

Licencia Creative Commons (CC BY-NC 4.0)
Artículos Científicos
DOI: <http://En asignación>

Insectos comestibles como modelo de negocio sostenible: Revisión Sistemática

*Edible Insects as sustainable business model:
Systematic Review*

Adriana Inés Arroyo Marlés ^a

Recibido: 10 de abril de 2023.
Aceptado: 7 de agosto de 2023.

^a Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas/Facultad de Ingeniería, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia. Contacto: arroyoadriana@unbosque.edu.co | ORCID: [0000-0002-3577-292X](https://orcid.org/0000-0002-3577-292X)

Cómo citar:

Arroyo-Marlés, I., (2023). Insectos comestibles como modelo de negocio sostenible: Revisión Sistemática, *UVserva*, (16), 188-205. <http://enasignacion.mx>

Resumen: Para alcanzar el Objetivo de Desarrollo sostenible 2 Hambre Cero, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), enfatiza la necesidad de revisar la disminución acelerada de recursos naturales en la industria agroalimentaria, para alimentar a más de 9.000 millones de personas, en el año 2030. Por esta razón, FAO hace un llamado a todos los actores de la cadena a abordar la seguridad alimentaria desde fuentes menos convencionales, como el uso de insectos comestibles para el consumo humano. La literatura científica y empírica revisada hasta el momento, da cuenta de los beneficios del cultivo de insectos comestibles para su comercialización y posterior consumo humano. Esta actividad económica, apunta al cumplimiento de la matriz de la triple cuenta de resultados, optimizando costos económicos en los procesos de producción, creando empleos directos e indirectos, revalorizando tradiciones ancestrales y disminuyendo la degradación ambiental si se compara con la actividad ganadera. Mediante la revisión sistemática de literatura, este artículo recoge los resultados más recientes sobre los beneficios mencionados, desde una mirada crítica de las condiciones legales y la viabilidad de implementar estrategias de mercadeo, para incentivar el consumo de insectos comestibles, especialmente en América Latina.

Palabras clave: ODS 2 Hambre Cero; economía circular; sostenibilidad; insectos comestibles; marketing.

Abstract: *To achieve the SDG 2 Zero Hunger, the Food and Agriculture Organization (FAO), emphasize the need to review new protein alternatives and the accelerated decline of natural resources in the agrifood industry, in order to feed more than 9.000 people in 2030. Thus, FAO, calls upon all actors involved in this chain, to tackle the food security, through less conventional food sources as the use of insects for human consumption. The scientific and technical literature, revised so far, serves to highlight the edible insects farming benefits for its commercialization and further human consumption. This economic activity, aims at the triple bottom line fulfillment, optimizing production costs, creating direct and indirect jobs, revaluating ancient traditions and reducing the environmental degradation when compared to livestock activity. Implementing a systematic review, this article is committed to summarize the most recent scientific evidence regarding the mentioned benefits, through a critical view of the legal conditions and the feasibility of applying marketing strategies to stimulate, globally, the consumption of edible insects, especially in Latin America.*

Keywords: *SDG 2 Zero Hunge; Circular Economy; Sustainability; Edible Insects; Marketing.*

Introducción

DE acuerdo con las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, en adelante FAO, para el año 2050 será necesario aumentar la producción de alimentos para el consumo humano en un 70% y

mientras estas cifras aumentan, también lo hacen, aquellas que evidencian pérdidas y despilfarro alimentario; en América Latina y El Caribe se pierde el 11,6% de los alimentos, desde la producción hasta su comercialización minorista, esto equivale a 220 millones de toneladas al año con un costo económico de 150.000 millones de dólares.

El impacto llega a dimensiones mayores, no sólo a nivel económico, sino también social y ambiental; a nivel social, este fenómeno recrudece las deficiencias en la consecución de seguridad alimentaria de las poblaciones más vulnerables; en cuanto a lo ambiental, la pérdida de alimentos representa un aumento en los desechos orgánicos que son responsables de por lo menos el 7% de las emisiones de gases de efecto invernadero. De acuerdo con el estudio sobre el estado de la agricultura a nivel global de FAO (2019a), las pérdidas de alimentos, conllevan el desperdicio de recursos económicos y naturales utilizados en la producción como tierra, agua, energía e insumos; por tanto, producir comida que va a terminar en un vertedero de residuos, supone emisiones innecesarias de gas carbónico que contribuyen al calentamiento global y cambio climático y desde luego, al despilfarro de costos económicos.

En este escenario, surge la necesidad de extender y popularizar nuevas formas de proteína en la industria alimentaria, dirigidas al consumo humano a nivel global, como la ingesta de insectos, normalizada desde las costumbres gastronómicas de culturas prehispánicas en América Latina, entre otras regiones del mundo.

Autores como Lange y Nakamura (2021), Ros-Baró et al., (2022), Tanga et al., (2021a), confirman las bondades de la entomofagia como fuente alternativa de alimento no solo en zonas de bajos recursos, sino también en regiones de ingresos económicos altos.

Los retos principales que se evidenciaron en la presente revisión de literatura sobre la escalabilidad de la industria de insectos como alimento humano fueron: obstáculos legislativos y el rechazo especialmente en países occidentales desarrollados, por considerar este alimento como inicuo y desagradable.

Además, la más reciente problemática originada en tiempos de pandemia, es la de responder de manera efectiva, ante la preocupación de contagio de una enfermedad zoonótica. Estudios recientes como el de Ramírez et al., (2022), demuestran que los contextos epidemiológicos son mucho más complejos y es poco frecuente que insectos comestibles, puedan transmitir infecciones a los humanos. Avendaño et al., (2020a) y Uhart (2021), resaltan las propiedades bioactivas de los insectos comestibles, especialmente de aquellos compuestos que interactúan con los procesos biológicos del cuerpo humano durante la digestión y ejercen efectos positivos como la protección contra el estrés oxidativo y los daños causados por los radicales libres.

