

Desarrollo de una hamburguesa suplementada parcialmente con harina de gusano rey (*Zophobas morio*) en Bogotá y municipios aledaños

Development of a burger supplemented partially with king worm meal (*Zophobas morio*) in Bogotá and surrounding municipalities

Juan Sebastián MUÑOZ-CASTILLO ¹
Karen Otilia MALAGÓN-ALVIRA ²

¹ Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Bogotá, Colombia. munoz.juan2@uniagraria.edu.co

² Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Bogotá, Colombia. malagon.karen3@uniagraria.edu.co

Resumen

La entomofagia se ha consolidado como una alternativa nutricional y funcional interesante para satisfacer las demandas de la población y para abordar la mitigación y adaptación al cambio climático. El proyecto consiste en el análisis de viabilidad para el desarrollo de productos híbridos, como en este caso, una hamburguesa con sustitución de la matriz cárnica tradicional por harina de gusano rey (*Zophobas morio*) en diferentes concentraciones. El proyecto se encuentra en fase experimental, y ya se han obtenido datos de contenido nutricional, destacando el contenido proteico y de lípidos, como ácidos grasos insaturados. En este momento, se está en la fase de análisis de datos, además de realizar encuestas a panelistas con pruebas afectivas de tipo hedónico. Hasta el momento, se ha encuestado a 75 ciudadanos en un rango de edad de doce a ochenta años. Del sondeo general, derivado del diálogo con los panelistas, se ha identificado un gusto marcado por las formulaciones híbridas, reconociendo nuevos atributos como la crocancia y un sabor intenso en el producto. Esta investigación tiene el propósito de visibilizar la calidad y oportunidad que ofrece esta fuente proteica alternativa. De esta manera, se pretende incorporar, gradualmente, estos productos en las dietas, mediante el enriquecimiento con productos pulverulentos en las industrias alimentarias tradicionales. Esta se presenta como la mejor opción para la aceptación por parte de la población, considerando el factor de fobia a los insectos y la neofobia hacia productos novedosos por parte de ciertas personas.

Palabras clave: Entomofagia, Productos híbridos, Sostenible, *Zophobas morio* y Percepción sensorial.

Recepción:

17 / nov / 2021

Aceptado:

05 / oct / 2023

Citar como (APA):

Muñoz Castillo, J.S y Malagón Alvira, K.O (2022). Desarrollo de una hamburguesa suplementada parcialmente con harina de gusano rey (*Zophobas morio*) en Bogotá y municipios aledaños. Revista RETO, 10(1), p. 58-67. <http://doi.org/10.23850/reto.v10i1.4242>

Licenciamiento:



Abstract

Entomophagy has emerged as an interesting nutritional and functional alternative to meet the demands of the population and address climate change mitigation and adaptation. The project involves a feasibility analysis for the development of hybrid products, such as a burger in this case, where the traditional meat matrix is replaced with mealworm flour (*Zophobas morio*) in varying concentrations. The project is currently in the experimental phase, with nutritional content data already collected, emphasizing protein and lipid content, including unsaturated fatty acids. Currently, the project is in the data analysis phase, alongside surveys with panelists using hedonic affective tests. To date, 75 citizens within the age range of twelve to eighty years have been surveyed. From the overall feedback gathered through discussions with the panelists, a distinct preference for hybrid formulations has been identified, acknowledging new attributes such as crispiness and intense flavor in the product. The purpose of this research is to highlight the quality and potential of this alternative protein source. Thus, the goal is to gradually incorporate these products into diets by enriching traditional food industries with powdered products. This approach appears to be the best option for gaining acceptance from the population, considering the aversion to insects and neophobia towards novel products held by certain individuals.

Keywords: Entomophagy, Hybrid Products, Sustainable, *Zophobas morio*, Sensory Perception.

Introducción

El planeta está experimentando cambios, y su población ha modificado sus hábitos alimentarios en función de la economía y la producción predominante. En este contexto, se han dejado de lado valiosas alternativas tan antiguas como la propia humanidad. En este proyecto, abordamos una práctica tan preciada como olvidada: la entomofagia, que consiste en el consumo de insectos por parte de los seres humanos. El objetivo de este estudio es desarrollar una hamburguesa enriquecida con harina de gusano rey (*Zophobas morio*) que presente características sensoriales aceptables. El propósito es evaluar el grado de aceptabilidad y la percepción generada en una muestra poblacional de panelistas, que incluye habitantes de la ciudad de Bogotá D.C. y municipios aledaños.

