



Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

ISSN: 0120-2952

ISSN: 2357-3813

Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia

Arévalo Arévalo, H.; Vernot, D.; Barragán-Fonseca, K.
Perspectivas de uso sostenible del grillo doméstico tropical
(*Gryllobates sigillatus*) para la alimentación humana en Colombia
Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia,
vol. 69, núm. 3, 2022, Septiembre-Diciembre, pp. 310-324
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia

DOI: <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v69n3.98890>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407674151008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Perspectivas de uso sostenible del grillo doméstico tropical (*Gryllobates sigillatus*) para la alimentación humana en Colombia

H. Arévalo Arévalo¹ , D. Vernot^{*2} , K. Barragán-Fonseca³ 

Recibido: 06/10/2021. Aprobado: 09/05/2022

RESUMEN

Para el año 2050 se espera un aumento del 60% al 70% en el consumo de productos de origen animal. Este aumento en el consumo demandará enormes recursos, siendo las fuentes tradicionales de proteína las más costosas, sobreexplotadas y perjudiciales para el ambiente. Explorar nuevas fuentes de proteína animal se convierte en una necesidad para el sector agropecuario. Es por esta razón que la FAO (2009) incluyó el uso de insectos en la alimentación humana y animal como una fuente alternativa de nutrientes desde el 2003 debido a sus características nutricionales y a su bajo impacto ambiental. Una de las especies más promisorias es el grillo doméstico tropical (*Gryllobates sigillatus*), cuyo potencial como sistema productivo sostenible ha sido demostrado en varios países asiáticos como europeos. El propósito de este artículo es presentar los aspectos asociados al aprovechamiento y producción de la especie *G. sigillatus* que pueden hacerla sostenible como alimento en Colombia, dando cuenta de las características generales y nutricionales de la especie y las ventajas socioeconómicas y ambientales de la cría de estos grillos y de los insectos en general. Se establece que, aunque existen emprendimientos en el país, es importante continuar con la investigación sobre esta especie en términos de producción a gran escala, así como en términos nutricionales para potenciar el sector económico y mejorar las condiciones materiales de agricultores en el país.

Palabras clave: grillos, *Gryllobates sigillatus*, insectos comestibles, nutrientes, sostenibilidad.

¹ Centro de Investigación de Artrópodos Terrestres (CINAT), Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Carrera 45 #26-85, Bogotá D.C., Colombia. Correo electrónico: haarevaloa@unal.edu.co

² Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas, Grupo de investigación Alimentación, Gestión de Procesos y Servicio. Universidad de la Sabana. Km 7 Autopista Norte Bogotá, Chía, Cundinamarca, Colombia. Correo electrónico: dianavear@unisabana.edu.co

³ Centro de Investigación de Artrópodos Terrestres (CINAT), Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Carrera 45 #26-85, Bogotá D.C., Colombia. Correo electrónico: kbbarraganf@unal.edu.co

Prospects for the sustainable use of the tropical house cricket (*Grylloides sigillatus*) for human consumption in Colombia

ABSTRACT

Global agriculture production must increase by about 60-70 percent from the current levels to meet the increased food demand in 2050, which will demand enormous resources, with traditional protein sources being the most expensive, overexploited, and environmentally damaging. New alternative protein sources are a necessity for the agricultural sector. Since 2003, FAO (2009) has included insects as feed and food as an alternative protein source because they are nutritious and environmentally sustainable. One of the most promising species is the tropical house cricket (*Grylloides sigillatus*), whose potential as a sustainable production system has been demonstrated in several Asian and European countries. This article presents the aspects associated with using and producing the *G. sigillatus* that can make it sustainable as food in Colombia, accounting for the general and nutritional features of this species and the socioeconomic and environmental advantages of raising these crickets, and insects in general. It was established that, even though there are entrepreneurship in the country, research on this species needs to continue, both in terms of its large-scale production and of its nutritional qualities, to strengthen the economic sector and to improve the material conditions of farmers.

Keywords: crickets, edible insects, *Grylloides sigillatus*, nutrients, sustainability.

INTRODUCCIÓN

En el 2009, cuando la población mundial era aproximadamente de 6.841 millones (Banco Mundial 2019), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) emitió un informe estipulando los pasos necesarios para mantener la seguridad alimentaria de los más de 9.100 millones de habitantes que tendrá el planeta Tierra para el 2050 (FAO 2009). La preocupación más eminente es asegurar la producción de alimentos necesarios para mantener una población que, para ese entonces, se traducirá en una producción anual de carne que alcance 470 millones de toneladas (Tripathi *et al.* 2019).

La producción anual de carne a nivel mundial para el 2018 fue de aproximadamente 336,4 millones de toneladas (FAO 2019). Esta cantidad implica un costo

ambiental alto si se tiene en cuenta que para producir una tonelada de carne se requieren aproximadamente quince mil litros de agua (Bhaskar 2017), es decir, para la cantidad mencionada se requirió el uso de más de 5 billones de litros. Además, la ganadería produce casi un 30% de los gases de efecto invernadero a nivel mundial (Fundación Heinrich Böll 2014).

Por otro lado, en el caso colombiano, donde gran parte del desplazamiento forzado se ha dado por dos tipos de conflictos que confluyen: el agrario y el armado (Sarmiento 2018), la ganadería extensiva está ligada a la gran propiedad y ocupa más del 70% de las tierras con vocación agrícola (Suescún 2013) y, en términos jurídicos, en las sentencias de Justicia y Paz se encontraron menciones que indican la incidencia de este sector económico en dinámicas ya sea de despojo

y abandono de tierras o de financiamiento económico, sobre todo en relación con el grupo armado paramilitar (Michalowski *et al.* 2018).

El efecto de la ganadería también ha propuesto estrategias de producción cárnica como los sistemas silvopastoriles para reducir el impacto socioambiental (Restrepo *et al.* 2016). No obstante, los académicos también se han propuesto incrementar, visibilizar y fomentar el consumo de insectos para mitigar dichos efectos –prácticas ampliamente utilizadas por comunidades alrededor del mundo– (Meyer–Rochow y Jung 2020; Van Huis 2018). Además, el uso de insectos como fuente de proteína animal también disminuiría la producción de gases de efecto invernadero (Oonincx *et al.* 2010), el desperdicio de agua y la utilización de tierra arable (Cámara *et al.* 2018).