Mediante la revisión sistemática de literatura, este artículo busca proporcionar una visión integral sobre el potencial de crecimiento de la producción y comercialización de insectos comestibles, desde una mirada crítica de las condiciones legales y la necesidad de implementar estrategias de mercadeo, para incentivar su consumo especialmente en América Latina.

1. Método

La metodología aplicada de revisión sistemática de literatura científica como técnica exploratoria y analítica, permitió identificar, seleccionar y evaluar críticamente los artículos publicados, en torno a los principales retos que enfrentan los negocios de transformación de insectos comestibles para ingesta humana, especialmente en América Latina.

Siguiendo el protocolo de aplicación metodológica de Díaz (2009) se determinó como cuestionamiento: ¿cuáles son los principales retos que deben afrontar los negocios de transformación de insectos como proyecto productivo especialmente en América Latina?

Se estimaron como fuentes primarias los capítulos de libros, tesis de doctorado, monografías y publicaciones sobre esta temática además de reportes e informes de organismos internacionales que son referentes en la materia como FAO y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, EFSA; ésta última se consultó puesto que es el principal organismo que proporciona los métodos científicos para alertar sobre problemas que afecten a la seguridad alimentaria para los países miembros de la Unión Europea y sirve como referente de buenas prácticas a implementar.

Las bases de datos abiertas de libre acceso que se consultaron fueron Science Open, Dialnet y Redalyc. Igualmente se revisaron los repositorios institucionales de la Universidad Autónoma de México, UNAM, el Centro de Investigación de Ecología y Medio Ambiente de México, INECOL y la Revista de la Sociedad Química de México.

Se aplicaron criterios de inclusión seleccionando dos rangos de años, el primero del año 2000 al 2017 enfocado a revisar metodología y evidencias científicas sobre la inocuidad de la ingesta de insectos comestibles. El segundo rango del 2017 al 2022, permitió identificar literatura sobre estudios de factibilidad de negocio y también marcos normativos y legales en Europa y Estados Unidos.

Otros criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta, fueron principalmente el idioma español, aunque se consultaron fuentes en idioma inglés, y AND como operador booleano aplicando la combinación de palabras clave: plan- modelo - negocio - comercialización -factibilidad - producción - harina - insectos - dieta -humanos.

La evaluación de pertinencia de los estudios hallados se basó especialmente en el cumplimiento del criterio de inclusión de rangos de años.

Finalmente, se escogió al gestor de referencias bibliográficas Mendeley, debido a la facilidad que presta al importar ficheros bibliográficos de Refworks, en donde ya se habían hecho consultas previas para la consolidación del presente artículo y permitió la organización de los datos obtenidos, por medio de la creación de carpetas y subcarpetas.

2. Entomofagia: Práctica milenaria, solución del futuro

La repulsión al consumo de insectos en varias culturas, ha sido señalada por Avendaño *et al.*, (2020b); Fleta (2018); Namkung y Jang (2017a), argumentando razones culturales como el hecho de considerar a los insectos como animales portadores de enfermedades, cuya apariencia es desagradable.

Sin embargo, su consumo no solo ha sido un hábito común en varias regiones del mundo, sino que ha representado la manera más viable para adaptarse al medio natural en el que se vive, beneficiarse de los recursos que este medio le ofrece y finalmente, asegurar la conservación de la especie, tal y como lo refieren en sus revisiones de antropoentomofagia, Morales et al., (2022), Ramos y Pino (2001a). De acuerdo con Costa y Dunkel (2016a), la entomofagia representó una práctica milenaria de algunos clanes paleolíticos, quienes adaptándose al medio en el que vivieron, enriquecían su dieta carnívora con plantas, frutos e insectos como larvas, abejas y termitas.

Para Van Huis (2017), teniendo en cuenta la contribución estacional de los insectos a la dieta, su aporte de nutrientes, el bajo riesgo de su recolección comparada con las labores de caza y la división del trabajo por género (agrupaciones de mujeres que se encargaban de tareas que requerían menor esfuerzo físico), los insectos se constituyeron como el alimento tradicional de muchos grupos étnicos; por la evidencia arqueológica revisada por Doval (2005), es muy probable que los insectos fueran un componente dietético importante para los primeros humanos.

Ahondando en la historia del consumo de insectos, De Allende (2009), en su tesis doctoral, registra referencias de costumbres entomofágicas, encontradas en diferentes escritos del cristianismo y en la antigua Grecia: en el Levítico y el Deuteronomio, dos de los cinco primeros libros de la Biblia, se habla del consumo de grillos y saltamontes como alimentos puros. Los pasteles de saltamontes consumidos por los griegos y las hembras de cigarra con huevos dentro de su estómago, son platos que evidencia Aristóteles en su trabajo, *Investigación de los animales*, como parte de su obra conservada en temas de biología y zoología.

Ambrosio et al. (2010a), registran que, en décadas recientes, el consumo de insectos se ha mantenido vigente entre diversas comunidades indígenas, los cuales aún se conservan distribuidos en el centro y sur de México: es constante el consumo de insectos, ya sea por arraigo a sus tradiciones o limitantes económicos, y se destacan los grupos étnicos como los mixtecos, zapotecos, nahuas y otomíes, quienes han preservado numerosas formas de preparación y recetas.

Aunque el desarrollo de la agricultura y la ganadería, sustituyeron en buena parte la caza y la recolección como medio de subsistencia, hoy en día el consumo de insectos, es una práctica alimenticia habitual en buena parte de todos los continentes, así lo describen Costa y Dunkel (2016b), cuando revisan innovaciones en tendencias alimentarias, aunque sean consideradas como prácticas primitivas, especialmente por culturas europeas. Las brochetas de escorpiones, larvas hervidas, grillos y escarabajos fritos y otros insectos cocidos o vivos, han hecho parte de la oferta en diversos puestos en mercados alimentarios de ciudades asiáticas y africanas, desde épocas remotas.

Algunos estudios sobre comparativas nutricionales como las de Loiácono (2004) y Mendaza (2017), afirman que es necesario revisar el volumen de ingesta de insectos comestibles: aunque las cantidades de proteínas y micronutrientes de los insectos son evidentes, no es significativo su valor nutricional para el consumo humano, pues éste se encuentra relacionado con su aporte por ración; esto implicaría que la cantidad de ingesta de insectos debería ser muy alta y cotidiana, para conseguir los beneficios de su riqueza proteica.