Este proyecto tiene como meta posicionar el consumo de harinas provenientes de insectos como una alternativa proteica frente a las fuentes tradicionales, como los productos cárnicos derivados de la ganadería. Los procesos productivos tradicionales de las fuentes proteicas más comunes, como la industria cárnica y láctea, no son sostenibles ni sustentables a largo plazo. Se estima que estas industrias a gran escala contribuyen significativamente a los efectos acelerados del cambio climático a nivel mundial. La entomofagia se presenta como una interesante alternativa nutricional y funcional para satisfacer las demandas de la población, al tiempo que contribuye a la mitigación y adaptación al cambio climático. Su consumo reducido de recursos naturales, espacio necesario y producción mínima de residuos contaminantes, que además pueden ser aprovechados, contrasta con la ganadería tradicional, que implica un consumo excesivo de recursos y un impacto ambiental significativo para generar la misma cantidad de proteína.

Marco teórico o estado de la técnica

En este contexto, se ha identificado que el problema asociado a las fuentes proteicas tradicionales radica en su elevado consumo de

recursos naturales y terrenos, generando un impacto medioambiental considerable. Este impacto se ve exacerbado por la masiva emisión de gases de efecto invernadero (GEI), como dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, entre otros. Estas emisiones equiparan o incluso superan las del sector de transporte. A esto se suma la preocupante disminución de recursos hídricos y el favorecimiento de monocultivos destinados a la alimentación del ganado (Almirón Roig, 2013). Además, como se puede apreciar en la Figura 1, surgen problemas sociales relacionados con los monopolios en la producción, distribución y comercialización de productos cárnicos, así como con el extenso acaparamiento de tierras para sistemas de ganadería extensiva (Manuel et al., 2017).

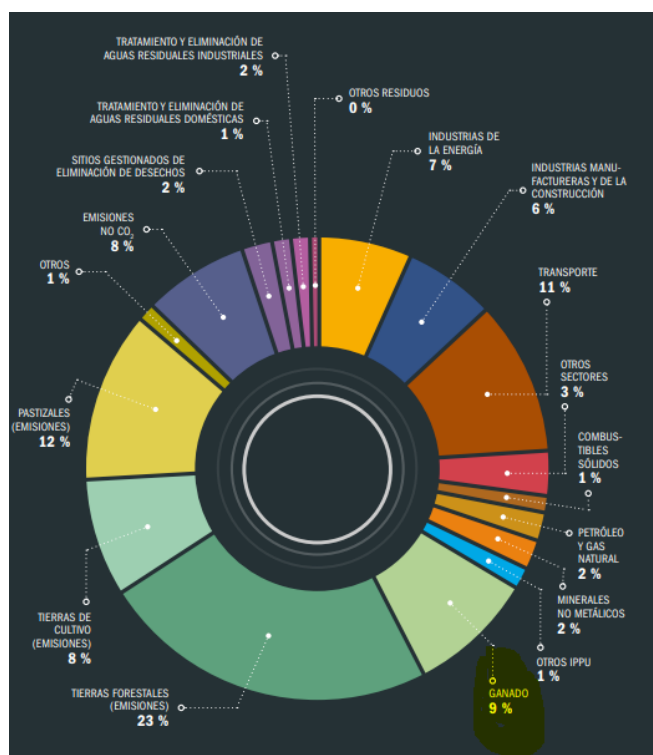


Figura 1. Proyección estadística de emisiones de CO2 totales en los sectores productivos, destacando las emisiones generadas por el sector ganadero.
Nota: Tomado de: Manuel et al, equipo de análisis de cambio climático del IDEAM, en su trabajo ponderado en la “tercera comunicación sobre cambio climático” en su resumen ejecutivo, elaborado el año 2017.

Adicionalmente, surge un inmenso problema de salud pública derivado de los múltiples

padecimientos causados por el consumo regular de productos cárnicos y sus derivados procesados. De acuerdo con las investigaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), estos productos se encuentran clasificados en la categoría 2ª y 1ª, respectivamente, como promotores de cáncer de diferente índole, especialmente gástrico y de colon. Además, están asociados con enfermedades como la cardiopatía, problemas respiratorios debido a la exposición a los vapores o humos de cocción, y el sobrepeso (Ecobichon, 2018). La Figura 2 ilustra la clasificación de productos potencialmente cancerígenos según la IARC.