Adicionalmente, se ha establecido que la producción y el consumo de productos derivados de insectos puede mejorar el nivel nutricional de más de 805 millones de personas que viven con deficiencias nutricionales en el mundo (Barennes *et al.* 2015), de las cuales 191 millones de personas viven en América Latina y el Caribe (FAO *et al.* 2020). Aunque varía con la especie, la mayoría de los insectos ha demostrado tener un alto porcentaje de proteína, de ácidos grasos mono y poliinsaturados, de elementos traza como cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, selenio y zinc, así como algunas vitaminas importantes en la nutrición humana (Cámara *et al.* 2018). Por tanto, Govorushko (2019) apunta a que el consumo de insectos, aparte de ser una alternativa beneficiosa para la salud humana, también lo es para el medio ambiente, además de generar un efecto positivo a nivel socioeconómico.

Los órdenes de insectos más consumidos a nivel mundial son los lepidópteros y coleópteros, seguidos por los himenópteros (abejas, avispas y hormigas) y ortópteros (saltamontes, langostas y grillos) (Cámara *et al.* 2018). Entre los insectos con mayor potencial de ser consumidos en el mundo, se destacan las seis especies autorizadas actualmente por la Unión Europea para el consumo humano y animal: gusano de la harina (*Tenebrio molitor*), mosca negra soldado (*Hermetia illucens*), grillo doméstico (*Acheta domesticus*), grillo rayado (*Gryllobates sigillatus*), grillo de campo (*Gryllus assimilis*) y gusano de la harina menor (*Alphitobius diaperinus*) (IPIFF 2016). Dadas sus diferentes ventajas productivas, de manejo y nutricionales, en algunos países asiáticos y europeos existen sistemas de producción con diferentes grados de tecnificación para varias especies de grillos como *Acheta domesticus*, *Gryllobates sigillatus*, *Gryllus bimaculatus* y *Gryllus assimilis*, siendo el grillo doméstico tropical (*Gryllobates sigillatus*) una especie que se ha empezado a estudiar en Colombia para su cría (Cruz y Arévalo 2021). 1. Por su potencial productivo, dada su alta prolificidad y fácil manejo productivo (Orinda *et al.* 2021); 2. su alto valor nutricional (Dion–Poulin 2020; Zielińska *et al.* 2021 y 2015); 3. sus propiedades bioactivas, alergénicas, hipolipidémicas y antimicrobianas (Hall 2020; Malm y Liceaga 2021); y 4. su potencial de ampliar mercados a través de la creación de emprendimientos en el país (Díaz 2019).

En este sentido, la literatura recolectada a través de ScienceDirect, ResearchGate, Lens y Google académico se presenta con el objetivo de dar a conocer los aspectos asociados al aprovechamiento y producción de la especie *G. sigillatus* como posible alimento en Colombia. Por este motivo, se

presentarán las características de la especie y su forma de producción, el valor nutricional, los aspectos ambientales y socioeconómicos que podría traer a poblaciones vulnerables y las pautas internacionales y nacionales a nivel legislativo.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE *GRYLLODES SIGILLATUS*

El *Grylloides sigillatus* es conocido como grillo rayado, grillo bandeado o grillo doméstico tropical. Es de la clase insecta, orden Orthoptera, familia Gryllidae y género grylloides. Esta especie es considerada cosmopolita, dado que está distribuida en la mayor parte del mundo (Smith y Thomas 1988; Walker 1999). Al ser del orden Orthoptera puede habitar en diversos medios como cordilleras, sabanas, selvas tropicales, estepas, etc. (Comisión Nacional del Ministerio del Medio

Ambiente 2008). Al estar clasificados en el suborden Ensifera y la familia Gryllidae, se alimentan de tallos, follaje y raíces de plántulas, como las de los cultivos de maíz y arroz, entre otros (Zumbado y Azofeifa 2018), así como de otros insectos (Gillot 2005), por lo que son catalogados como omnívoros.

Esta especie cuenta con un tamaño de 18 a 22 mm y 230 mg en promedio en estado adulto (Ivy y Sakaluk 2005; Okada *et al.* 2011). Es de color claro, pardo dorado y con dos líneas transversales oscuras que cruzan su tórax y abdomen, el espacio entre las antenas es estrecho (aproximadamente el ancho del segmento basal de cualquiera de las antenas), y hay una sola banda transversal oscura entre los ojos. Asimismo, mientras que los machos tienen alas que solo cubren la mitad del abdomen, las hembras tienen alas reducidas (figura 1).



FIGURA 1. Hembra (izquierda) y macho (derecha) de *Grylloides sigillatus*.

Fuente: elaboración propia

En cuanto a sus aspectos reproductivos, esta especie presenta dimorfismo sexual, es decir, los machos se diferencian morfológicamente de las hembras. Las hembras son fonéticamente atraídas a los machos en la noche y montan a los machos, quienes transfieren un espermátforo, que se adhiere a la genitalia de la hembra. La oviposición se genera al día siguiente de la cópula y los huevos emergen a los 13 días a una temperatura de 30 °C. Dependiendo de la temperatura, el desarrollo de huevo a adulto toma de 2 a 3 meses aproximadamente (Ivy y Sakaluk 2005).

En Colombia, está ampliamente distribuida desde los 0 a 1900 msnm, mostrando una preferencia por temperaturas templadas a cálidas (25 a 31 °C). Suele encontrarse en bosques, vegetación secundaria y áreas aledañas a casas de zonas rurales. Hasta el momento ha sido reportado en los departamentos del Huila (municipio de Yaguara), Cundinamarca (municipios de Arbeláez, La Mesa y Tocaima), Meta (municipios de Puerto Gaitán y Puerto López), Bolívar (Cartagena), Magdalena (municipio de Santa Ana), Caldas (municipio de La Dorada), Tolima (municipios de Chaparral, Albalema y Cambao) y Atlántico (Barranquilla) (Cadena–Castañeda 2011).