Analizando estos hallazgos, es necesario apuntar que, los insectos representan un porcentaje medio de nutrientes dentro de la dieta diaria para el consumo humano, tal y como lo referencian Ramos y Pino (2001b), por lo que se podría pensar que sólo muy pocas especies de insectos serían adecuadas para suplir los requerimientos vitamínicos del ser humano; frente a esta argumentación, Ravagli (2021a), sostiene que la dieta de un ser humano adulto, está formada por diversos alimentos, cuyos nutrimentos se sinergizan y la suma de ellos es finalmente, la que da el aporte total.

Frente a la finitud de recursos naturales y por consiguiente el ya insuficiente acceso equitativo a dietas adecuadas, resulta de interés, el atender las propuestas de biólogos, ingenieros de alimentos y socio ecólogos, entre otros investigadores, quienes apuestan por la entomofagia como una manera de alimentación alternativa y/o suplementaria frente al consumo de alimentos cárnicos habituales.

Uno de los principales organismos internacionales que promueve la ingesta de insectos comestibles es FAO, y para ello ha adelantado la implementación de diversas acciones, entre ellas, organizar paneles de expertos académicos y consultores, con el ánimo de analizar y determinar medidas para que la ingesta de insectos sea una alternativa contra la malnutrición. Así lo refieren Quirce et al. (2013b), señalando como prioritarias las conclusiones del evento liderado por FAO y la Universidad de Wageningen en el 2012, en la cual se destacó que los insectos pueden ser una alternativa para paliar la malnutrición o el hambre, además de una oportunidad de empleo e ingresos para personas de bajos recursos.

De acuerdo con Vázquez (2019), en su propuesta de menú de cinco tiempos, más de 1900 especies de insectos son comestibles y se consumen hervidos, fritos, marinados, cocidos y molidos en forma de pasta o harina; si se tiene en cuenta que el índice de conversión de recursos vegetales en minerales y proteínas, es decir, la eficiencia de los insectos para transformar el alimento que consume en masa corporal es mucho más alta que en las aves de corral y ganado vacuno, se tiene que, el impacto ambiental y económico para su crianza, se minimiza considerablemente, teniendo en cuenta la relación de beneficios frente a la poca cantidad de insumos y recursos que se requieren para su crecimiento.

Los insectos tienen un alto contenido de proteínas, micronutrientes y ácidos grasos esenciales como omega 3 y omega 6. La **Tabla 1** muestra un comparativo general de dichas características, en 100 gramos de peso de individuos adultos de las especies aquí referenciadas.

Tabla 1
Comparativa de valores proteicos

Fuente de Proteína	Proteína	Micronutrientes (Calcio, hierro, zinc)	Omega 3 y 6
Saltamontes y orugas (peso en seco)	68% - 70%	10% - 20%	10% -12%
Pollo	20% - 22%	8%	0.46%
Vaca	50% - 51%	6% - 9%	9.3%

Fuente. Elaboración propia a partir de FAO (2019b)

A manera de respuesta, para mitigar la emergencia climática y los grandes inconvenientes de hambrunas mundiales, la crianza de insectos también genera

beneficios ambientales y sociales; entre los primeros es de fácil aceptación la optimización de la gestión de tierra para su crianza, puesto que no se requiere ampliar las fronteras agrícolas, como sí sucede con las actividades agropecuarias que normalmente implican el intensificar la tala de árboles y, por consiguiente, la deforestación. Steinfeld *et al.* (2009a) registran que, en total, a la producción ganadera se destina el 70 por ciento de la superficie agrícola y el 30 por ciento de la superficie terrestre del planeta.

El aumento de estas actividades, es proporcional a su impacto negativo en el ambiente; a mayor producción ganadera, se necesitarán mayores extensiones de pastos y soya para su alimentación, reduciendo los hábitats naturales y restringiendo de un lado, el empleo de tierras fértiles para la siembra de productos de consumo humano, por otro, el incremento de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Las actividades pecuarias contribuyen en gran medida a la producción de óxido nitroso, el más potente de los tres principales gases de efecto invernadero, para Steinfeld *et al.* (2009b), estas actividades son responsables del 65 por ciento de las emisiones antropogénicas globales.

De otra parte, la eficiencia de conversión de alimentos de los insectos clasificados como comestibles, es un aspecto a considerar para estudios de factibilidad de producción y comercialización, como lo señala FAO (2019c), si se tiene en cuenta que sin que se optimicen aspectos genéticos, ni mejorando dietas, pueden producir 1kg de masa alta en proteínas, por cada 2 kg de alimento, mientras que el ganado requiere 8 kg de alimento para producir el mismo kg de masa corporal.

Así, se tiene que la crianza, recolección y producción masiva de insectos y subproductos para consumo humano, requiere menos insumos y una tecnología cuya inversión es accesible para empresas pequeñas y medianas, lo que puede garantizar una mayor comercialización, una diversificación de ingresos por la creación de empleo directo e indirecto y la mejora en la calidad de vida, especialmente de comunidades vulnerables, a nivel global.

3. Normativas aplicadas y por aplicar

En buena parte de Europa, el consumo de insectos está restringida; solamente en el primer trimestre del 2021, la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria EFSA, aprobó el uso alimentario para el consumo humano del gusano de la harina o larva de escarabajo oscuro (*Tenebrio molitor* larva), después de aceptar sus beneficios nutritivos como insumo en harina para elaborar snacks y descartar posibles inconvenientes con la estabilidad del alimento, mientras se cumpla con unos límites controlados de producción.

Es de mencionar que la normativa europea, en cuanto a alimentación para seres humanos, determina que cualquier alimento que no se hubiese estado consumiendo de manera significativa antes de mayo del año 1997 se considera Novel Food o Nuevo Alimento. Como señala el Diario Oficial de la Comisión de la Unión Europea, en el Reglamento de Ejecución UE (2018), esta categoría comprende, además de los nuevos

alimentos, alimentos procedentes de nuevas fuentes, nuevas sustancias utilizadas en los alimentos y nuevas formas y tecnologías para elaborar alimentos.