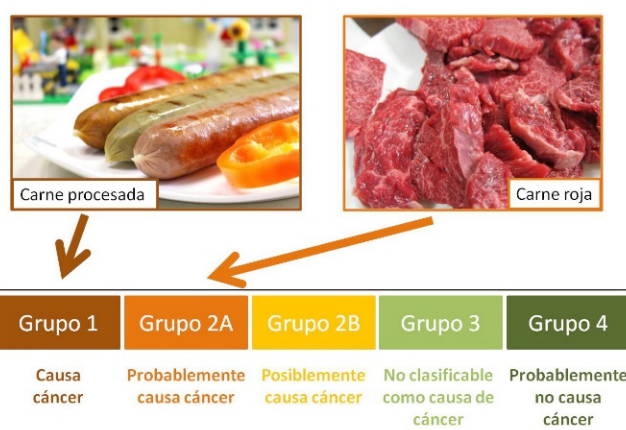


Figura 2. Clasificación de productos considerados como cancerígenos, la carne y los productos cárnicos procesados dentro de las categorías 2ª y 1ª respectivamente. Nota: Tomado de Mejor sin carne <https://mejorsincancer.org/2015/11/05/consumo-de-carne-y-riesgo-de-cancer/>

Algo realmente preocupante si se considera que se proyecta un incremento exponencial en el consumo de estos productos para las próximas décadas, lo que será todo un reto contemplando el factor fundamental y objetivo de estudio de la ingeniería en alimentos, que es asegurar el acceso a alimentos nutritivos e inocuos por parte de la población. De acuerdo a los datos proporcionados por la FAO (SOFI, 2020), se proyecta que para el 2050 la población humana ascienda a 10 mil millones de habitantes, lo que representaría casi el doble de alimentos disponibles actualmente para satisfacer las demandas nutricionales de la población (Arango Gutiérrez, 2005), por eso se aborda esta alternativa tan interesante como es la Entomofagia dada su eficiencia en contraste con la ganadería tradicional, esto se ilustra en la Figura 3.

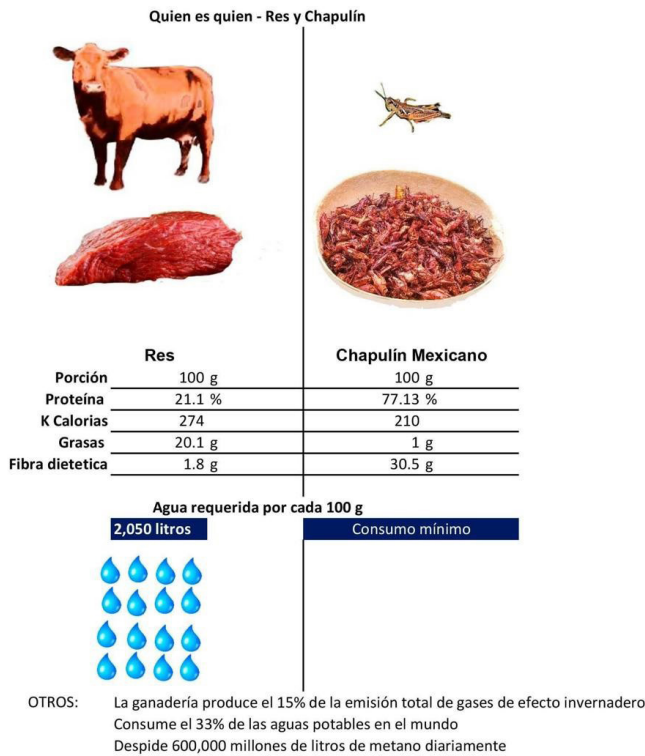


Figura 3. Comparativa de Microganadería vs Ganadería extensiva para la producción de 100g de proteína. *Nota:* Tomado de, Agronet, en su artículo: Entomofagia, estrategia de soberanía alimentaria. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Entomofagia,-estrategia-de-soberan%C3%ADa-alimentaria.aspx>

