

Insectos en sistemas agroalimentarios: de la alimentación a la bioeconomía sostenible

En un contexto donde la seguridad alimentaria y la sostenibilidad son prioridades globales, el sistema agroalimentario enfrenta desafíos cada vez más complejos. La creciente demanda de proteína animal, la competencia por los recursos naturales y la necesidad de reducir el impacto ambiental de la producción agropecuaria han impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles. En este escenario, los insectos han emergido no solo como una fuente innovadora y eficiente de nutrición animal, sino también como una herramienta clave para la gestión de residuos, la optimización de sistemas productivos y el impulso de la bioeconomía. Su integración en sistemas agroalimentarios requiere un enfoque basado en la ciencia, la regulación y la adaptación a distintos contextos.

A nivel mundial, la investigación en este campo se ha centrado en la colecta, producción y transformación de un número limitado de especies con interés zootécnico, lo que ha permitido desarrollar protocolos estandarizados e integrarlos en sistemas agroalimentarios. Sin embargo, es crucial ampliar la perspectiva y reconocer los roles socioecológicos de los insectos, cuyo potencial va más allá de la producción animal. Estos organismos desempeñan funciones clave en los ecosistemas y pueden aportar soluciones innovadoras en la gestión de residuos, la seguridad alimentaria y la bioeconomía. No obstante, su aprovechamiento no puede seguir un modelo único; la selección de especies y el diseño de sistemas productivos se deben basar en un enfoque integral que contemple su viabilidad ambiental, económica y social, para asegurar estrategias sostenibles y adaptadas a cada contexto.

Para aprovechar plenamente el potencial de los insectos en el sistema agroalimentario y fortalecer su papel en la bioeconomía, es necesario, primero, avanzar en la bioprospección, mediante la identificación de sus servicios ecosistémicos y desafíos para explorar nuevas especies con aplicaciones más allá de la alimentación humana y animal. Segundo, es fundamental abordar el uso y la producción de insectos desde una perspectiva de escala, comprendiendo que sus objetivos e impactos varían según la región, el tipo de manejo y las necesidades locales. Estos aspectos se deben integrar de manera multidisciplinaria y colaborativa, al tomar en cuenta diversas perspectivas y mediante la adaptación a cada entorno. La selección de especies y el diseño de los sistemas productivos deben responder a un enfoque integral que garantice su viabilidad ecológica, económica y social, para asegurar estrategias efectivas y sostenibles en el marco de la bioeconomía.

La sostenibilidad en este campo se debe analizar con cuidado, ya que no es un concepto uniforme, sino que varía según el objetivo, el tipo de manejo y el contexto. Para que el uso de los insectos sea verdaderamente sostenible, es esencial equilibrar sus dimensiones ecológica, económica y social, considerando además su impacto en los ecosistemas, el bienestar animal y la seguridad alimentaria. En este sentido, el enfoque de One Health cobra relevancia al resaltar la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental. Su integración en los distintos servicios ecosistémicos

que ofrecen los insectos, así como la gestión de los riesgos asociados y su contribución a la sostenibilidad, se debe basar en datos concretos y sistemas de evaluación rigurosos que permitan medir su impacto de manera integral y contextualizada.

Los desafíos normativos siguen siendo una barrera importante para la expansión de esta industria. La estandarización de los procesos de producción, la seguridad sanitaria y la aceptación regulatoria varían entre países y continentes, lo que dificulta el acceso a mercados y la implementación a gran escala. A nivel global, los marcos normativos evolucionan para garantizar la inocuidad y calidad de estos ingredientes, lo cual facilita su integración en la industria agropecuaria. Sin embargo, en América Latina aún es necesario fortalecer la formulación de políticas públicas que respalden su adopción. Desde la Red de Insectos de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) impulsamos este proceso mediante la promoción del diálogo entre investigadores, productores y tomadores de decisiones, con el objetivo de avanzar en regulaciones que consoliden la industria de los insectos en la región.

El uso de insectos para abordar los desafíos del sistema agroalimentario ha avanzado significativamente en la última década, pero aún es necesario abordarlo bajo la perspectiva de uso y manejo sostenible. En el Centro de Investigación de Artrópodos Terrestres (CINAT), trabajamos en esta perspectiva mediante investigación aplicada, trabajo de campo y análisis de valor para fortalecer el papel de los insectos en sistemas productivos sostenibles. A través de iniciativas interdisciplinarias como Insectos por la Paz, EntoPro, BioInsectonomy, NutrInsecta e Insectonomy, en alianza con empresas e instituciones académicas nacionales e internacionales, promovemos soluciones innovadoras para el manejo de desechos, el empoderamiento comunitario y la exploración del potencial de los insectos desde su función ecosistémica y productiva. Estas iniciativas integran enfoques científicos, tecnológicos, sociales y económicos para desarrollar estrategias sostenibles adaptadas a distintos contextos.