A petición de la Comisión Europea, el Panel de Nutrición EFSA, Nuevos Alimentos y Alérgenos Alimentarios (NDA), se solicitó que emitiera una opinión sobre el gusano de la harina amarillo seco (*Tenebrio molitor* larva) como nuevo alimento (NA) de conformidad con el Reglamento (EU) 2015/2283. Se le propuso como NA, utilizar el insecto seco entero como snack y como ingrediente alimentario en una serie de productos alimentarios. La población objetivo propuesta por el solicitante es la población general. En EFSA Journal (2021), el Panel observó que teniendo en cuenta la composición del NA y las condiciones de uso propuestas, el consumo de NA, no es nutricionalmente desventajoso.

De acuerdo con EFSA, el desarrollo e implementación de este marco normativo sobre producción, transformación y consumo de insectos, en Europa ya es un hecho, sin embargo, países como Italia, Suecia, Francia, Luxemburgo, entre otros, aún revisan la normatividad en sus territorios.

En otros continentes el consumo de insectos es un valor diferencial para el sector turístico, el cual es aprovechado, como elemento diferencial a ser incluido en rutas gastronómicas para turistas locales e internacionales, como lo revisan Ambrosio et al., (2010b); tal es el caso de algunos estados en México como Guerrero y Oaxaca entre otros y en países del Sudeste asiático como Indonesia y Tailandia.

Ravagli (2021b), recoge casos de normativas y leyes en el continente asiático y destaca las acciones de organismos gubernamentales como el Ministerio de Salud en China, el cual regula la producción y el consumo de insectos: en el año 2014 determinó, que las pupas de gusano de seda son un alimento funcional. Otro organismo revisado por este autor es la Administración de Medicamentos y Alimentos de Corea del Sur, que legalizó al gusano de harina y los grillos como alimentos, en el año 2016.

A pesar de estas prácticas comunes y su aprovechamiento comercial, en la mayoría de estos territorios, su explotación se continúa realizando con técnicas tradicionales que descuidan su inocuidad, lo que podría corregirse, como lo mencionan Apfelbaum et al., (2019) mediante la estandarización de normativas que regulen la calidad del mantenimiento, transformación, conservación y comercialización de estas especies, para el consumo humano.

4. Insectos al plato

En la actualidad se consumen insectos en variadas formas normalmente se consumen sazonados y fritos, horneados, ahumados, hervidos, azucarados, marinados en jugo de limón e incluso bañados en salsa de licores diferentes o pulverizados como ingrediente dentro de platos elaborados.

Como lo señala Navarrete (2018), la oferta de insectos comestibles es variada y se puede encontrar especialmente en países asiáticos como Laos, Tailandia, Japón y China; allí hacen parte de dietas diarias ofrecidas en carritos y puestos callejeros, máquinas expendedoras o restaurantes de alta cocina, como *Insects in the Backyard*, en Bangkok; también existen supermercados especializados, como la tienda *Take-Noko*, que

pertenece al minorista Takeo, transformador de insectos en alimentos y bebidas, con sede en Tokyo y maquilas en la ciudad de Isehara. Payne (2015) registró que la oferta de productos consiste en snacks, helados a base de grillos y bebidas como la sidra Tagame, hecha a base de *lethocerus deyrollei* comúnmente conocido como escarabajo de agua gigante.

El continente en donde se evidencia la mayor aversión a la entomofagia es el europeo; allí las dietas que contengan insectos, son poco comunes, sin embargo, en países como Holanda hay una creciente línea de investigación según Baiano (2020), resaltando un buen número de estudios sobre la inocuidad de dietas a base de insectos comestibles, lo que ha permitido el surgimiento de empresas que han construido el ecosistema de cultivo, transformación y comercialización, para el consumo humano.

Aunque aún siguen siendo preferencias de nicho, los insectos transformados comienzan a hacerse un campo en el mercado en otros países de Europa, tal y como lo señalan Quirce et al. (2013c), quienes registran que en Francia existen evidencias de la incorporación de insectos, como ingredientes en platos elaborados, y en Inglaterra, los insectos se comercializan en forma de snacks, como el grillo thai al curry, los gusanos fritos o las hormigas tostadas, que importan sobretodo de Tailandia.

En el continente americano, es de especial consideración, revisar lo significativo de los insectos en México, presentes en diversos rasgos de arraigo cultural, abarcando la medicina, lo religioso y desde luego lo nutricional, pues más allá de una opción alimentaria, el consumo de insectos por los pueblos prehispánicos en este país, estaba ligado a prácticas sagradas y ceremoniales: En Tula y en Chiché Itzá, la mariposa era usada en los sellos para imprimir diseños en vasijas de barro y como distintivo de los dirigentes, como lo indica González (2009).

Los antiguos mexicanos conocían muy bien su ciclo de vida y sus hábitos: a los huevecillos les llamaban “ahuauhpalotl”, a las orugas “ocuilpalotl” y a las crisálidas “cochipilotl”. Como lo refiere Arellano (2022), en la cultura maya las mariposas eran consideradas las almas de guerreros muertos en batallas o sacrificios. Otra referencia a la importancia de este grupo animal para los antiguos pobladores mexicanos, lo cita Mentz (2017), en la lista de topónimos en náhuatl, de diferentes lugares como Chapultepec, Chapulhuacán, Chapulapa cuyo sufijo chapul significa chapolin o grillo; Papalotla del municipio de Tlaxcala y el río Papaloapan del náhuatl papalotl que significa mariposa.

En el caso de Colombia, los insectos también son un grupo animal abundante, por lo que ha sido aprovechado por algunos de los pueblos indígenas aún existentes en las comunidades del oriente amazónico, no sólo para su autoconsumo, sino también para su recolección y procesamiento como actividad económica.