Es importante mencionar que los insectos también se están utilizando a nivel mundial debido a su alta eficiencia en la conversión nutricional de desechos orgánicos en macro y micromoléculas de amplio valor biológico (Rumpold & Schlüter, 2015). Un estudio realizado por un equipo de investigadores en la República Checa evaluó diferentes piensos orgánicos residuales como alimento y sustrato para especies populares en el sector entomófago, como *Zophobas morio*, *Tenebrio molitor* y *Acheta domesticus*. Los resultados obtenidos fueron interesantes a nivel bromatológico y funcional, señalando una considerable variabilidad en la composición entre los ejemplares y las especies según la alimentación suplementada (Supplements, 2020). Además, cabe destacar una peculiar investigación realizada en Brasil, donde las larvas de *Z. morio* fueron alimentadas con fracciones regulares de poliestireno, un polímero termoplástico ampliamente utilizado en el mundo, pero también bastante desechado y desperdiciado debido a los productos de un solo uso. Se determinó que

la especie tiene un potencial considerable para la óptima biodegradación de estos residuos inorgánicos (Medeiros et al., 2018), como se ilustra en la Figura 4.



Figura 4. Ejemplares de *Zophobas morio* en estado larval consumiendo poliestireno molido acondicionado como sustrato para su biodegradación. *Nota:* Tomado de National Geographic. Estos gusanos comen... ¡plástico! https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/estos-gusanos-comenplastico_15580

El proyecto consiste en el análisis de viabilidad para el desarrollo de productos híbridos, como en este caso, una hamburguesa con sustitución de la matriz cárnica tradicional por harina de gusano rey (*Zophobas morio*) en diferentes concentraciones. Teniendo en cuenta los datos referenciados, se considera óptima una incorporación baja de la matriz proteica entomófaga a los productos tradicionales mediante harinas de insecto, para lograr una mayor y gradual aceptabilidad por parte del consumidor a esta opción alimentaria (Avendaño et al., 2020). En este estudio se manejan tres niveles de formulación: 0% de sustitución, 10% y 20%. Esto con el propósito de medir la incidencia de la matriz entomófaga en la aceptabilidad y preferencia del producto en comparación con los productos tradicionales de la industria cárnica, como las hamburguesas.

Metodología

Para el desarrollo experimental se realiza un acondicionamiento inicial de la materia prima (Larvas óptimas de *Zophobas morio*) por medio de la selección de ejemplares que fueron adquiridos con un proveedor de alimento vivo y criados por el autor en condiciones óptimas de temperatura (28 – 32 °C) en el municipio de Ricaurte-Cundinamarca, se criaron durante siete semanas con un régimen

alimentario regulado como se observa en la Figura 5.



Figura 5. Acondicionamiento de la materia prima.
Nota: Criadero acondicionado (izq.) Fase de alimentación con frutas para hidratación (der.) cada 2-3 días.

Los ejemplares se trasladan a la ciudad de Bogotá, donde se alimentan durante cinco días adicionales. Posteriormente, se someten a un ayuno de dos días, conforme a lo recomendado por la literatura (Kouřimská & Adámková, 2016). Este ayuno tiene como objetivo suspender los procesos digestivos y la subsecuente producción de residuos en el organismo de los insectos. A continuación, son sometidos a un estado de congelación durante un periodo de 15 a 20 minutos, con el fin de inducir la latencia y reducir sus signos vitales al mínimo para el posterior sacrificio, como se puede apreciar en la Figura 6.



Figura 6. Congelamiento y selección de ejemplares.
Nota: Almacenado en congelador para llevar a estado de latencia (izq.) selección de ejemplares insensibilizados y pesado previo al sacrificio (der.)

El autor se traslada a las instalaciones de la Universidad para acondicionar la materia prima destinada a la posterior molienda y generación del producto pulverulento fino, tipo harina de *Zophobas morio*. Este acondicionamiento se logra mediante un shock térmico a 75 °C, con el

objetivo de llevar a cabo un sacrificio óptimo de la especie. El proceso se realiza durante un tiempo de 5 a 10 minutos, con la finalidad adicional de eliminar la carga microbiana, mohos o levaduras residuales que puedan quedar en la materia prima. Es importante señalar que, considerando la cría inocua y monitoreada, estos valores suelen ser bajos o nulos. En la Figura 7 se ilustra detalladamente el proceso.