PRODUCCIÓN DE LA ESPECIE *GRYLLODES SIGILLATUS*

La cría de grillos para consumo humano se ha llevado a cabo tanto en países tropicales como subtropicales (Dossey *et al.* 2016) Asimismo, un gran número de especies de grillos son cultivados en países tropicales asiáticos como Tailandia, Laos, Myanmar y Taiwán, se cultiva el grillo de casa *Acheta testacea*, el grillo de campo *Gryllus bimaculatus*, el grillo gigante de Taiwán *Brachytrupes portentosus*

y en menor proporción los grillos *Gryllus assimilis* y *Gryllobates sigillatus* (Govorushko 2019). En cambio, en países americanos la producción se centra principalmente en *Acheta domesticus*, *Gryllobates sigillatus* y en los últimos años, *Gryllus assimilis*.

Las tecnologías de producción de grillos se describen en publicaciones como las de Cortes *et al.* (2016), Dossey *et al.* (2016), Hanboonsong y Durst (2020) y Orinda *et al.* (2021), donde explican los diferentes métodos de cultivo. Por ejemplo, la producción de *Acheta domesticus*, *Gryllobates sigillatus*, *Gryllus bimaculatus* y *Gryllus assimilis* se realiza en corrales rectangulares, generalmente de 1,2 a 3,0 m de ancho, de 2,4 a 5,0 m de longitud y con paredes de 0,6 m de altura. Estos contenedores se rellenan con cartones de huevos o divisores de embalaje para aumentar el área de superficie y proporcionar refugio a los individuos. Los contenedores de cría pueden estar hechos de diferentes materiales como cemento, ladrillo, barro, madera, cartón, metal, polietileno de alta densidad o fibra de vidrio, con superficies preferiblemente lisas para evitar fugas. En un contenedor de 1,5 m x 1,5 m x 0,6 m de alto, se puede producir aproximadamente 10 kg de grillos en peso fresco. En un ambiente controlado con temperaturas entre 28° y 32 °C con una humedad relativa del 40% al 70%, siendo los rangos ideales para la producción y alimentando los grillos con residuos vegetales y concentrados de animales domésticos, entre estos, concentrados de pollo de levante de 22% de proteína. Asimismo, se debe suministrar agua con diferentes mecanismos como sistemas comerciales de riego de pollos, mangueras, tubos de pvc o botellas plásticas modificadas con esponjas para evitar ahogamientos limpiando los contenedores, utensilios, bebederos y

comederos constantemente para evitar la proliferación de hongos y bacterias, lo que garantiza la salud e inocuidad de los individuos (Cruz y Arévalo 2021).

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA ESPECIE *GRYLLODES SIGILLATUS*

Para el éxito de esta industria alimentaria, es necesaria la investigación de las propiedades funcionales y nutricionales como ingrediente alimenticio, desde un punto de vista de la ciencia y tecnología de alimentos. Estudios como los de Zielińska *et al.* (2015; 2021), Dion–Poulin *et al.* (2020) y Ribeiro *et al.* (2019) describen la composición nutricional en seco del *Grylloides sigillatus* (tabla 1).

El nivel de proteína en seco varía entre 55% y 71%. Este nutriente se caracteriza por tener la mayoría de los aminoácidos esenciales, entre estos leucina, lisina, metionina, treonina y valina, con niveles iguales o superiores a los establecidos por la OMS/FAO y ONU (tabla 2). Se ha encontrado que los péptidos de *G. sigillatus* inhiben las actividades de la enzima

convertidora de angiotensina, dipeptidil peptidasa-4, α -amilasa y α -glucosidasa, con efecto antihipertensivo y antiglu-cémico. También se reduce eficazmente la producción de NF- κ B (factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B activadas), MCP-1 (Pro-teína quimioatrayente de monocitos 1) y IL-6 (glicoproteína Interleucina-6) en las células con un efecto antiinflamatorio (Hall 2020).

Los lípidos de los insectos pueden contribuir a la nutrición humana al suministrar energía y ácidos grasos esenciales (Wu *et al.* 2014). En este sentido, las grasas entre un 14% y 23% representan el segundo nutriente en la composición de la harina de grillo, siendo rica en ácidos grasos monoinsaturados, los cuales tienen beneficios en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Ramos–Elorduy 2008) con un alto nivel de ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y omega 6, los cuales ayudan en la reducción del colesterol total (Fontaneto *et al.* 2011). De igual manera el *Grylloides sigillatus* presenta varios micronutrientes como cobre, hierro,

TABLA 1. Composición nutricional de *Grylloides sigillatus* con base en materia seca

	Zielińska <i>et al.</i> 2021	Dion–Poulin <i>et al.</i> 2020	Ribeiro <i>et al.</i> 2019	Zielińska <i>et al.</i> 2015
Proteína (%)	71,15 \pm 1,1	55,5 \pm 0,3	65,3 \pm 0,94	70,0 \pm 1,7
Grasa (%)	14,92 \pm 0,08	16,7 \pm 0,1	23,5 \pm 0,07	18,23 \pm 0,7
Fibra (%)	-	-	7,1 \pm 0,26	3,65 \pm 0,5
Ceniza (%)	4,35 \pm 0,08	4,8 \pm 0,1	4,2 \pm 0,02	4,74 \pm 0,4
Carbohidratos (%)	4,83 \pm 0,02	Np	Np	0,1 \pm 0,0
Energía (kJ / 100g)	1.844 \pm 10,3	Np	Np	1.896 \pm 12,5
Energía (kcal/ 100g)	Np	Np	Np	452 \pm 4,3

Np; No presenta
Fuente: elaboración propia.

magnesio, calcio, fósforo y zinc (Zielińska *et al.* 2015) en cantidades adecuadas para el consumo humano (tabla 3).

Adicionalmente, la especie no representa ningún peligro para el consumo, ya que no se encuentran bacterias tales como *Salmonella* sp, *Listeria monocytogenes*, estafilococos coagulasa positivos ni *Bacillus cereus*, al ser los insectos procesados con tratamientos térmicos como la liofilización o el secado en horno, lo que garantiza la

inocuidad del producto y permite una vida útil hasta de 6 meses sin aditivos o conservantes (Vandeweyer *et al.* 2018).

ASPECTOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS

El aumento en la demanda de alimentos requiere nuevas alternativas para la producción de proteína de calidad para abastecer a la población mundial, con

TABLA 2. Composición de aminoácidos (mg/g de proteína) en *Gryllobates sigillatus* en comparación a los requerimientos de aminoácidos establecidos por OMS, FAO y ONU

Composición de aminoácidos	Zielińska <i>et al.</i> 2015	OMS / FAO / UNU (mg/g de proteína)
Isoleucina	26,6 ± 0,5	30
Leucina	57,8 ± 1,1	59
Lisina	38,4 ± 0,9	45
Metionina	15,9 ± 0,8	16
Cisteína	11,1 ± 0,2	6,6
Fenilalanina	22,0 ± 0,24	30
Tirosina	31,8 ± 0,35	Np
Treonina	36,8 ± 0,48	23
Valina	47,0 ± 0,98	26
Histidina	17,2 ± 0,21	15

Np; No presenta

Fuente: elaboración propia.

TABLA 3. Composición mineral de *Gryllobates sigillatus* (mg/100 g) con base en materia seca

	Fe	Cu	Zn	K	Mg
Zielińska <i>et al.</i> 2015	4,3 ± 0,1	4,79 ± 0,42	13,9 ± 0,63	1190 ± 10	101 ± 5,5
Ribeiro <i>et al.</i> 2019	4,7 ± 0,31	4,9 ± 0,45	16,8 ± 0,31	870,9 ± 18,55	42,7 ± 1,84
Ingestas diarias recomendadas (mg / día) *	7,5-58,8	0,9-1,3 **	3-14	4.700 **	220-260

* (Centro de micronutrientes del Instituto Linus Pauling <http://lpi.oregonstate.edu/infocenter>);

** (FAO, 2004)

Fuente: elaboración propia.

un bajo impacto ambiental, prácticas de producción sostenible, de fácil acceso y replicabilidad (FAO 2009). En términos ambientales, la cría de grillos de las especies anteriormente mencionadas en este texto ha sido estudiada y evaluada, demostrando un menor potencial de impacto sobre el calentamiento global como producto para la alimentación humana (Halloran *et al.* 2017; Halloran *et al.* 2018).

Entre las ventajas de la producción de grillos se encuentran: las bajas emisiones de gases de efecto invernadero (Dunkel y Payne 2016), bajo potencial de acidificación de los suelos, menor contaminación en los cuerpos de agua y eutrofización terrestre (Halloran *et al.* 2017), destacando por un menor uso de la tierra (Stehfest *et al.* 2009) y una conversión alimenticia más eficiente, la cual es explicada como la cantidad de alimento necesaria para producir 1 kg de proteína animal, como la proteína de la carne o la leche con una relación de 7:1, es decir, se requieren 7 kg de alimento para producir 1 kg de leche o de carne (Nadathur *et al.* 2017), seguido de la carne del cerdo con una relación 5:1 kg y el pollo con 2,7; 1 kg (Smil, 2002). Por el contrario, los grillos requieren 1,7 kg de alimento para producir 1 kg de peso corporal (Hanboonsong *et al.* 2013). Esto significa que los grillos son casi el doble de eficientes que los pollos para convertir el alimento en biomasa, al menos tres veces más eficientes que los cerdos y cuatro veces más eficientes que el ganado.

Teniendo en cuenta los impactos ambientales que se han medido de la cría de grillos y otros insectos hasta el momento (Halloran *et al.* 2018), llama la atención incorporar esta área de producción a las agendas sociales y ambientales de cada gobierno, dado el impacto positivo que este tipo de producciones puede traer a

las comunidades rurales de Colombia, como es el caso de Insectos por la Paz (Barragán-Fonseca *et al.* 2020) o empezar a promover su cría y uso de derivados como la harina de grillo *G. sigillatus* en las dietas (Vernot 2021).

De esta forma, pensar en emprendimientos que tengan como fin la cría de grillos en Colombia puede ser una alternativa de producción para el campo del país y que, al mismo tiempo, mejore la vida de agricultores y sus medios materiales, como lo han planteado Halloran *et al.* (2017 y 2016). Por ejemplo, ya se ha notado que, en las zonas rurales de los países en desarrollo, el consumo y el comercio de insectos comestibles, especialmente la venta ambulante, contribuye al empoderamiento socioeconómico, sobre todo de mujeres rurales (Roos y van Huis 2017), aspectos que también favorecen las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, entre estos: 1. Fin de la pobreza; 2. Hambre cero; 5. Igualdad de género; 8. Trabajo decente y crecimiento económico; 12. Producción y consumo responsable; y 13. Acción por el clima.

Por último, en términos de la ingesta de grillos en Colombia, no existe aún una cultura donde este sea valorado como alimento humano. Sin embargo, en el municipio de La Mesa, Cundinamarca, donde se presentó el grillo *G. sigillatus* como una alternativa de producción en el campo no solo para mitigar los efectos del cambio climático, sino también como una opción para mejorar la seguridad alimentaria y los ingresos de mujeres rurales en condición de vulnerabilidad, hubo un cambio en la percepción de esta especie a través de talleres de empoderamiento y emprendimiento y el diseño de platos en la cocina utilizando harina de grillo como parte de los ingredientes (Vernot 2021).

SITUACIÓN ACTUAL EN LA LEGISLACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE INSECTOS

Los insectos son probablemente una de las alternativas de fuente de proteína más antiguas que existe en el mundo. La entomofagia es una práctica milenaria desde los tiempos de los primeros homínidos y actualmente se practica en países del Este, África y en algunos países de América Latina, con más de dos mil especies clasificadas como comestibles (Jongema 2017). La mayoría de las personas del Occidente aún no contempla los insectos en sus hábitos alimenticios, sino que los relacionan con un comportamiento primitivo y desagradable (Lensvelt y Steenbekkers 2014; Woolf *et al.* 2019). En la última década, se ha impulsado el consumo de insectos procesados como una alternativa para mejorar la aceptación de los consumidores (Hartmann y Siegrist 2016; Piha *et al.* 2018). Asimismo, esto ha impulsado significativamente la producción de insectos, en especial en Norte América, Europa y África, debido a sus ventajas como alimento humano y animal (Dicke 2017). Para 2019, el tamaño del mercado de insectos comestibles superó los 112 millones de dólares a nivel mundial y se estima que crecerá a más del 47% de CAGR (Compound Annual Growth Rate) entre 2019 y 2026, con un valor de proyección aproximado de 710 mil millones de dólares para 2026 (Ahuja y Mamtani 2020).

