

***Blaptica dubia* un alimento alternativo sostenible para la producción animal**

Blaptica dubia a sustainable alternative feed for animal production

Recibido: 28 de julio de 2022

Aprobado: 2 de diciembre de 2022

Forma de citar: A. J. Rincón-Atuesta, N. Rodríguez Colorado, "*Blaptica dubia* un alimento alternativo sostenible para la producción animal", *Mundo Fesc*, vol. 12, no. S4, pp. 71-86, 2022. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1363>

Alberto José Rincón-Atuesta 

Estudiante de maestría en producción animal
ajrinconat@ufpso.edu.co
Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña
Rio de Oro, Colombia

Nancy Rodríguez Colorado * 

Doctora en Ciencias Agrarias
nrodriguez@ufpso.edu.co
Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña
Ocaña, Colombia

***Autor para correspondencia:**
nrodriguez@ufpso.edu.co



Blaptica dubia **un alimento** **alternativo** **sostenible** **para la producción** **animal**

Resumen

La producción de alimentos para el consumo animal a lo largo del tiempo ha venido impactando negativamente los recursos naturales, siendo necesario implementar alternativas que aporten significativamente al desarrollo sostenible pero que a su vez garanticen la nutrición de la población mundial en crecimiento, optando por la producción de insectos, los cuales han sido reconocido por sus componentes nutricionales, destacando a la *Blaptica dubia*; sin embargo, se evidencia una dispersión de información sobre la inclusión de la especie en la alimentación animal. La siguiente revisión proporciona una descripción del potencial de la *Blaptica dubia* como alimento alternativo y sostenible para los animales de interés productivo. La metodología empleada estuvo basada en la búsqueda de información con el apoyo de bases de datos Science direct y Google Scholar. Se reconoce el potencial de la especie y sus aportes a la producción sostenible, la cual puede llegar a sustituir alimentos propios en la formulación de dietas para especies tales como la harina de soya, la soya y el maíz, siendo necesario el estandarizar los sustratos para su producción.

Palabras clave: alternativa nutricional,
Blaptica dubia, insectos, producción

**Blaptica dubia
a sustainable
alternative
feed for animal
production**

Abstract

Keywords: Blaptica dubia, nutritional alternative, insects, sustainable production.

Introducción

La producción de alimentos de origen animal implica el reconocimiento de los requerimientos nutricionales de proteína, grasa, carbohidratos, vitaminas y minerales de cada especie para la elaboración de dietas balanceadas que sean eficientemente metabolizadas y transformadas en materias primas como carne, piel, huevo, pluma, leche. El crecimiento demográfico y la necesidad imperante de alimentos, evidencia un escenario de competencia por la proteína presente en alimentos para animales y la proteína de consumo humano, por lo que se hace necesario el estudio de fuentes sostenibles de proteínas alternativas que garanticen la seguridad alimentaria y que minimicen los altos costos que presentan los piensos [1].

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, reconoce el potencial de los insectos como fuente de alimentos y piensos [2], destacando así su consumo (entomofagia) [3]; de igual forma, la Comisión Europea autoriza la venta de nuevos alimentos para humanos, considerando el consumo de insectos tales como sus partes, o aislado de estos producidos a partir de los mismos [4].

Lo anterior, da cabida para la comercialización de forma congelada, en pasta, seco y en polvo de larvas de escarabajo estiércol (*Alphitobius diaperinus*) [5]; de igual forma, se autoriza la comercialización de forma congelada, desecada y en polvo de la Langosta migratoria (*Locusta migratoria*) [6], Grillo doméstico (*Acheta domesticus*) de forma congelada, desecada y en polvo [7] o en polvo parcialmente desgrasado [8], Gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) de forma desecada, congelada y en polvo [9] y de forma desecada [10], lo que confirma el potencial del recurso entomológico en la industria alimenticia. La producción de dichas especies como fuente nutricional, representa una alternativa productiva sustentable que satisface la demanda de alimentos, especialmente para el consumo animal por las reservas culturales del consumidor humano [11], valor que ha sido investigado en varios países, argumentado aportes significativos de proteína, lípidos y minerales [12, 13].