Figura 7. Acondicionamiento de la materia prima.
Nota: Medición de temperatura óptima para shock térmico (izq.) Inmersión de la muestra insensibilizada al recipiente con agua a 72 °C para el sacrificio (der.)

Después del sacrificio, se lleva a cabo el secado de la muestra mediante un horno de secado convectivo a una temperatura de referencia de 95 °C durante 5 horas. Este procedimiento tiene como objetivo disminuir la actividad de agua de la muestra y prepararla para la molienda posterior. El proceso completo se ilustra detalladamente en la Figura 8.



Figura 8. Secado de la materia prima. Nota: Preparación de muestra para el secado (izq.) Muestra ubicada en el horno de secado convectivo a 95 °C durante 5 horas (der.).

A continuación, se retira la muestra seca del horno, se permite que se enfríe y luego se lleva a cabo el proceso de molienda. En ambos casos, se pesa antes y después, tal como se muestra en la Figura 9. Para este propósito, se utiliza una licuadora, considerando tanto la cantidad de la muestra como la estructura de la materia prima previamente secada.



Figura 9. Pesaje de la materia prima. *Nota:* Pesaje de muestra seca previo a la molienda (izq.) Muestra molida por licuadora pesada y almacenada para análisis bromatológicos (der.).

Para la parte del análisis sensorial, se contempla en principio llevar a cabo un diseño completamente aleatorizado unifactorial (DCA), que presenta 3 niveles en los cuales se variaron los porcentajes de carne por la harina de gusano rey. Estos porcentajes van desde el 78% hasta el 58%, mientras que la harina de gusano rey varía desde el 0% hasta el 20% en relación con la formulación inicial. La composición adicional incluye un 13% de grasa de res, un 6% de almidón de papa, un 1,4% de sal y un 1% de hielo en escarcha, siendo el resto constituido por carne de res molida, especias y aditivos (Ver Tabla 1).

Tabla 1

Nivel	%Carne	%Harina de Z. morio	% de sal	%CHO	%H ₂ O	Aditivos y especias	Total
1	78	0	1,4	6	1,1	0,5	100
2	68	10	1,4	6	1,1	0,5	100
3	58	20	1,4	6	1,1	0,5	100

DCA para adición de harina de gusano rey sustituyendo porcentaje de carne de res.

Las variables de respuesta es proporcionadas por los panelistas, quienes califican las percepciones sensoriales o características organolépticas mediante la degustación y los formatos de encuesta, con un total de tres experimentos. El procesamiento de los datos se llevó a cabo mediante un análisis de varianza (ANOVA), que incluyen el cálculo de medidas de tendencia central como la media, la desviación estándar, $\bar{X}$ y $\bar{X}^2$. Además, se aplicó la prueba t con un nivel de significancia del 5%. Finalmente, el análisis e interpretación posteriores se realizaron mediante el software estadístico miniTab-16, utilizando los

resultados obtenidos de las diferentes pruebas sensoriales.

La población a la que se le realizó el panel sensorial se encontraba en la ubicación del autor, en zonas cercanas a la Universidad Agraria y, también incluyó, a personal identificado en la feria de emprendimiento en el municipio de Chía. Las pruebas sensoriales se llevaron a cabo con alrededor de 75 personas, una muestra mínima significativa para obtener datos ajustados al objetivo, que es determinar el potencial del producto enriquecido frente al producto tradicional.

Se contó con la participación de una población en un rango total de doce a sesenta años de edad, considerando factores clave estudiados, como que el producto es más aceptado por la población joven y los adultos jóvenes, que fueron la población objetivo. La medición de la categoría por aceptabilidad con una escala hedónica permitió definir la percepción del consumidor ante estímulos generados tras la degustación del producto, estableciendo, mediante la escala, la calificación del criterio mencionado por parte del consumidor (Domínguez, 2007). Se manejaron un total de cinco parámetros o características a evaluar: sabor, textura, apariencia, palatabilidad y aroma.