Beltrán (2019) y Cabrera (2021) han documentado el caso de las larvas del coleóptero Rp (*Rhynchophorus palmarum*) o mojoyoy como allí se les llama, que son cultivadas y recolectadas de las palmas de aguaje, una especie de palmas características de las áreas pantanosas de la triple frontera amazónica formada por la convergencia de los límites entre Perú, Colombia y Brasil.

Estas larvas, se conocen con el nombre de Chontacuro en Ecuador y Tuyu Tuyu en Bolivia; de este último país, son de mencionar las experiencias de Yumi Herrera, chef e instructora de pastelería, del Instituto Gastronómico de Cochabamba y Marsia Taha,

Chef revelación femenina 2021 distinción otorgada por la lista de 50 Best Restaurants, del restaurante Gustu, vocablo quechua que significa sabor; en ambos casos, se revalorizan recetas tradicionales y productos nativos, con gran aporte de proteínas, sin olvidar la construcción y presentación final del plato, componente de vital importancia a la hora de sensibilizar al consumidor final, hacia el consumo de insectos.

En el mencionado restaurante, el Tuyu Tuyu es considerado una rica fuente de vitaminas A y E y está incluido en el menú de degustación como snacks; la presentación de dicho plato se puede detallar en la Figura 1; para llegar al comensal, el plato pasa por el proceso de diseño, bajo controles de calidad de insumos, técnicas de preparación y aceptabilidad final, demostrando la relevancia de estos insectos en la región, así lo refiere Vera (2022).

Figura 1

Tuyu Tuyu y miso de albahaca, espolvoreado con ají padilla



Nota: Gustu (2021). Foto: Christian Gutiérrez

Trejo (2021), en su revisión de la gourmetización de la cocina tradicional, afirma que cada vez más, la presentación de los platos en restauración es un factor diferencial, y siendo un sector tan competitivo, es un reto para los gestores de negocios de primera categoría, conseguir el equilibrio entre la selección de insumos de calidad, la preparación y finalmente que la mise en place reúna las características de color, cantidad y simetría, que puedan reflejar la construcción y esfuerzos previos.

Lo anterior evidencia la creciente búsqueda de experiencias en la gastronomía, donde el comensal será el foco central de la implementación de un ambiente físico acogedor, tiempos de espera y de servicio óptimos, para que la elaboración y presentación de menús –como principales protagonistas– consigan la mejor recordación, y desde luego la fidelización y compra frecuente de parte del cliente.

Herrera y Pazmiño (2022), resaltan la función de los colores en la alimentación, siendo los primeros, indicadores del nivel calidad nutricional; en frutas y verduras, por ejemplo, la intensidad del color promete un insumo maduro y apto para el consumo, a la hora de la compra en un restaurante. Igualmente, el estudio del color, en el momento de preparar la presentación, completarán la experiencia del cliente.

Así se tiene que el diseño de los platos, que incluyan como ingrediente a los insectos, resulta un valor diferencial y en algunos casos, una sólida estrategia de venta para motivar a nuevos comensales a probar y consumirlos de manera regular.

En cuanto a la sensibilización del consumidor hacia dietas más saludables, es necesario divulgar con mayor efectividad, que los alimentos frescos no procesados de consumo diario, no provienen de un entorno totalmente aséptico; por el contrario, cuanto más orgánico sea el proceso de cosecha y pos cosecha de frutas y verduras, menor cantidad de químicos tendrá, lo que conlleva a que la oportunidad de encontrar e ingerir insectos sin saberlo, sea mayor. Sartirani y Bolaños (2021) mencionan que un adulto consume, sin saberlo, entre 300 a 900 gramos de insectos al año en promedio.

Díaz (2011), menciona que una mínima cantidad de insectos puede hacer parte de frutas procesadas en la elaboración de jugos naturales o mermeladas y su ingesta sea inconsciente. Igualmente ocurre con el café triturado, harinas y salsas y, por último, el colorante rojizo de bebidas como yogures que cuentan con la aceptación del consumidor final, provienen del ácido carmínico del *Dactylopius coccus*, conocido como cochinilla en varios países de América Latina y España.

En cuanto a las principales limitaciones para la comercialización de platos preparados con insectos, como ya se ha mencionado en el presente trabajo, se encuentran las barreras culturales de aceptación, basadas en los posibles riesgos de ingesta de este grupo de animales, percibidos como portadores de enfermedades. Igualmente, se evidencia un rechazo a su aspecto y presentación.

Una alternativa viable a esta problemática, es la adopción de estrategias de marketing verde o marketing ecológico por parte de la empresa, para contribuir al fortalecimiento de marca, tal y como lo resaltan Namkung y Jang (2017b), en los restaurantes de bajo presupuesto, la percepción de los clientes sobre la imagen ecológica es significativamente alta, si se relaciona con las prácticas centradas en el medio ambiente y en los alimentos.

De otra parte, la implementación de prácticas de economía circular en el ámbito gastronómico puede ofrecer una serie de beneficios significativos, como el aprovechamiento de alimentos no convencionales, haciendo referencia al uso de harinas de insectos comestibles, que apuntan a la innovación y creación de nuevos modelos de negocio, como lo señala Correa (2021).

5. Resultados

La entomofagia es una práctica que se remonta a tiempos ancestrales, que en algunos lugares del mundo se sigue preservando como dieta diaria por considerarse como una alta fuente de proteínas; más recientemente estas prácticas se han constituido como el atractivo turístico principal dentro de exóticas rutas gastronómicas. Sin embargo, también se registra un rechazo a la ingesta de insectos, que aun habiendo sido categorizados como inocuos por autoridades sanitarias, se mantienen barreras culturales frente a su consumo, en algunos países europeos.

Frente a esta problemática, la regulación de nuevos ingredientes para alimento de humanos, es una tarea recientemente asumida por las entidades de vigilancia y control alimentario. Al respecto, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria EFSA, lidera el Programa Nuevos Alimentos, pues según los lineamientos de la Unión Europea, cualquier alimento que, antes de mayo de 1997, no se estuviera consumiendo con cierta regularidad por una población, se considera un nuevo alimento.