La inclusión de insectos en la dieta de animales de interés zootécnico, trae consigo beneficios nutricionales e inmunológicos, estudios revelan como la presencia de quitina polisacárido presente en el exoesqueleto de los insectos estimula el sistema inmunológico de las aves, lo que permite reducir la necesidad de antibióticos [14], efecto significativo para los sistemas avícolas. La industria alimentaria estudia la producción de insectos como alternativa a fuentes convencionales de harina animal o la harina de soya, debido a que los insectos aportan cantidades considerables de proteína, lípidos y minerales. Algunas investigaciones destacan el uso de harinas a base de insectos como sustituyente total de fuentes convencionales de proteína, generando resultados relacionados con los impactos positivos en la rentabilidad del sistema productivo, por lo que merece ser destacada sus propiedades [11].

Los primeros estudios que evaluaron la inclusión de insectos en la alimentación animal fueron desarrollos con peces en el continente asiático y africano [15]; de igual forma, se cuenta con variedad de estudios relacionados con el potencial nutricional de los insectos, los cuales pueden ser implementados en la nutrición de especies de interés para el consumo humano [2].

Sin embargo, existen pocas investigaciones cuyo eje se centra en el uso de insectos como materia prima sustituta de alimentos, o el uso de estos en la alimentación de especies de interés productivo; convirtiéndose en una alternativa de nutrición casi inexplorada [15]. Considerando que son el grupo de animales más diversos del planeta, con 5.5 millones de especies y una densidad importante, puesto que con relación a un humano podríamos encontrar 1.400 millones de insectos [16].

Dentro de la clase insecta, se destaca a la *Blaptica dubia* (*Bd*), fuente natural de alimento para la mayoría de reptiles y anfibios, como alternativa potencial para la elaboración de dietas para la industria animal; particularmente por su contenido de proteína que oscilan entre 40% a 55% [17] y 776 mg/g como la cantidad total de aminoácidos por gramo de proteína bruta y un total de aminoácidos esenciales de 361 mg/g [18]. Sin embargo, no se evidencian investigaciones de los efectos de la especie sobre los parámetros productivos de animales de interés productivo. Por tal motivo, el siguiente estudio, tuvo como objetivo analizar las publicaciones generadas a partir de los reportes de los componentes nutricionales de la *Bd*, revisión que permita presentar el potencial que tiene la especie para la elaboración y remplazo a las fuentes tradicionales de proteína importadas para la elaboración de piensos destinados para el consumo animal [19].

Sostenibilidad en la producción de insectos comestibles

La producción de alimentos del sector agropecuario genera impactos sobre el ambiente, trayendo consigo debates sobre la sostenibilidad centrados en reducir las emisiones de CO₂, erosión del suelo, el consumo considerable de agua y la producción de residuos [20,21].

El recurso agua se encuentra amenazado por inadecuadas prácticas agronómicas, considerando que el 70% de las fuentes hídricas son utilizadas en la producción agrícola [22, 23]. Seguidamente, la agricultura impacta dichos recursos debido a la alta demanda por unidad de producción y a la eficiencia global de riego [22]; anexo a ello, la carencia de sistemas de riego eficiente, estimula las pérdidas monumentales del líquido, por otro lado, el consumo del recurso puede pasar del 70% al 90% en las regiones tropicales áridas [24].

Plantear que el mantenimiento de la temperatura mundial por debajo del límite máximo crucial (2°C), las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) tendrán que reducirse para el 2050 en un 70% y el cambio climático solo puede ser mantenido dentro de los niveles manejables con las contribuciones del sector agrícola; por tal razón, es necesario la transformación de los sistemas alimentarios, empleando cambios dietarios que permitan alcanzar los objetivos planteados [25].

La conversión hacia dietas más saludables pueden traer consigo la reducción de GEI [26], empleando soluciones alternativas para la producción de proteína animal, amigables con el medio ambiente y menos dependientes del agua [27], sugiriendo que la cría de insectos como una práctica sostenible, pues está asociada con bajos niveles de gases de efecto invernadero [28, 29]; de igual forma, es planteada bajo criterios de producción de proteína convertida en una ruta de concertación entre la producción pecuaria y la conservación del entorno natural [22].

Los efectos ambientales asociados a la entomofagia para consumo, requieren de conocer los procesos biológicos de las especies; contemplando también que el metabolismo y los intercambios de gases varían según la actividad, masa y temperatura de cada animal [30]; además, las condiciones ambientales como la humedad, luz, temperatura y concentraciones de CO₂ y O₂, constituyen un papel importante en la cantidad producida de CH₄ [31], lo anterior presenta el potencial para optimizar los sistemas no solamente para ampliar la productividad, sino también para disminuir las emisiones de GEI [32].