Se empleó una escala hedónica de 1 a 5, donde 1 es el valor mínimo y 5 el máximo. En la Tabla 2 se ilustra la estructura proyectada de las diferentes escalas hedónicas que se planea emplear:

Tabla 2

Escala hedónica	
5.	Me gusta mucho
4.	Me gusta
3.	Me es indiferente
2.	No me gusta
1.	Me disgusta mucho

Escala hedónica empleada para evaluación de los parámetros contemplados

El análisis de 1,132 ejemplares seleccionados y tratados resultó en un peso inicial de 480 gramos. Después del secado, la muestra, con una reducción de contenido de agua libre, pesó 185 gramos. Tras la molienda, se registró una pérdida mínima,

dando como resultado un peso final de muestra de 183 gramos, que se llevó para el análisis.

El mismo día, el autor se trasladó al laboratorio externo Biotrends S.A en Engativá, Bogotá, para las determinaciones bromatológicas de la materia prima. Tras entregar la muestra, los análisis tomaron un total de diez días para obtener los resultados, que se presentan en la Tabla 3.

En cuanto al análisis sensorial, se utilizaron 1,086 ejemplares de *Zophobas morio*, que siguieron el mismo proceso que las larvas utilizadas para el análisis bromatológico en términos de ganancia de peso, tratamiento y obtención de la harina. Se suplementó esta harina en las formulaciones con alrededor de 300 gramos en las diferentes concentraciones, para un total de 3,000 gramos de muestra (aproximadamente 1,000 gramos por formulación). Se encuestó a un total de 100 panelistas para los cuales se prepararon 300 muestras de hamburguesas (3 por participante), cada una de 10 gramos. El registro fotográfico del proceso se puede apreciar en la Figura 10.



Figura 10. Registro fotográfico del proceso. Nota: Pesado de materia cárnica y harina entomófaga de *Zophobas morio* (izq.), mezclado de ingredientes (centro), pesado de la muestra y refrigerado de las muestras previo al panel sensorial (der.).

Las variables de respuesta fueron proporcionadas por los panelistas, quienes calificaron las percepciones sensoriales o características organolépticas a través de la degustación y el llenado de formatos de encuesta para interpretar sus percepciones, en un total de tres experimentos. A continuación, en la Figura 11 se presenta el registro fotográfico del diligenciamiento en las diferentes sesiones:



Figura 11. Registro fotográfico consecutivo de las cinco sesiones realizadas para el paneo sensorial del producto.

El procesamiento de los datos recopilados se llevó a cabo mediante un ANOVA, contemplando el cálculo de medidas de tendencia central como la media, desviación estándar, X , X^2 , además de la prueba t , con un nivel de significancia del 5%. Posteriormente, el análisis e interpretación se realizó mediante el software estadístico miniTab-16 con los resultados obtenidos de las diferentes pruebas sensoriales.

Después de las charlas con los panelistas posteriores al panel, se pudo sondear preliminarmente, identificando una predilección generalizada por las formulaciones híbridas levemente sustituidas (10% y 20%). Aunque aún no se ha realizado el sondeo estadístico de los datos, se puede establecer que se ha respondido a la pregunta problema. Es posible el desarrollo de una hamburguesa parcialmente sustituida con harina entomófaga, destacando atributos como la crocancia, mayor densidad, sabor y aroma en la formulación en comparación con la formulación tradicional. Esto se plantea como un interesante punto de partida para el desarrollo de más formulaciones suplementadas con harina de insectos comestibles en una amplia gama de productos, así como la hibridación con especies de insectos comestibles, como en este caso, la especie *Zophobas morio atratus*, conocida como gusano rey.

Resultados y discusión

A continuación, en la Tabla 3 se presentan los resultados del bromatológico realizados a la materia prima que en este caso fue la harina de *Zophobas morio*:

Tabla 3

Parámetro	Método	Resultado	Unidades
Humedad	PLF-008 version 3 (Gravimetría- secado en estufa a 105 °C.)	7,3	
Sólidos totales	AOAC 925.10. Ed 21:2019 (Gravimetría).	92,7	

Parámetro	Método	Resultado	Unidades
Proteína total	ISO 1871:2009 (Kjeldahl) (Alimentos para consumo humano y animal) Acreditado.	33,9	g/100g
Grasa total	P-LF-003 Versión 2 (Extracción etérea, Soxhlet).	43,5	
Fibra cruda	(Hidrólisis ácida, alcalina y calcinación).	9,2	
Cenizas	P-LF-001 Versión 5 (Gravimetría - calcinación a 600°C).	5,9	
Carbohidratos totales	Cálculos por diferencia.	9,4	

Resultados de los análisis bromatológicos realizados a la harina de *Zophobas morio*. Nota: Fuente Briotrends S.A.