En enero del 2021, la EFSA, falló favorablemente la producción y comercialización del tenebrio molitor, conocido como el gusano de la harina, entero y seco, triturado y convertido en harina para incluirlo como ingrediente en diferentes alimentos para humanos. De acuerdo con Pino (2002), el 75% del peso de un chapulín adulto, corresponde a proteína, adicionalmente contienen importantes concentraciones de vitaminas y fibra, por lo que se constituyen como un complemento alimentario en la dieta de seres humanos, de fácil acceso y costo.

Revisando la aceptación de los insectos como proteína, se tiene que, en mercados asiáticos, estos hacen parte de la dieta diaria, lo que ha permitido tener una amplia oferta de productos y empresas, dedicadas a la misma actividad, fortaleciendo el ecosistema del negocio. En Estados Unidos y Canadá, se encontró el auge de empresas dedicadas a la comercialización de barras de cereales e insectos, aptos para consumo humano, como ingrediente alimentario; esto debido a la influencia de los inmigrantes procedentes, sobretodo, de Asia y México, e incluso ya se pueden encontrar restaurantes donde degustar a los insectos.

La aplicación de la metodología descrita facilitó evidenciar que, durante los últimos cinco años, hay una inclinación en disciplinas como la administración de negocios y la ingeniería industrial, a revisar casos de estudio sobre la viabilidad de modelos de negocio para productos finales con bases alimentarias de insectos; se pone de manifiesto la necesidad de integrar y aplicar conceptos teóricos para solucionar situaciones problema reales en cuanto a gobernanza alimentaria y sostenibilidad, especialmente en América Latina.

Como se referencia en la tabla 2, se encontró que, de 35 abstracts revisados, 25 corresponden a estudios de factibilidad de negocio para la producción y comercialización de harina de insecto, como alimento para humanos, ya sea en barritas de cereales o en harina para mezclas de galletas o panadería. Estos estudios siendo el primero del año 2009, han sido desarrollados en universidades públicas y privadas de México, como el país en donde hay un mayor número de artículos sobre la temática, seguido de Ecuador, Chile, Perú y Colombia.

Tabla 2

Producción científica sobre factibilidad de negocio para insectos comestibles

Año	País	Número de Artículos
2009	México	2
2019	México	5
2020	México, Chile, Colombia	10
2021	Chile, Perú, Ecuador	4
2022	México, Ecuador, Perú	4

Fuente: Elaboración propia a partir de Acevedo (2021).

De acuerdo con Carmona (2021), las propuestas de modelos de negocio que han demostrado alto grado de viabilidad, evidencian que la comercialización de insectos no puede ser masiva de momento, aunque el nicho de mercado, objeto de estudio, cuenta ya con un grado de sensibilización hacia la necesidad de consumo de proteínas alternativas, y estándares en la relación calidad precio, de productos alimenticios orgánicos con menos pesticidas en su producción.

Este ha sido uno de los principales hallazgos revisado por estudios de benchmarking como el de Peña (2020) y Tanga et al., (2021b), para diagnosticar la visión de mercado, frente a la aceptación de productos de alimentación humana a base de insectos. Acevedo (2021a) implementó el modelo Running Lean de Ash Maurya, buscando optimizar la curva de aprendizaje frente a la creación y desarrollo del modelo de negocio, especialmente introduciendo al mercado nuevos productos.

Su estudio describe el grado de aceptación de comer insectos en Chile y para ello, recoge experiencias de emprendimientos en diferentes países, algunos en donde es habitual el consumo y en otros no; aunque la muestra no es muy significativa debido al reducido número de negocios revisados, sí consigue establecer un comparativo entre los países de donde provienen dichos negocios y evidencia que casi la mitad de los emprendimientos se han gestado en Estados Unidos, seguidos de México, como lo detalla la **Tabla 3**.

Tabla 3
Emprendimientos de insectos comestibles

Nombre del emprendimiento	País
Exoprotein	Estados Unidos
Entosense	
Brooklynbugs	
Entomofarms	
Chapul	
Smart Bites	México
BeCrickets	
Griyum	España
Becrit	
Crunchy Critters	Reino Unido
Entis Store	Finlandia
Jimini's	Francia

Fuente: Elaboración propia a partir de Acevedo (2021b)

Las mediciones del autor, encuentran que la mitad de estos negocios tienen como nicho de mercado a deportistas. Excepto uno, los demás negocios realizan ventas de productos a base de insectos, cuyos principales formatos de venta son harina de insecto puro, batidos de proteína, barras de proteína y snacks de proteína.

Refiriéndose al creciente número de negocios en Estados Unidos, Quirce *et al.* (2013a), mencionan que la entomofagia empieza a abrirse camino, debido a la influencia de los inmigrantes procedentes, sobretudo, de Asia y México y ya se pueden encontrar restaurantes donde degustar a los insectos.

6. Discusión

La innovación en nuevas dietas alimentarias que contengan insectos es de por sí un reto, ya sea por la poca investigación en este campo, por el renuente rechazo de la mayoría de consumidores o por el escaso interés de las estrategias de marketing para visibilizar los beneficios de productos elaborados con insectos cultivados.

Sin embargo, desde los hallazgos encontrados en la presente revisión de literatura, se estima que a medida que el número de consumidores se interesen por la sostenibilidad, el valor nutricional, la innovación culinaria y la preocupación por la seguridad alimentaria, la demanda de productos basados en proteínas alternativas como la harina de insectos, tendrá mayores opciones de producción y comercialización.

La globalización y los beneficios de un mundo interconectado, son herramientas facilitadoras, para abrir el camino hacia la aceptación del consumo de insectos a nivel global, como sucedió con el consumo de pescado crudo, práctica milenaria oriental, que surgió como una alternativa para conservar el pescado sobre un lecho de arroz fermentado, dando paso a lo que se conoce hoy día como sushi. La apertura de mercados para este producto en Estados Unidos, en donde respondía a las condiciones de un estilo de vida más acelerado, la versatilidad y una relación costo-calidad apreciada entre los consumidores, favorecieron su promoción mediática y a su vez su aceptación a nivel global.