Un estudio determinó que la producción de CH₄ en la dieta de cucarachas *Periplaneta americana* fue significativamente afectada por el ciclo biológico y su alimento, encontrando que las dietas ricas en fibra como hojas de cereal, cereal de salvado o mazorca de maíz, favorecen las emisiones de CH₄, emitidas en mayor cantidad por larvas en comparación a los adultos; por lo que la dieta del huésped genera un efecto significativo en la microbiota y actividad intestinal [27]; de igual forma, la taxonomía importante en lo que respecta a la estructura de la comunidad intestinal de termitas e himenópteros, la dieta constituye un factor sustancial en la estructura de la comunidad especialmente para los huéspedes de insectos que consumen sustancias derivadas de lignocelulosa [33].

Entonces, la importancia ecológica de los insectos está relacionada directamente con sus cortos ciclos de vida cuando se crían y cultivan, lo que los convierte en una alternativa viable para mitigar las emisiones de gases de efectos invernadero, reducir el uso y contaminación de fuentes hídricas y optimización del recurso suelo, promoviendo la reducción de la contaminación ambiental [34].

Los insectos presentan un mayor índice de conversión alimenticia debido a que son especies de sangre fría y la eficiencia de convertir los alimentos en proteína es alta [35], requieren de menos tierra cultivable o de menores espacios, debido a que son criados en recipientes [35, 36].

La base alimenticia de la especies entomófagas está centrada en residuos agrícolas y desechos orgánicos, estrategia que permite reducir los costos de producción e interviene en el desarrollo beneficioso de la microbiota [11]; de igual forma, la cría no promueve altas demandas de los recursos naturales, pues suelen ser eficientes en cuanto a la absorción de agua proveniente de sustratos; además, contribuyen a la reducción del desperdicio de alimentos, debido a que su dieta está basada en subproductos agroalimentarios infrautilizados tales como vegetales, frutas, alimentos que no son consumibles para el humano o productos derivados de la fabricación de alimentos que son desechados por

razones técnicas [36], lo que resulta importante debido a que el 27% de los productos agrícolas son desechados cada año [37].

La producción de insectos podrá convertirse en un componente importante en la agricultura circular sostenible, al cerrar ciclos de nutriente y energía, fomentar la seguridad alimentaria, reducir el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, contribuyendo de manera significativa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2: hambre cero, 6: agua limpia y saneamiento, 9: industria, innovación e infraestructura, 12: producción y consumo responsables, 13: acción por el clima, 15: vida de ecosistemas terrestres y 16: paz, justicia e instituciones sólidas [38, 39].

*Generalidades de la *Blaptica dubia* (Bd)*

La *Bd* es reconocida comúnmente como cucaracha dubia, cucaracha Argentina, cucaracha manchada de naranja o cucaracha manchada de Guyana, cuenta con una longitud de hasta 4,5cm, sexualmente dimórfica, especie que, al ser comparada con otros insectos, presenta porcentajes mayores o similares de proteína, el cultivo es más fácil de mantener y las colonias producen poco olor [40].

La hembra *dubia*, poseen esbozos alares, mientras que el macho presenta alas que cubren su cuerpo, los adultos tienen un color marrón oscuro a negro con un patrón de rayas y pigmentaciones de color naranja, las cuales son más visibles a la luz [41]. La especie se caracteriza por ser ovovivípara, con ciclo de vida comprendido entre los 16 a 24 meses, una vez alcanzada la madurez sexual (4 o 5 meses), las hembras sacan sus crías por ooteca a través del último segmento abdominal, esperando que el macho realice la fecundación, posterior a ello y transcurrido un mes, el número promedio de crías será de 25 a 35 [42].

Con respecto a la alimentación de la *Bd*, la inclusión de 4 dietas a partir de subproductos de la fabricación de alimentos, tales como melaza de remolacha, cáscaras de patata al vapor, granos usados, levadura de cerveza, restos de pan y restos de galleta, suministrados a cucarachas argentinas recién nacidas, moscas soldado negras, grillos domésticos y gusanos amarillos de la harina, dentro de los resultados obtenidos, se reporta que las cucarachas y la mosca convirtieron el alimento de manera más eficiente en comparación a las otras especies estudiadas y los animales de producción convencional [43].