Se lleva a cabo el análisis estadístico de los datos recopilados de los paneles sensoriales realizados. A continuación, las Figuras 12, 13, 14 y 15 presentan las gráficas con los promedios de calificación de las muestras y un promedio ponderado de valoración de los paneles realizados.



Figura 12. Valores ponderados de la muestra control (0% sustitución proteica)



Figura 13. Valores ponderados muestra levemente suplementada (10% sustitución proteica)



Figura 14. Valores ponderados muestra moderadamente suplementada (20% sustitución proteica)



Figura 15. Valoración promedio de las formulaciones

Discusión

Después de revisar los análisis, se pueden hacer las siguientes observaciones. En cuanto a los datos del análisis bromatológico, se confirma el rango de macromoléculas reportado en otros estudios con la materia prima entomófaga, con rangos de proteínas de 45-30 g% y contenido lipídico de 50-35% en peso seco de las muestras evaluadas en estudios previos (M. D. Abd Rahman Jabir, 2012), (Park et al., 2013), (Rumpold & Schlüter, 2015), (Adámková et al., 2016) y (Martinis, 2020). Esto confirma el amplio potencial y versatilidad de esta materia prima, cuyo contenido nutricional la hace ideal para su uso como suplemento nutricional. Sin embargo, su perfil de ácidos grasos impide su incorporación como ingrediente principal en una dieta regular, como señalaron Benzertiha et al. (2020) en su estudio nutricional. Aunque la composición de los ejemplares puede gestionarse según la dieta suplementada a los ejemplares de *Zophobas morio* destinados para la alimentación humana (Supplements, 2020).

En relación con el análisis sensorial, a partir del sondeo estadístico de los datos obtenidos de los paneles sensoriales, se pueden hacer varias afirmaciones interesantes sobre el proyecto, como se mencionó en los objetivos y la pregunta problema. Fue posible elaborar una hamburguesa con sustitución proteica parcial con características sensoriales aceptables para la población. De las tres formulaciones, la muestra control y la levemente suplementada 111 (10% de sustitución proteica cárnica por entomófaga) fueron las que presentaron mayor predilección en general. Aunque la muestra 111 fue superior en parámetros como apariencia, textura y palatabilidad, la muestra 000 fue la que mostró la mayor preferencia en parámetros de sabor y aroma. Después del diálogo con los panelistas, se identificó la mayor preferencia por las formulaciones mencionadas, lo cual se corroboró al revisar la distribución de los datos analizados para cada uno de los niveles experimentales.

Sin embargo, las características de la formulación 222 fueron bastante apetecidas por ciertos panelistas, quienes señalaron que los insectos incorporados aportaban crocancia, aroma,

sabor y mayor densidad a la formulación. Estos datos son coherentes con estudios que también realizaron análisis sensoriales con población que destacó las bondades de la materia prima entomófaga (Hernani, 2017). Cabe mencionar que un porcentaje bajo de los panelistas expresó desagrado, principalmente debido a la presencia de insectos. Esto se entiende y, en muchos casos, se puede manejar con un óptimo molido del producto. En este caso, el molido fue semiartesanal, y los tamaños de partícula fueron irregulares y, en algunos puntos, notorios. No obstante, de acuerdo con los estudios referenciados, estamos ante una excelente opción nutricional con características adecuadas a nivel funcional para población que demande un alto nivel de proteína y energía (Hernandez et al., 2019).

En cuanto al análisis estadístico detallado, se puede confirmar la información del análisis general. Al analizar los valores del DCA, concretamente, los valores F calculados son menores a los F tabulados, lo que indica que no hay una diferencia significativa o un alto grado de variabilidad entre las muestras tanto cárnicas como híbridas. La formulación 222 presentó un mayor grado de variabilidad entre las percepciones en la escala hedónica propuesta, ya que su F calculado fue mayor debido a la mayor variación dentro de las calificaciones de los panelistas. Le sigue la muestra 000, y finalmente la 111 fue la formulación con mayor preferencia y agrado general después del diálogo con los participantes y el análisis estadístico general de varianza de los datos recopilados. Estos resultados son prometedores para productos híbridos que contengan la materia prima proteica de tipo entomófago en el sector cárnico y otras industrias, como la panificación, pastelería, confitería, suplementos nutricionales, aderezos y productos preparados. Sin embargo, será necesario evaluar su comportamiento reológico para la incorporación, cocción y conservación, dependiendo del tipo de procesamiento y el consumidor objetivo del producto en la sustitución (Scholliers et al., 2020).