Para entender la situación legislativa, se presenta un análisis comparativo de las leyes existentes en diferentes países. Uno de los ejemplos más significativos ocurrió en 2018, cuando la Comisión Europea emitió el Reglamento n.º 2015/2283, donde se catalogaron los insectos como “nuevo alimento” y se estableció el procedimiento a seguir para su inclusión en la dieta humana. Este reglamento está soportado en informes como el de la EFSA

(European Food Safety Authority) y la IPIFF (International Platform of Insects for Food and Feed), en el que se valoran los riesgos asociados a la producción y el consumo de insectos en la alimentación humana y animal, como también brinda recomendaciones de buenas prácticas de higiene para los productores de insectos y, de esta forma, garantizar una fuente alimenticia segura.

En el caso de Estados Unidos, la Administración Federal de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) protege y promueve la salud de humanos y animales en todos los Estados al supervisar la mayor parte del suministro de alimentos, hacer cumplir las regulaciones que le compete; inspeccionar las instalaciones de fabricación y procesamiento para verificar las buenas prácticas de manufactura, establecer lineamientos y trabajar de la mano con las agencias locales de Seguridad Alimentaria (Keenan *et al.* 2015). Sin embargo, las regulaciones de la FDA no han establecido pautas claras para la producción y el uso de insectos para la alimentación humana y animal, por lo que los negocios de producción y distribución de estos animales se han ralentizado (Lähteenmäki–Uutela *et al.* 2017).

Al ser considerados los insectos como “alimentos novedosos” (*novel foods*), la FDA ha determinado que las regulaciones establecidas para los alimentos convencionales deben extenderse a estos animales. No obstante, hay una contradicción con las regulaciones establecidas por la misma agencia, donde los insectos son considerados aditivos alimentarios que afectan las características de cualquier alimento y, por tanto, su comercialización debe ser revisada y aprobada primero, a menos que su uso esté catalogado como “generalmente considerado como seguro” (Generally

Regarded As Safe—GRAS). En cualquier caso, todos los productos de insectos deben estar etiquetados con su nombre científico y común. (Lähteenmäki–Uutela *et al.* 2017).

En Canadá, los insectos para consumo humano y animal también son considerados como alimentos novedosos y su producción y comercialización está administrada por el Ministerio de Sanidad de Canadá bajo la Ley de Alimentos y Medicamentos (Lähteenmäki–Uutela *et al.* 2017). Este tipo de alimentos, antes de ser comercializados, requiere una notificación de premercado, lo que quiere decir que deben pasar una evaluación de seguridad y adecuación nutricional antes de ser comercializados en el país a través de la Regulación 870 de Alimentos y Medicamentos. Igualmente, la Agencia Canadiense de Inspección de Alimentos (CFIA) permite cuatro fragmentos de insectos y 25 ácaros muertos por cada 225 gramos de productos de queso. Lo que ayuda a los actores de la industria a introducir insectos comestibles transformados y, de este modo, impulsar el crecimiento del mercado local y global (Ahuja y Mantami 2020).

Por otro lado, en México, donde existe una larga tradición de obtención, preservación y obtención de insectos, el cultivo de estos es ínfimo (Ramos–Elorduy y Viejo 2007). Hasta el momento, la empresa Aspire Food Group, en conjunto con la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca, ha capacitado a estudiantes en la recolección de chapulines (*Sphenarium purpurascens*) para desarrollar técnicas de cultivo a futuro (Kluk 2016). De este modo, todavía no existe una regulación para su producción y comercialización (Lähteenmäki–Uutela *et al.* 2017).

Actualmente, en Colombia tampoco existe una legislación clara que aborde la producción y comercialización de insectos

como alimento animal y/o humano. Sin embargo, mediante la expedición de licencias ambientales para la implementación de sistemas de zootecnia otorgadas por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), se permite la producción de insectos en general, teniendo en cuenta el impacto ambiental que esta pueda representar. De esta manera, la ley 611 de 2000 regula el aprovechamiento de la fauna silvestre y acuática de forma sostenible y, por otro, la resolución 1317 de 2000 “establece los criterios para el otorgamiento de la licencia de fines de fomento y para el establecimiento de zootecniaderos”. No obstante, estas regulaciones no incluyen parámetros para el manejo ni cría de insectos.

En el territorio colombiano, el consumo de insectos en algunas regiones es tradicional y su obtención y formas de preparación o transformación no entran en estas regulaciones. Especialmente, esto ocurre en dos departamentos: Santander y Amazonas. En el primero, se consume y comercializa la especie conocida como hormiga culona (*Alta laevigata*), y en el último, el mojoyoy (larva del escarabajo *Rhynchophorus palmarum*) y la hormiga arriera (*Alta sp.*) (Cartay 2018; Ministerio de Cultura 2015).

Desde el punto de vista comercial, en el país han surgido emprendimientos que se enfocan en la producción de insectos para la alimentación animal como EntoPro (Ayala 2021) y, en el caso de la alimentación humana, ArthroFood. Este último emprendimiento se ha enfocado en estudiar la producción y su transformación del grillo doméstico tropical en harina, ya que este producto ha sido aceptado ante la sala especializada de alimentos y bebidas del Invima en el acta 13 de 2018 para la elaboración de postres, panadería y otras innovaciones gastronómicas.

El aumento en investigaciones en Colombia en torno al uso de insectos para la alimentación humana y animal, al igual que la apertura de empresas con este fin, propone reflexionar sobre legislaciones más acordes con el desarrollo productivo, comercial e investigativo de la especie insecta. De esta forma, se deben establecer procedimientos específicos que garanticen el desarrollo económico de los actores del sector (productores y transformadores), así como asegurar la inocuidad y calidad de estos productos para el consumidor a partir de las buenas prácticas de manufactura (BPM) y el análisis de puntos críticos de control (HACCP) en esta industria (IPIFF 2020). Es importante mencionar que estas legislaciones deben ir acompañadas de programas de comunicación que incentiven la ingesta de estos insectos, ya que, como apuntan Simon *et al.* (2006), el consumo de un alimento está asociado a la familiaridad y exposición a este, de tal manera que las campañas y el acercamiento al uso de insectos en las dietas humanas pueda aumentar su aceptabilidad.