La dieta generó efectos sobre la supervivencia de las especies a excepción de las moscas soldado negra; de igual forma, se reporta que la composición química de la cucaracha fue variada entre las dietas; sin embargo, para las moscas soldado negra se mantuvo similar, por lo que los autores concluyen que las especies objetivo, pueden considerarse animales de producción eficiente siempre y cuando se les sea suministrado dietas adecuadas, llegando a constituirse como alternativa sostenible a los animales de producción convencional como fuente de pienso [43].

La concentración de nutrientes presentes en los insectos varía según la especie, la etapa

de desarrollo, el sustrato suministrado y método de procesamiento, por otro lado, se resalta la fuente de energía, proteína y el equilibrio de aminoácidos esenciales de los que se destaca la metionina, presente en mayor cantidad que en las fuentes comunes tales como la harina de maíz y soya en la dieta de las aves [44].

Aporte nutricional de la *Bd*

Los perfiles de aminoácidos y ácidos grasos en cucarachas *Bd* sub adultas y adultas, encontrando que las muestras examinadas presentaron altos niveles de glicina (66,4 – 166,2 g – kg⁻¹ Ms) y alanina (81,5-118,4 g – kg Ms), por otro lado, se hallaron niveles bajos de aminoácidos sulfurados, tales como la cisteína (0,5 – 2,1 g-kg MS) y metionina (4,0-17-2g-Kg-1 Ms), respectos a los aminoácidos esenciales, los autores reportan altos niveles de lisina (48,6-94,0g –kg-1Ms) y valina (53,4-84,0g – kg-1Ms) (tabla I) [45].

Tabla I. Componentes nutricionales presentes en la *Bd*

Nutrientes	Blaptica dubia	Autor
Humedad	59,06 – 62,70%	[41, 46]
Cenizas	2,47% - 4,17%	[41, 46, 19]
PB %	47,50 – 54,32	[41, 46]
	52,87 -54,32	[19]
	43, 13 – 55,28	[50]
Quitina %	4. 38 -5,17	[19]
Glicina	66,4-166,2 g/Kg	[45]
Alanina	81,5 – 118,4 g /Kg	[45]
Metionina digestible %	4,0 g / Kg	[45]
Cisteina	0,5 – 2,1 g / Kg	[45]
Lisina digestible	48,6 – 94, 0 g/ Kg	[45]
Valina	53,4 – 84, 0 g/ Kg	[45]

Dentro de los componentes nutricionales presentes en la *Bd*, para los análisis próximos de adultos y ninfas, se presentan rangos de humedad de 59,06% al 62,70%, porcentajes de cenizas que variaron del 2,47% a 4,17%, proteína 47,50% y 54,32%, quitina 3,83%-5,58% y porcentajes de grasa en peso seco entre el 35,49% y 44,22% [41]; bajo estos valores, la especie podría ser una fuente de proteína alternativa para uso en la alimentación de mascotas y podría sustituir alimentos importados como la harina de pescado, soya y la carne [46].

La extracción y caracterizaron de las fracciones proteicas de cinco especies de insectos tales como *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio*, *Alphitobius diaperinus*, *Acheta domesticus* y *Blaptica dubia*, reportaron intervalos de proteína bruta del 19% al 22%, los niveles de aminoácidos esenciales fueron comparables con las proteínas de soya, pero estuvieron por debajo a los de la caseína; una vez realizada la extracción acuosa, con la fracción grasa, los autores reportan el hallazgo de un sobrenadante con 17-23% de proteína total, un sedimento con 33 al 39% de proteína total y un residuo con 31-47% de proteína total, el autor argumenta que las especies bajo estudio presentan potencial para ser

implementadas como alimento, debido a los niveles de proteína absoluta y calidad de la proteína [47].

Estudios, demuestran que los machos de *Blaptica dubia* presentaron un 62,70% de humedad con desviación estándar de 1,08%, ceniza de $4,17 \pm 0,03$ %, $54,32 \pm 2,00$ % de proteína, $4,38 \pm 0,79$ % quitina y $35,51 \pm 0,71$ % grasa sobre peso seco, para la hembra *B. dubia*, se evidencian un porcentaje de humedad del $61,46 \pm 3,45$ %, $3,69 \pm 0,05$ % de ceniza, $52,87 \pm 1,01$ % proteína, $5,58 \pm 0,23$ % quitina y para los valores de grasa, se reportan porcentaje de $35,49 \pm 3,68$ %; seguidamente se evidencia una alta digestibilidad aparente de proteína cruda con $81,57 \pm 3,30$ % en gatos, analizando que los gránulos de alimentos pueden ser una fuente alternativa de proteína para animales, especialmente mascotas [19]; sin embargo, no se evidencia inclusiones de la *Bd* en otras especies.