Se recomienda a estudios posteriores, analizar interrelaciones entre nuevos mercados y el uso de herramientas tecnológicas como la inteligencia artificial y blockchain, ya no sólo para optimizar procesos de la cadena alimenticia, en donde se incluyan las proteínas alternativas como harina de insectos, sino también con el objetivo de involucrar a las generaciones de jóvenes en la toma de decisiones y como actores decisivos en la construcción de un ecosistema de producción y consumo alimentario más sostenible,

Por último, es necesario resaltar la necesidad de estudiar nuevas perspectivas de la digitalización como canal de comunicación y sensibilización hacia la ingesta de insectos como alternativa segura de alimentos, la cual representa una opción idónea para contribuir a la seguridad alimentaria global.

7. Conclusiones

La entomofagia regulada, se plantea como un recurso alternativo frente a los desafíos venideros no solo en cuanto a alimentación, sino también como estrategia para minimizar impactos climáticos, como se ha evidenciado en la literatura revisada en el presente documento.

La literatura revisada demuestra que las dietas con proteínas derivadas de insectos ofrecen grandes posibilidades nutricionales, teniendo en cuenta además su eficiencia para convertir fuentes vegetales en proteína, la reducción de recursos naturales para su crianza, y que producen menos emisiones contaminantes, generando menos residuos.

En América Latina, es necesario, crear y/o unificar normativas, para el cultivo, transformación y comercialización de insectos como base para preparación de otros productos alimentarios. Igualmente, generar incentivos económicos, como reducciones de cargas tributarias a emprendedores de este tipo de negocios, facilitaría la reinversión de capital en estrategias de mercadeo para minimizar barreras culturales frente al rechazo de la ingesta de insectos, buscar nuevos nichos de mercado, y ofrecer nuevos productos al mercado cautivo que ya consume proteínas alternativas a base de insectos.

Un papel fundamental para derribar las barreras del rechazo al consumo de insectos lo tienen los profesionales del sector de la gastronomía, desde creadores de alimentos y chefs hasta encargados de acciones de marketing, publicidad y mercadeo: la aceptación de su consumo, puede comenzar con la ayuda de estrategias estéticas, optimizar la presentación de insectos enteros como se consumen en Asia, a camuflarlos, pulverizados en salsas, barritas energéticas, panes y tortas.

La preocupación por la seguridad alimentaria y las prácticas agrícolas intensivas, han impulsado a los consumidores con prácticas de consumo sostenible a buscar alternativas más seguras, por lo que el negocio de la transformación de insectos para la ingesta humana se proyecta con un enfoque para integrar los valores de triple balance, económico, ecológico y social.

Referencias

- Acevedo** Monrroy, L. S. (2021). Modelo de negocios de un emprendimiento a base de insectos. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181772>
- Ambrosio-Arzate**, G. A., Nieto-Hernández, C. R., Aguilar-Medel, S., & Espinoza-Ortega, A. (2010). Los insectos comestibles: un recurso para el desarrollo local en el centro de México (No. 701-2016-48127). <https://doi.org/10.22004/ag.econ.95324>
- Apfelbaum** Ferreyra, M. N., Marcos Buendía, E., Naupari Mori, C. R., & Negreiros Domínguez, L. (2019). Negocio de venta de snacks proteicos en base a harina de grillo. <http://hdl.handle.net/10757/626330>
- Arellano**, L. (s.f). Los insectos en la cultura mexicana. Ciencia hoy. INECOL. <https://tinyurl.com/yc8buueh>
- Avendaño**, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. Revista chilena de nutrición, 47(6), 1029-1037. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>
- Baiano**, Antonietta. "Edible insects: An overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications." Trends in Food Science & Technology 100 (2020): 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.040>
- Beltrán** Rangel, J. S. (2019). Caracterización nutricional de las especies de hormiga culona (*Atta laevigata*) el gusano mojoyoy (*Ancognatha scarabaeoides*) y la de grillo común (*Acheta doméstica*), en el departamento de Santander, para su

- implementación en preparaciones gastronómicas.
<http://hdl.handle.net/20.500.12749/11816>
- Cabrera** Becerra, G. (2021). Los indígenas de la Amazonia y los insectos. Una visión comparada entre pueblos sedentarios y nómadas del Alto Río Negro-Vaupés. *Chungará* (Arica), 53(3), 506-524. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562021005001401>
- Carmona-Holley**, J. (2021). Intervención para la redefinición modelo de negocios de Crillo. <https://hdl.handle.net/11117/7775>
- Correa** Montaña, N. L. (2021). Modelo conceptual para la implementación de prácticas de economía circular en la cadena de suministro farm to fork (Master's thesis, Universidad de La Sabana). <http://hdl.handle.net/10818/47653>
- Costa-Neto**, E. M., & Dunkel, F. V. (2016). Insects as food: history, culture, and modern use around the world. In *Insects as sustainable food ingredients* (pp. 29-60). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802856-8.00002-8>
- De Allende**, S. I. M. O. J. O. V. E. L. (2009). *Sinthia Sánchez Salinas* (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur). <https://tinyurl.com/myvtuhv2>
- Díaz** Cuentas, S. T. ¿Cuánto sabemos de lo que comemos? (2011). Investigación Extracurricular. Universidad Mayor de San Andrés. <https://tinyurl.com/yvvp39wr>
- Díaz**, J. (2009). Guía práctica de lectura crítica de artículos científicos originales en ciencias de la salud. Madrid, España: Instituto Nacional de Gestión Sanitaria <https://doi.org/10.51987/evidencia.v5i1.5264>
- Doval**, H. C. (2005). La selección genética programó nuestra alimentación. ¿Deberíamos volver a la comida del hombre del Paleolítico? *Revista Argentina de Cardiología*, 73(3), 244-248. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305325329017>
- EFSA Journal** 2021;19(1):6343.
<https://www.efsa.europa.eu/es/efsajournal/pub/6343>
- EFSA Journal** 2021;19(8):6778
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2021.6778>
- FAO**. (2019) El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma <https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>
- FAO**. (2020) Sistemas alimentarios y COVID-19 en América Latina y el Caribe: Cómo disminuir las pérdidas y desperdicios de alimentos. Boletín N 9. <http://www.fao.org/3/ca9728es/CA9728ES.pdf>
- Fleta** Zaragoza, J. (2018). Entomofagia: ¿una alternativa a nuestra dieta tradicional? *Sanidad Militar*, 74(1), 41-46. <https://dx.doi.org/10.4321/s1887-85712018000100008>
- González**, F. C. V., & Contreras, A. T. R. (2009). La Entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable*, (16), 57-83. <https://doi.org/10.21854/EPS.V0116.922>
- Gustu** [@gusturestaurant]. (2021. 7 de abril). Tuyu tuyu y miso de albahaca, espolvoreado con ají padilla. Instagram. <https://www.instagram.com/p/CNYZb0dnqxQ>
- Herrera**, C., & Pazmiño, D. (2022). Armonía del color: aplicación en la presentación de platillos de la lista "The World's 50 best restaurants". *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(2), 36. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i2.3680>