CONCLUSIONES

La harina de la especie *G. Sigillatus* contiene un alto nivel de proteína (Dion-Poulin *et al.* 2020; Ribeiro *et al.* 2019; Zielińska *et al.* 2021 y 2015) y sus lípidos suministran energía y ácidos grasos esenciales, lo que contribuye a las metas propuestas en el ODS de cero hambre, aunque esto debe ir acompañado de programas de comunicación para que su aceptabilidad crezca en lugares donde todavía su consumo propone un reto, así como la innovación en el procesamiento e inclusión en alimentos.

Aunque en el país algunas empresas han avanzado en formalizar la producción, transformación y venta de *Gryllodes*

sigillatus, urge avanzar en este tipo de investigaciones para informar mejor su aprovechamiento in situ, producción en cautiverio y comercialización y, así, complementar la poca información existente relacionada con su inocuidad, producción a mayor escala, transformación y valor nutricional.

De esta forma, las investigaciones futuras deben enfocarse en el manejo sistemático del valor nutricional de esta especie y de otros insectos, sobre todo aquellos que tienen el potencial de convertirse en alimento humano y animal. Explorar estas oportunidades permitirá avanzar en metodologías claras de producción, procesamiento almacenamiento y transformación, por un lado, para seguir desarrollando la regulación de producción y comercialización de insectos en el país y, por otro, como ya se ha mencionado, para continuar favoreciendo aspectos ambientales y socioeconómicos. Seguir avanzando y desarrollando el aprovechamiento, la producción, la transformación y la comercialización de insectos con fines de alimentación como sistemas alternativos de producción animal es de suma importancia para desarrollar en Colombia este renglón económico agropecuario que ya es prioritario en países de la Unión Europea, Norteamérica y Asia. Alcanzar este cometido requiere de la cooperación entre disciplinas de ciencias técnicas (multidisciplinariedad), ciencias sociales (interdisciplinariedad) y entre científicos y partes interesadas no académicas (transdisciplinariedad), en particular la cooperación entre el sector público, académico y privado.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Este trabajo fue financiado con recursos del Fondo de CTel del Sistema General de Regalías del Departamento de Cundinamarca y al Programa Nacional Colombia Bio (MinCiencias) bajo la convocatoria 829-2018 2ª Convocatoria proyectos de I+D para el desarrollo tecnológico base biológica, Cundinamarca.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo de CTel del Sistema General de Regalías del Departamento de Cundinamarca y al Programa Nacional Colombia Bio (MinCiencias) por financiar el proyecto “Cría de grillos para la alimentación humana. Fomento del biocomercio en acompañamiento de mujeres rurales en el municipio de La Mesa, Cundinamarca”. A la Universidad de La Sabana, a la empresa ArthroFood S.A.S y al CINAT de la Universidad Nacional de Colombia.

REFERENCIAS

Ahuja K, Mamtani K. 2020. Edible Insects Market Size by Product (Beetles, Caterpillars, Grasshoppers, Bees, Wasps, Ants, Scale Insects & Tree Bugs), By Application (Flour, Protein Bars, Snacks), Industry Analysis Report, Regional Outlook, Application Potential, Price Trends. Disponible en: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/edible-insects-market>

Ayala ML. 2021. Mosca negra, plato fuerte de una *spin-off* pionera en Colombia. Periódico UNAL. Disponible en: <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/mosca-negra-plato-fuerte-de-una-spin-off-pionera-en-colombia/>

Barragán-Fonseca KY, Barragán-Fonseca KB, Verschoor G, Van Loon JJ, Dicke M. 2020. Insects for peace. Current Opinion in Insect Science. 40:85-93. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.05.011>

Banco Mundial. 2019. Población, total | Data. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?end=2009&start=2009&view=bar>

Barennes H, Phimmasane M, Rajaonarivo C. 2015. Insect Consumption to Address Undernutrition, a National Survey on the Prevalence of Insect Consumption among Adults and Vendors in Laos. PLOS ONE. 10(8):e0136458. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136458>

Bhaskar M. 2017. Curaduría. El poder de la selección en un mundo de excesos. México: Fondo de Cultura Económica. 311 p.

Cadena-Castañeda OJ. 2011. A new genus of cricket near to *Miogryllus* and *Kazuemba* from the Colombian Atlantic coast and the first report of *Grylloides sigillatus* from Colombia. Zootaxa. 3126:55-61.

Cámara MM, Moreno PC, Daschner Á, Fandos MEG, Gómez AP, Lázaro DR, Buelga JÁS. 2018. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) en relación a los riesgos microbiológicos y alérgicos asociados al consumo de insectos. Revista del Comité Científico de la AESAN 27:11-40.

Cartay R. 2018. Entre el asombro y el asco: El consumo de insectos en la cuenca amazónica. El caso del *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera Curculionidae). Revista Colombiana de Antropología. 54(2):143-169. <https://doi.org/10.22380/2539472X.465>

Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2008. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos. 2da Ed. Santiago de Chile: Ocho Libros Editores Ltda. 640 p.

Cortés JA, Ruiz AT, Morales-Ramos JA, Thomas M, Rojas MG, Tomberlin, JK, Yi L, Han R, Giroud L, Jullien RL. 2016. Chapter 6—Insect Mass Production Technologies. En: Dossey A, Morales-Ramos JA, Rojas MG. Insects as Sustainable Food Ingredients. London: Academic Press. 153-201 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802856-6.00006-5>

Cruz D, Arévalo, H. 2021. Artrópodos. Producción de grillos de forma sustentable. Chía: Universidad de La Sabana. 99 p.