Las materias primas comúnmente usadas en la alimentación de gallinas ponedoras poseen contenidos de nutrientes que suplen los requerimientos planteados de acuerdo a la etapa fisiológica del animal, dichos contenidos se encuentran contrastados con los reportes realizados a la especie *Bd* (ver tabla II y III); encontrando que la *Bd* a pesar de contener un alto porcentaje de humedad, tiene contenidos nutricionales competitivos solo superados por la harina de pescado.

Tabla II. Componentes nutricionales de algunas materias primas

Nutrientes	Harina de pescado	Harina soja 44%	Haba soja extrusionada	Maíz nacional	Blaptica dubia	Autor
Humedad	7,0	12,1	9,2	13,6	59,06 - 62,70	[45, 46, 19]
Cenizas %	12,5	6,2	5,1	1,1	3,69 - 17 2,47 - 4,17	[19] [41, 46]
PB %	70	44,0	37	7,3	47,50 - 54,32 19 - 22	[41, 46] [47]
EE %	84	1,9	20,0	3,3	35,49 - 44,22	[41]
EM - Aves (Kcal/Kg)	3410	2240	3500	3250		
Lisina	4,67	2,68	2,26	0,22	48,6 - 94,0 g/ Kg	[45]
Metionina	1,80	0,59	0,53	0,15	4,0 g / Kg	[45]
Met + Cis	2,25	1,25	1,08	0,31		
Treonina	2,53	1,72	1,47	0,26		
Triptófano	0,65	0,57	0,49	0,06		
Valina	3,05	2,07	1,78	0,35	53,4 - 84,0 g/ Kg	[45]
Arginina	3,76	3,18	2,70	0,33		

Nota. Donde PB: Proteína bruta, EE: Extracto etéreo o grasa; EM: Energía metabólica para aves expresadas en Kilo calorías por Kilogramo; Met + Cis: Metionina + Cistina. [48, 49]

La composición química de especies entomófagas como *Tenebrio molitor*, *Zophbas morio*,

Naophoeta cinerea, *Blaptica dubia*, *Gromphardhina portentosa*, *Periplaneta americana*, *Oxyhaloa duستا* y *Blatta lateralis*, hallando que el porcentaje más alto de proteína bruta fue el obtenido de *Naophoeta cinerea*, valor comparable al de la harina de pescado; la proteína presente en las demás especies de estudio es comparable al de la torta de soja (43,13% y 55,28%) [50].

Respecto a los ácidos grasos, se reportan cantidades del 76,31% en relación con los ácidos grasos saturados (23,30%) [41]; seguidamente, la *Bd* contiene ácidos grasos ω -3 y ω -6 [51]; de igual forma, los ácidos grasos insaturados más presentes en los extractos de lípidos son C18: 1cis9 y C18:2cis9,12, siendo los ácidos grasos saturados más frecuentes C16: o; la cantidad total de aminoácidos por gramo de proteína cruda fue de 776 mg/g y 361 mg/g como suma de aminoácidos esenciales, nutrientes propios para la alimentación de reptiles y anfibios debido a que contiene grandes cantidades de proteínas [41].

Tabla III. Requerimientos nutricionales de las gallinas ponedoras vs componentes nutricionales presentes en la *Bd*

Nutrientes	T: 18° y 24° C	T > 24° C	Blaptica dubia	Autor
EM (Kcal/Kg)	2750	2750		
PB %	16,8	17,5	47,50 – 54,32 54,32 – 52,87 43, 13 – 55,28	[41, 46] [19] [50]
Metionina %	0,40	0,42		
Metionina + Cisteína %	0,67	0,70		
Lisina %	0,80	0,84		
Treonina %	0,56	0,59		
Triptófano %	0,181	0,190		
Glicina			66,4-166,2 g/Kg	[45]
Alanina			81,5 – 118,4 g /Kg	[45]
Metionina digestible %	0,38	0,40	4,0 g / Kg	[45]
Cisteina			0,5 – 2,1 g / Kg	[45]
Met + Cis digstible %	0,60	0,63		
Lisina digestible	0,71 %	0,74 %	48,6 – 94,0 g/ Kg	[45]
Valina			53,4 – 84,0 g/ Kg	[45]
Treonina digestible %	0,48	0,50		
Triptófano digestible	0,155	0,163		
Calcio	2-2,10	2,1 - 2,2		
Fósforo	0,42	0,44		
Cloro mínimo	0,14	0,15		
Sodio mínimo	0,15	0,16		

Nota. Donde EM: Energía Metabólica, T: Temperatura, Kcal/Kg: Kilo calorías por Kilogramo; g/Kg: gramos por Kilogramo; PB: Proteína Bruta. Los requerimientos nutricionales son presentados según la ubicación del sistema productivo, cuya variación climática es fluctuante [52].