En conclusión, la integración de los insectos en los sistemas agroalimentarios ofrece una oportunidad estratégica para mejorar la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y la bioeconomía. La investigación aplicada y la colaboración interdisciplinaria han permitido desarrollar protocolos productivos eficientes y explorar el potencial de los insectos más allá de la nutrición animal, abordando desafíos en la gestión de residuos y la producción sostenible. Para consolidar este avance, es clave fortalecer los marcos regulatorios, adaptar las estrategias productivas a cada contexto y asegurar que el desarrollo de sistemas agroalimentarios sea sostenible e inclusivo. Además, en las carreras agropecuarias es necesario fortalecer esta nueva línea de trabajo e investigación para seguir explorando el potencial que la biodiversidad ofrece en el contexto agroalimentario.

Karol B. Barragán-Fonseca

Médica Veterinaria, Magíster en Biología, Doctorado en Production Ecology and Resource Conservation de Wageningen University, Países Bajos.
Profesora Asociada del Departamento de Producción Animal
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Insects in agri-food systems: from nutrition to a sustainable bioeconomy

In a global context where food security and sustainability are top priorities, the agri-food system faces increasingly complex challenges. The growing demand for animal protein, competition for natural resources, and the need to reduce the environmental impact of agricultural production have driven the search for more sustainable alternatives. In this scenario, insects have emerged not only as an innovative and efficient source of animal nutrition but also as a key tool for waste management, the optimization of production systems, and the advancement of the bioeconomy. Their integration into agri-food systems requires a science-based approach, appropriate regulatory frameworks, and adaptation to diverse contexts.

Globally, research in this field has focused on the collection, production, and processing of a limited number of species of zootechnical interest, enabling the development of standardized protocols and their integration into agri-food systems. However, it is crucial to broaden this perspective and recognize the socio-ecological roles of insects, whose potential extends beyond animal production. These organisms play key roles in ecosystems and can contribute to innovative solutions for waste management, food security, and the bioeconomy. Nevertheless, their utilization cannot follow a one-size-fits-all model; species selection and the design of production systems must be based on a comprehensive approach that considers environmental, economic, and social viability, ensuring sustainable and context-adapted strategies.

To fully harness the potential of insects in the agri-food system and strengthen their role in the bioeconomy, two key steps must be taken. First, bioprospecting efforts should be expanded to identify their ecosystem services and challenges, thereby enabling the exploration of new species with applications beyond human and animal nutrition. Second, the use and production of insects must be addressed from a scaling perspective, recognizing that objectives and impacts vary by region, management type, and local needs. These aspects must be integrated through multidisciplinary and collaborative approaches, considering diverse perspectives and adapting to specific environments. Species selection and system design should follow a holistic framework that ensures ecological, economic, and social feasibility, fostering effective and sustainable strategies within the bioeconomy.

Sustainability in this field must be carefully analyzed, as it is not a uniform concept but varies according to objectives, management types, and contexts. For insect utilization to be truly sustainable, it is essential to balance its ecological, economic, and social dimensions while also considering its impact on ecosystems, animal welfare, and food security. In this regard, the One Health approach is particularly relevant, as it emphasizes the interconnectedness of human, animal, and environmental health. The integration of insects into various ecosystem services—as well as the management of associated risks and their contribution to sustainability—must be based on concrete data and rigorous assessment systems that enable comprehensive and context-specific impact evaluation.

Regulatory challenges remain a significant barrier to the expansion of this industry. The standardization of production processes, sanitary safety, and regulatory acceptance vary across countries and continents, complicating market access and large-scale implementation. Globally, regulatory frameworks are evolving to ensure the safety and quality of these ingredients, facilitating their integration into the agricultural industry. However, in Latin America, further efforts are needed to strengthen public policies that support their adoption. The Insect Network of the Latin American Association of Animal Production (ALPA) is actively promoting this process by fostering dialogue among researchers, producers, and policymakers to advance regulations that consolidate the insect industry in the region.

The use of insects to address challenges in the agri-food system has advanced significantly over the past decade, yet it must continue to be guided by principles of sustainable use and management. At the Terrestrial Arthropod Research Center (CINAT), we work within this framework through applied research, fieldwork, and value chain analysis to strengthen the role of insects in sustainable production systems. Through interdisciplinary initiatives such as *Insectos por la Paz*, *EntoPro*, *BioInsectonomy*, *NutrInsecta*, and *Insectonomy*—in collaboration with national and international companies and academic institutions—we promote innovative solutions for waste management, community empowerment, and the exploration of insects' ecosystemic and productive potential. These initiatives integrate scientific, technological, social, and economic approaches to develop sustainable strategies tailored to different contexts.

In conclusion, the integration of insects into agri-food systems presents a strategic opportunity to enhance food security, sustainability, and the bioeconomy. Applied research and interdisciplinary collaboration have facilitated the development of efficient production protocols and expanded the potential of insects beyond animal nutrition, addressing challenges in waste management and sustainable production. To consolidate this progress, it is essential to strengthen regulatory frameworks, adapt production strategies to specific contexts, and ensure that the development of agri-food systems remains sustainable and inclusive. Moreover, agricultural science curricula must reinforce this emerging field of research and practice to further explore the potential that biodiversity offers within the agri-food context.

Karol B. Barragán-Fonseca

Veterinarian with a Master's in Biology and a PhD in Production Ecology and
Resource Conservation from Wageningen University, the Netherlands
Associate Professor, Department of Animal Production
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Sciences
National University of Colombia, Bogotá