- Lange, K. W., & Nakamura, Y.** (2021). Edible insects as future food: chances and challenges. *Journal of future foods*, 1(1), 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.10.001>
- Loiácono, M. S., & Margaría, C. B.** (2004). Insectos comestibles: ¿un recurso alimentario del futuro? *Ciencia e Investigación*, 56. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/121679>
- Mentz, B. V.** (2017). Topónimos y cronología: notas sobre una puerta distinta al estudio del pasado. *Historia mexicana*, 67(1), 7-60. <https://doi.org/10.24201/hm.v67i1.3440>
- Mendoza Lainez, E.** (2017). "Influencia de diferentes dietas en la composición nutricional del insecto comestible *Tenebrio molitor* y estudio de su pardeamiento." <https://hdl.handle.net/2454/26036>
- Morales, J. D. V., White-Olascoaga, L., Mejía, C. C., & Pérez, S. M.** (2022). Antropoentomofagia en la comunidad otomí San Pedro Arriba, Temoaya, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 19(4), 436-447. <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i4.1411>
- Namkung, Y. y Jang, S.** (2017). Are consumers willing to pay more for green practices at restaurants? *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 41(3), 329-356. <https://doi.org/10.1177/1096348014525632>
- Navarrete Quílez, A., & Albesa Pedrola, E.** El docurreportaje: un género híbrido en el periodismo de viajes en televisión. Análisis comparativo de los formatos Callejeros Viajeros y Diario de un nómada (2018). <https://zagan.unizar.es/record/95273>
- Peña-Pool, G. A.** (2020). Modelo de negocios para una productora de harina de insecto. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/179722>
- Payne, C. L. R.** "Wild harvesting declines as pesticides and imports rise: the collection and consumption of insects in contemporary rural Japan." *Journal of Insects as Food and Feed* 1.1 (2015): 57-65. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0004>
- Pino-Moreno, J.M.** (2002). Gran cantidad de vitaminas aportan los insectos. Boletín de la UNAM-DGCS-0572, 26 de junio 2002. <https://doi.org/10.31819/9783964563088-015>
- Quirce-Vázquez, C., Filippini, V., & Micó, E.** (2013). La utilización de los insectos en la gastronomía, un taller nutritivo. <https://doi.org/10.14198/cdbio.2013.43.02>
- Ramírez, G. A. G., Gutiérrez, L. J. V., & Toledo, S. L.** (2022). Inocuidad alimentaria en la entomofagia: Chapulines (*Orthoptera*) de Oaxaca, México. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 28(4). Recuperado de: ID: ibc-214961
- Ramos-Elorduy, J., & Pino, J. M.** (2001). Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45(2), 66-76. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2009.00238.x>
- Ravagli-Castillo, Andrea Carolina.** "Prospección de los Insectos Comestibles como fuente de proteína animal para el consumo humano." (2021). <http://hdl.handle.net/10654/38939>
- Ros-Baró, M., Sánchez-Socarrás, V., Santos-Pagès, M., Bach-Faig, A., & Aguilar-Martínez, A.** (2022). Consumers' Acceptability and Perception of Edible Insects as an Emerging Protein Source. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 15756. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315756>

- Sartirani, N., & Bolaños, D.C.** (2021). Cultivo de insectos espacios urbanos. *Materia arquitectura*, (21), 106-121. <https://doi.org/10.56255/ma.v1i21.510>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., y Haan, C. D.** (2009). La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones (No. FAO-MED 15). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/3/a0701s/a0701s.pdf>
- Tanga, C. M., Egonyu, J. P., Beesigamukama, D., Niassy, S., Emily, K., Magara, H. J., ... & Ekesi, S.** (2021). Edible insect farming as an emerging and profitable enterprise in East Africa. *Current Opinion in Insect Science*, 48, 64-71. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.09.007>
- Trejo-Beas, A. P.** (2021). La construcción social de la gourmetización en la cocina tradicional a manera de bricolaje. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/15698>
- UE** (2018). Reglamento de Ejecución (UE) 2018/456 de la Comisión, de 19 de marzo de 2018, sobre las fases del proceso de consulta para determinar la condición de nuevo alimento de conformidad con el Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los nuevos alimentos. DO L 77 de 20 de marzo de 2018, pp: 6-13. <https://www.boe.es/doue/2018/077/L00006-00013.pdf>
- Uhart, M. M.** (2021). Redefinir nuestra relación con la naturaleza para evitar futuras pandemias. *Actualizaciones en Sida e Infectología*. <https://doi.org/10.52226/revista.v29i105.46>
- Van Huis, A.** (2017). Did early humans consume insects? *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(3), 161-163. <https://doi.org/10.3920/jiff2017.x006>
- Vázquez-Cabrera, Viani.** (2019). "Menú de cinco tiempos a base de insectos comestibles de San Andrés Larráinzar." <https://hdl.handle.net/20.500.12753/2318>
- Vera, W. M. C.** (2022). La entomofagia y la industrialización de los insectos: una revisión sistemática. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, 6(2), 108-118.