Conclusiones

De acuerdo con el proyecto ejecutado hasta el momento, se pueden derivar varias conclusiones de interés.

- La especie *Zophobas morio* destaca entre los tenebrionidos por su óptimo tamaño y capacidad de degradación de residuos orgánicos y materiales como el poliestireno con una óptima conversión de moléculas orgánicas en nutrimentos de alto valor biológico.
- La mejor opción para asegurar la rentabilidad en este mercado es tener una cantidad considerable de ejemplares reproductores para garantizar producciones regulares a gran escala para el procesamiento rentable de harinas entomófagas (Supplements, 2020), de esta manera, podrán empezar a incluirse y paulatinamente posicionarse en el mercado y en la sociedad como una opción promisorio para la seguridad alimentaria sumado esto a la optimización de corrientes laterales y desperdicios orgánicos, contribuyendo al bienestar de la población, medio ambiente y formas de vida con las que compartimos el planeta. (Park et al., 2013).
- Se concluye que hay un potencial considerable en la harina de gusano rey *Zophobas morio* para usarse como alternativa alimenticia, siendo esta una fuente proteica (con un 34% de proteína) y energética (con un 43% de lípidos) prometedora y que puede ser incluida en productos de consumo general, como la mencionada hamburguesa.

Referencias:

- Almirón Roig, N. (2013). Alimentación y calentamiento global: «la larga sombra del ganado» en la prensa española. *Estudios Sobre El Mensaje Periodístico*, 19(1), 17–33. <https://doi.org/10.5209/rev-ESMP.2013.v19.n1.42505>
- Arango Gutiérrez, G. P. (2005). Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 33–37. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=23405487&lang=es&site=ehost-live>
- 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). <https://doi.org/10.4067/s0717-75182020000601029>
- Domínguez, M. R. (2007). Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. *Instituto de Investigación Nutricional–IIN Consultora-AgroSalud*, 2–45. www.iin.sld.pe
- Ecobichon, D. J. (2018). Toxicology and risk assessment. *Foodborne Disease Handbook, Second Edition, Revised and Expanded: Volume 4: Seafood and Environmental Toxins*, 5(1), 347–376. <https://doi.org/10.1201/9781351072113>
- Kouřimská, L., & Adámková, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal*, 4, 22–26. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2016.07.001>
- Manuel, J., Calderón, S., S, J. E. M., Der-, A., Pulido, G., Gutiérrez, J. E., C, J. R., María, A., González, A., A, M. E., Implemen-, E. C. M. De, Javier, F., Lara, E., Torres, O. F., & Torres, O. F. (2017). *Tercera comunicación nacional de colombia*.
- Medeiros, A. da S., Tomoto, A. L. da S., Araújo, J. H. B. de, Bragion, G. da R., Garbin, B., Cherulli, G. de M. S. B., & Matos, I. V. de. (2018). Biodegradação de poliestireno expandido utilizando *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Zophobas morio* Fabricius, 1776 (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 5(9), 271–279. <https://doi.org/10.21438/rbgas.050918>
- Park, H. C., Jung, B. H., Han, T., Lee, Y. B., Kim, S., & Kim, N. J. (2013). 도입된 상업용 거저리 (*Zophobas atratus*) 의 분류 및 형태유사종 갈색거저리 (*Tenebrio molitor*) 와 대왕거저리 (*Promethis valgipes*) 와의 DNA 바코드 특성 분석 *Taxonomy of introduced commercial insect, Zophobas atratus (Coleoptera; Tenebrionidae) and a comparison of DNA barcoding with si*. 51(2).
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. (2015). Insect-based protein sources and their potential for human consumption: Nutritional composition and processing. *Animal Frontiers*, 5(2), 20–24. <https://doi.org/10.2527/af.2015-0015>
- SOFI. (2020). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo*. Fao.
- Supplements, F. (2020). Evaluation of Organic Wastes as Substrates for. di.