Díaz E. 2019. Bioemprendimientos en Latinoamérica: jóvenes emprendedores. En: Hodson E, Henry G, Trigo, E. La bioeconomía Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América

- Latina. 147-161 p. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Dicke M. 2017. Servicios ecosistémicos de insectos. En: Van Huis A, Tomberlin JK. *Insects as Food and Feed: From Production to Consumption*. 61-76 p. Países Bajos: Wageningen Academic Publishers.
- Dion-Poulin A, Laroche M, Doyen A, Turgeon, SL. 2020. Functionality of Cricket and Mealworm Hydrolysates Generated after Pretreatment of Meals with High Hydrostatic Pressures. *Molecules* (Basel, Switzerland). 25(22):5366. <https://doi.org/10.3390/molecules25225366>
- Dossey AT, Tatum JT, McGill WL. 2016. Chapter 5-Modern Insect-Based Food Industry: Current Status, Insect Processing Technology, and Recommendations Moving Forward. En: Dossey A, Morales-Ramos JA, Rojas MG. *Insects as Sustainable Food Ingredients*. London: Academic Press. 113-152 p. London: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802856-8.00005-3>
- Dunkel FV, Payne C. 2016. Introduction to Edible Insects. En: Dossey AT, Morales-Ramos JA, Rojas MG, editores. *Insects as Sustainable Food Ingredients*. London: Academic Press. p. 1-27.
- FAO. 2009. 2050 High-Level Experts Forum: Foro. Disponible en: <http://www.fao.org/wsfs/forum2050/wsfs-forum/es/>
- FAO. 2019. Meat Market Review—Overview of global meat market developments in 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/card/es/c/ca3880en/>
- FAO, FIDA, OPS, WFP, UNICEF. 2020. Panorama de la seguridad alimentaria y nutrición en América Latina y el Caribe 2020. Santiago de Chile: FAO. 150 p.
- Fontaneto D, Tommaseo-Ponzetta M, Galli C, Rise P, Glew RH, Paoletti M. 2011. Differences in fatty acid composition between aquatic and terrestrial insects used as food in human nutrition. *Ecological of Food Nutrition*. 50:351-367. <https://doi.org/10.1080/03670244.2011.586316>
- Fundación Heinrich Böll. 2014. «Atlas de la carne»—Hechos y cifras sobre los animales que comemos. Editora e Imprenta MAVAL Ltda. Disponible en: <https://www.boell.de/sites/default/files/atlasdelacarne.pdf>
- Gillott C. 2005. The Plecopteroid, Blattoid, and Orthopteroid Orders. En: *Entomology*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-3183-1_7
- Govorushko S. 2019. Global status of insects as food and feed source: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 91:436-445. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.032>
- Hall FG. 2020. Bioactive and allergenic properties of edible cricket (*Grylloside sigillatus*) peptides. <https://doi.org/10.25394/PGS.13360142.V1>
- Halloran A, Roos N, Flore R, Hanboonsong Y. 2016. The development of the edible cricket industry in Thailand. 91-100 p. Wgeningen: Academic Publishers. <https://doi.org/info:doi/10.3920/JIFF2015.0091>
- Halloran A, Hanboonsong Y, Roos N, Bruun S. 2017. Life cycle assessment of cricket farming in north-eastern Thailand. *J Clean Prod*. 156:83-94. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.017>
- Halloran A, Roos N, Hanboonsong Y. 2017. Cricket farming as a livelihood strategy in Thailand. *The Geographical Journal*. 183(1):112-124. <https://doi.org/10.1111/geoj.12184>
- Halloran A, Hansen HH, Jensen LS, Bruun S. 2018. Comparing Environmental Impacts from Insects for Feed and Food as an Alternative to Animal Production. En: Halloran A, Flore R, Vantomme P, Roos N, editors. *Edible Insects in Sustainable Food Systems*. Springer International Publishing. p. 163-180. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74011-9_1
- Hanboonsong Y, Jamjanya T, Durst PB. 2013. Six-legged livestock: Edible insect farming, collection and marketing in Thailand. Bangkok: FAO. 57 p.
- Hanboonsong A, Durst P. 2020. Guidance on sustainable cricket farming—A practical manual for farmers and inspectors. Bangkok: FAO. 84 p.
- Hartmann C, Siegrist M. 2016. Becoming an insectivore: Results of an experiment, *Food Quality and Preference*. 51:118-122. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.03.003>
- IPIFF. 2016. Implementation of EU Regulation 2015/2283 on 'novel foods'. Disponible en: <https://ipiff.org/wp-content/uploads/2018/05/ipiff-position-paper-implementation-of-eu-nf-regulation.pdf>
- Ivy TM, Sakaluk SK. 2005. Polyandry promotes enhanced offspring survival in decorated crickets. *Evolution* 59(1):152-159. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2005.tb00902.x>

- Jongema Y. 2017. List of Edible Insects of the World. Wageningen. University. Disponible en: <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>.
- Keenan S, Spice S, Cole J, Banfi P. 2015. Directorate General for Internal Policies. Policy Department A: economic and scientific policy. Food Safety Policy and Regulation in the United States. Disponible en: <http://www.europarl.europa.eu/studies>.
- Kluk, C. 2016. Innovación social. Creando soluciones para la vida. México: Promotora Social de México. 250 p.
- Lahteenmaki-Uutela A, Grmelova N, Henault-Ethier L, Deschamps MH, Vandenberg, GW, Zhao A, Zhang Y, Yang B, Neman V. 2017. Insects as Food and Feed: Laws of the European Union, United States, Canada, Mexico, Australia, and China. *Insects as Food and Feed*. 3(2):155-160. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0058>
- Lensvelt EJS, Steenbekkers LPA. 2014. Exploring consumer acceptance of entomophagy: A survey and experiment in Australia and the Netherlands. *Ecology of Food and Nutrition*, 53(5):543-561. <https://doi.org/10.1080/03670244.2013.879865>
- Malm M, Liceaga AM. 2021. Physicochemical Properties of Chitosan from Two Commonly Reared Edible Cricket Species, and Its Application as a Hypolipidemic and Antimicrobial Agent. *Polysaccharides*. 2(2):339-353. <https://doi.org/10.3390/polysaccharides2020022>
- Meyer- Rochow, VB, Jung, C. 2020. Insects used as food and feed: isn't that what we all need?. *Foods*. 9(8):1003. <https://doi.org/10.3390/foods9081003>
- Michalowski S, Sánchez C, Marí n D, Jiménez A, Martínez H, Domínguez V, Arroyave LM. 2018. Entre coacción y colaboración-verdad judicial, actores económicos y conflicto armado en Colombia. Bogotá: Dejusticia. 329 p.
- Ministerio de Cultura. 2015. La tierra de la abundancia. Las cocinas tradicionales indígenas del sur del departamento del Amazonas. Bogotá D.C.: Ministerio de Cultura de Colombia. 89 p.
- Nadathur SR, Wanasundara JPD, Scanlin L. 2017. Chapter 1-Proteins in the Diet: Challenges in Feeding the Global Population. En: Nadathur SR, Wanasundara JPD, Scanlin L, editores. *Sustainable Protein Sources*. Academic Press. p. 1-19.
- Okada K, Pitchers W.R. Sharma MD, Hunt J, Hosken DJ. 2011. Longevity, calling effort, and metabolic rate in two populations of cricket. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 65(9):1773-1778. <https://doi.org/10.1007/s00265-011-1185-3>
- Ooninx D, van Itterbeeck J, Heetkamp M, van den Brand H, van Loon, JJA, van Huis A. 2010. An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption. *PLoS ONE*. 5(12): e14445. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014445>
- Orinda M., Oloo J, Magara H, Ayieko M, Ekesi S, Roos N. 2021. Cricket rearing handbook services for science and education United Kingdom: Service For Science and Education. 59 p.
- Piha S, Pohjanheimo T, Lähteenmäki-Uutela A, Křečková Z, Otterbring T. 2018. The effects of consumer knowledge on the willingness to buy insect food: An exploratory cross-regional study in Northern and Central Europe, *Food Quality and Preference*. 70:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.12.006>
- Ramos -Elorduy J, Viejo JL. 2007. Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biológica*. 102(1-4):61-84.
- Ramos-Elorduy J. 2008. Energy Supplied by Edible Insects from Mexico and their Nutritional and Ecological Importance. *Ecology of Food and Nutrition*. 47(3):280-297. <https://doi.org/10.1080/03670240701805074>
- Restrepo EM, Rosales RB, Estrada M, Orozco JDC, Herrera JER. 2016. Es Posible Enfrentar el Cambio Climático y Producir más Leche y Carne con Sistemas Silvopastoriles Intensivos. *Ceiba*. 54(1):23-30. <https://doi.org/10.5377/ceiba.v54i1.2774>
- Ribeiro JC, Lima RC, Maia M. Almeida A, Fonseca AJ, Cabrita AR, Cunha LM. 2019. Impact of defatting freeze-dried edible crickets (*Acheta domesticus* and *Gryllobates sigillatus*) on the nutritive value, overall liking and sensory profile of cereal bars. *LWT*. 113: 108335. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108335>