La tabla IV evidencia los componentes nutricionales aportados por un concentrado comercial para gallinas ponedoras, relacionado con los componentes presentes en la *Blaptica dubia*.

Tabla IV. Componentes nutricionales de un concentrado vs componentes nutricionales de la *Blaptica dubia*

Nutrientes	Concentrado comercial	<i>Blaptica dubia</i>
Proteína %	15,5	19 - 54,32
Grasa %	2,5	35,49 - 44,22
Cenizas %	15,0	3,69 - 17
Humedad %	13,0	59,06 - 62,70

Bajo el contexto en mención, se reconocen que los componentes químicos de los insectos como la *Bd* que contiene altas cantidades de grasa, proteínas y se convierten en una producción innovadora de alimento y piensos [28].

La información consultada, permite evidenciar el potencial nutricional presente en la *Bd*, convirtiéndose así, en una alternativa nutricional como sustituto de materias primas usadas en la elaboración de concentrados; sin embargo, cabe aclarar, la necesidad de contar con estudios comparativos que permitan evaluar la funcionalidad de la proteína de insectos en comparación con las proteínas convencionales independientemente del método de adquisición y procesamiento, que permita así incorporar el alimento en las industrias a gran escala y optimizar los métodos de procesamiento, relacionado con la rentabilidad, funcionalidad, sabor y sostenibilidad de la mano con la seguridad e integridad del consumidor [53].

Conclusiones

La huella ambiental generada por los insectos es baja debido a que los desechos orgánicos propios para su alimentación, son transformados de manera eficiente; por otro lado, se evidencia el potencial que presenta la *Blaptica dubia* para ser utilizada como sustituto de materias primas; sin embargo, surge la necesidad de contar con investigaciones futuras que deriven de la inclusión, modelos de inclusión de la especie y sus efectos en animales de interés productivo.

Bajo la información presentada, la *Blaptica dubia* puede implementarse como fuente de proteína alternativa para la alimentación animal, los componentes nutricionales de la especie, cumplen con los desafíos de abastecimiento de alimentos de una población que cada día aumenta; de igual forma, constituye una fuente alternativa de alimentos y piensos y un sustituto en potencia de materias primas.

Al desconocer a grandes rasgos la elección de sustratos para la producción de la *Blaptica dubia*, es necesario estandarizar los mismos, no obstante, se requiere de investigaciones

para el desarrollo e implementación de tecnologías higiénicamente sanitarias que permitan el procesamiento de crías, cosecha y postcosecha de la especie.

Referencias

- [1] S. Govorushko, S. Human impact on environment. Rusia. Far Eastern Federal University, 2016
- [2] FAO. Edible insects: future prospects for food and feed security. Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013
- [3] A. Nongonierma, R. FitzGerald, "Unlocking the biological potential of proteins from edible insects through enzymatic hydrolysis: A review", *Innovative food Science y emerging technologies*, vol.43, pp.239-252, octubre 2017
- [4] Ministerio de Sanidad, "Situación de los insectos en alimentación humana", Febrero 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/Situacion_insectos_en_alimentacion_humana.pdf
- [5] Comisión Europea, "Reglamento de Ejecución 2015/2283 de la comisión", Agosto 2022. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:62022TB0500>
- [6] Comisión Europea "Reglamento de Ejecución 2021/1975 de la Comisión", Noviembre, 2021. [En línea]. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2021.402.01.0010.01.SPA&toc=OJ%3AL%3A2021%3A402%3ATOC
- [7] Comisión Europea "Reglamento de Ejecución 2022/188 de la Comisión", Febrero, 2022. [En línea]. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2022.030.01.0109.01.SPA&toc=OJ%3AL%3A2022%3A030%3ATOC
- [8] Comisión Europea "Reglamento de Ejecución 2015/2283 de la Comisión", Septiembre, 2019. [Online]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0188>
- [9] Comisión Europea "Reglamento de Ejecución 2017/2470 de la Comisión" Diciembre, 2017. [Online]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32017R2470>
- [10] Comisión Europea" Reglamento de Ejecución 2021/882 de la Comisión" Junio, 2021 [Online]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/>

legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2021.194.01.0016.01.SPA&toc=OJ%3AL%3A2021%3A194%3ATOC

