain, M. (2024, 19-22 de junio). *Development of a feed supplement utilizing live black soldier fly larvae (Hermetia illucens) to improve the productivity factors of free-range laying hens*. IV Congreso «Insects to Feed the World», Singapur.
- Ruiz, M., Castillo, D., Cabanillas, B., Haddad, M., Díaz, A. y Sauvain, M. (2024, 19-22 de junio). *Antibacterial potential of fungal bioactive molecules from Hermetia illucens gut against Salmonella enterica serovar Pullorum*. IV Congreso «Insects to Feed the World», Singapur.
- Sauvain, M. (2015, 4-5 de diciembre). *Présentation de Bioconvertin à la COP 21 de Paris: Des élevages moins émetteurs de gaz à effet de serre. Les insectes contre le réchauffement climatique*. Le Hub des Solutions Climat. <https://www.plateformesolutionsclimat.org/categorie/actualites/>