- Roos N, van Huis A. 2017. Consuming insects: Are there health benefits? *Journal of Insects as Food and Feed*. 3(4):225-229. <https://doi.org/info:doi/10.3920/JIFF2017.x007>
- Sarmiento, JP. (2018). La aplazada reforma agraria y la Concentración de la tierra en Colombia. *Revista de Derecho*. 49:VII-XII.
- Simon SA, de Araujo IE, Gutierrez R, Nicolelis M. 2006. The neural mechanisms of gustation: A distributed processing code. *Nature Reviews Neuroscience*. 7(11):890-901. <https://doi.org/10.1038/nrn2006>
- Smil V. 2002. Eating meat: evolution, patterns, and consequences. *Population and Development Review*. 28(4):599-639. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2002.00599.x>
- Smith RL, Thomas W. 1988. Southwestern Distribution and Habitat Ecology of *Gryllobes supplicans*. *American Entomologist*. 34(4):186-191. <https://doi.org/10.1093/besa/34.4.186>
- Stehfest E, Bouwman L, van Vuuren DP, Den Elzen MGJ, Eickhout B, Kabat P. 2009. Climate benefits of changing diet. *Climatic change*, 95:83-102. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9534-6>
- Suescún CA. 2013. La inercia de la estructura agraria en Colombia: determinantes recientes de la concentración de la tierra mediante un enfoque espacial. *Cuadernos de Economía*, 32(SPE61):653-682.
- Tripathi AD, Mishra R, Maurya KK, Singh RB, Wilson DW. 2019. Estimates for world population and global food availability for global health. En: Singh RB, Watson RR and Takahashi T, editors. *The Role of Functional Food Security in Global Health*. 1st edition. London: Academic Press. p. 3-24.
- Vandeweyer D, Wynants E, Crauwels S, Verreth C, Viaene N, Claes J, Lievens B, Van Campenhout L. 2018. Microbial Dynamics during Industrial Rearing, Processing, and Storage of Tropical House Crickets (*Gryllobes sigillatus*) for Human Consumption. *Applied and Environmental Microbiology*. 84(12):e00255-18. <https://doi.org/10.1128/AEM.00255-18>
- van Huis A. 2018. Chapter 11-Insects as Human Food. En Nóbrega RR, Albuquerque UP, editores. *Ethnozoology*. Academic Press. p 195-213.
- Vernot D. 2021. Nuevas alternativas de producción con grillos *G. sigillatus*. Empoderamiento, emprendimiento y reconocimiento a mujeres rurales del municipio de La Mesa, Cundinamarca-Colombia. Chía: Universidad de La Sabana. 133 p.
- Walker TJ. 1999. Grillo de la casa tropical—*Gryllobes sigillatus* (F. Walker). Disponible en: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/crickets/gsigilla.html>
- Woolf EYZ, Emory K, Zhao J, Liu C. 2019. Willingness to consume insect-containing foods: A survey in the United States. *LWT*, 102:100-105, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.010>
- Wu G, Bazer FW, Cross HR. 2014. Land-based production of animal protein: impacts, efficiency, and sustainability. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1328:18-28. <https://doi.org/10.1111/nyas.12566>
- Zielińska E, Baraniak B, Karaś M, Rybczyńska K, Jakubczyk A. 2015. Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. *Food Research International*. 77:460-466. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.008>
- Zielińska E, Pankiewicz U, Sujka M. 2021. Nutritional, Physiochemical, and Biological Value of Muffins Enriched with Edible Insects Flour. *Antioxidants* (Basel, Switzerland). 10(7):1122. <https://doi.org/10.3390/antiox10071122>
- Zumbado, MA y Azofeifa, D. (2018). Insectos de importancia agrícola. Guía básica de entomología Costa Rica y Centroamérica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO).

Forma de citación del artículo:

Arévalo Arévalo H, Vernot D, Barragán-Fonseca K. 2022. Perspectivas de uso sostenible del grillo doméstico tropical (*Gryllobes sigillatus*) para la alimentación humana en Colombia. *Rev Med Vet Zoot*. 69(3):310-324. <https://doi.org/10.15446/rfmv.v69n3.98890>