- [11] F. Velásquez et al, "Use of insects as an alternative in poultro nutrition: review", *Research, society an development*, vol.10, no.3, pp. 1-10, febrero 2021
- [12] M. J. Boland, et al., "The future supply of animal - derived protein for human consumption", *Trends in food science y technology*, vol. 29, no.1, pp. 62-73, enero 2013
- [13] M. Valipour et al., "Agricultural wáter management in the world during past half century", *Archives of agronomy and soil science*, vol. 61, no. 5, pp. 657-678, Agosto 2014
- [14] V. Nowak, D. Persijn, D. Rittenschober, U. R. Charrondiere, "Review of food composition data for edible insects", *Food chemistry*, vol. 193, pp. 39-46, febrero 2016
- [15] A. Schiavone, M. Cullere, M. De Marco, M. Meneguz, I. Biasato, S. Bergagna, A. Dalle Zotte, "Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat in broiler diets: effect on growth performances, feed- choice, blood traits, carcass characteristics and meat quality", *Italian jorunal of animla Science*, vol.16, no.1, pp. 93-100, noviembre 2016
- [16] Fundación Heinrich Boll. Atlas de los insectos. Bèlgica, Fundación Heinrich Boll, 2020
- [17] P. Yee, et al., "Dubia cockroach (*Blaptica dubia*) as an alternative protein source for animal feed", *Journal of Biochemical Biopharmaceutical and Biomedical Sciences*, vol. 1, pp. 31-39, Agosto 2015
- [18] A. C. Gutiérrez et al, "Cuticle Fatty Acid Composition and Differential Susceptibility of Three Species of Cockroaches to the Entomopathogenic Fungi *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota, Hypocreales)", *Journal of Economic Entomology*, vol. 108, no.2, pp. 752-760, febrero 2015
- [19] L. Pei Yee, "Dubia cockroach (*Blaptica dubia*) as an alternative protein source for animal feed", *Journal of Biochemical Biopharmaceutical and Biomedical Sciences*, vol. 1, pp. 31-39, Agosto 2015
- [20] FAO. "Technical consultation meeting". Enero 2012. [Online]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/an233e/an233e00.pdf>
- [21] A. Halloran, Y. Hanboonsong, N. Roos, S. Bruun, "Life cycle assessment of cricket faring in north-eastern Thailand", *Journal of cleaner production*, vol. 156, pp. 83-94, Julio 2017

- [22] D. Dobermann, J. Swift, L. Field, "Opportunities and hurdles of edible insects for food and feed", *Nutrition bulletin*, vol. 42, no.4, pp., 293-308, noviembre 2017
- [23] FAO, "AQUASTAT –FAO'S Global information system on wáter and agricultura" 2011. [Online]. Available: <https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use>
- [24] H. Aviles, "El valor del agua en la agricultura", *Revista La Granja*, vol. 5, pp. 28-31, 2005
- [25] FAO, "El estado mundial de la agricultura y la alimentación", 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i6030s/i6030s.pdf>
- [26] D. Tilma, M. Clark, "Global diets link environmental sustainability and human health", *Nature*, vol. 515, no. 7528, pp. 518- 522, noviembre 2014
- [27] P. Garay, "Cuantificación de las emisiones de GEI en dos especies de insectos comestibles (*Blaptica dubia* y *Gryllus assimilis*): análisis del efecto de la dieta", tesis de maestría, Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina, 2021
- [28] B. Rumpold, K. Schluter, "Potential and challenges of insects as an innovatie source for food and feed production", *Innovative food Science y emerging technologies*, vol. 17, pp. 1-11, enero 2022
- [29] B. Gómez et al, "Chapter seven – challenges and opportunities regarding the use of alternative protein sources: Aquaculture and insect", *Advances in food and nutrition research*, vol. 89, pp. 259-295, 2019
- [30] P. Schilman, "Metabolism and gas exchange patterns in *Rhodnius prolixus*", *Journal of insect physiology*, vol. 97, pp. 38-44, febrero 2017
- [31] G. Velu et al, "Green house gas emissions from termite ecosystem", *African journal environmental science and technology*, vol. 5, no.2, pp. 56-64, febrero 2011
- [32] A. Halloran et al, "Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review2", *Agronomy for sustainable development*, vol. 36, no.4, septiembre 2016
- [33] D. R. Colman, E. C. Toolson, C. D. Takacs-Vesbach, "Do diet taxonomy influence insect gut bacterial communities?", *Molecular ecology*, vol. 21, no.10, pp. 5124-5137, octubre 2012
- [34] D. Raheem et al., "Entomophagy: Nutritional, ecological, safety and legislation aspects", *Food research international*, vol.126, diciembre 2019
- [35] J. Mlcek et al., "A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in europe – a review", *Polish journal of food and nutrition sciencies*, vol. 64, no. 3, pp.

147-157, marzo 2014

- [36] Fish Farming Technology, "Los beneficios de usar insectos en la alimentación acuícola: sostenibilidad, ventajas nutricionales", Abril 2022 [En línea]. Disponible en: <https://aquafeed.co/entrada/los-beneficios-de-usar-insectos-en-la-alimentacion-acuicola-sostenibilidad-ventajas-nutricionales-...-54468>
- [37] FAO, "Food wastage footprint impacts on natural resources. Summary report", 2013. [Online]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>
- [38] R. Moruzzo, S. Mancini, A. Guidi, "Edible insects and sustainable development goal. Insects", *Insects*, vol. 12, no. 557, pp. 1-9, abril 2021
- [39] ONU, "Objetivos de Desarrollo Sostenible", 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [40] H. Wu, x. Ping Hu, A. G. Appel, "Temperature-dependent development and termal sensitivity of *Blaptica dubia* (Blattodea:Blaberidae)", *Journal of economic entomology*, vol. 110, no.2, pp. 546-551, abril 2016
- [41] A. Mariod, M. Saeed, I. Hussein, "Blaptica dubia cockroache", *Unconventional oilseeds and oil sources*, pp.337-340. 2017
- [42] H. Romero, "Protocolo de producción de alimento vivo para las dietas de los animals de la estación - hogar de paso de CORPONOR", Agosto 2020, trabajo de grado, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia
- [43] D. Oonincx et al., "Feed conversión, survinal and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products", *plos one*, vol. 10, no. 12, noviembre 2015
- [44] E. Koutsos et al., "Chapter 17- The role of insects for poultry feed: present and future perspective" *Mass production of beneficial organism*, pp.493-509, enero 2022
- [45] M. Kulma et al, "Nutritional value of three Blattodea species used as feed for animal", *Journal of animal and feed sciences*, vol. 25, pp. 354-360, diciembre 2016
- [46] P. Yee et al., "Nutrient composition of *Blaptica dubia* (order: blattodea) as an alternative protein source", *Journal of tropical resources and sustainable Science*, vol. 6, no. 2, pp. 88-92, diciembre 2018
- [47] L. Yi et al., "Extraction and characterisation of protein fractions from five insect speci4es", *Food chemistry*, vol. 141, no. 4, pp. 3341-3348, enero 2013
- [48] FEDNA. Harina de pescado. [En línea]. Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-pescado-70913

- [49] FEDNA. Ingredientes para piensos. 2019. [En línea]. Disponible en: <http://fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>
- [50] D. Hopley, "The evaluation of the potential of tenebrio molitor, zophobas morio, naophoeta cinerea, blaptica dubia, gromphardhina portentosa, periplaneta americana, blatta lateralis, oxyhalao duesta and hermetia illucens for use in poultry feeds", trabajo de maestria, Stellenbosch University. Faculty of Agrisciences. Dept. of Animal Sciences, Stellenbosch, South Africa, 2016
- [51] D. Tzompa et al., "Insect lipid profile: aqueous versus organic solvent-based extraction methods", *Food research international*, vol. 62, pp.1087-1094, agosto 2014
- [52] Institut de Selection Animale B.V, "Babcock brown. Guía de manejo de la nutrición de ponedoras comerciales", ISA: Netherlands: San Marino, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.avicolatoscana.com/wp-content/uploads/2020/02/guia-de-manejo-de-la-nutricion-babcock-brown-2.pdf>
- [53] A. Gravel, A. Doyen, "The use of edible insect proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties", *Innovative food Science y emerging technologies*, vol. 59, enero 2020