

Evaluación de macronutrientes y micronutrientes en avispa (orden *Hymenoptera*)

Macronutrients and micronutrients evaluation in wasp (order *Hymenoptera*)

José Luis Abdul Carmona López ^a, María Fernanda Escamilla Rosales ^b, José Alberto Ariza Ortega ^c.

Abstract:

In the State of Hidalgo, Mexico, different species of wasp are consumed and used in different culinary preparations. However, few studies are available on its macronutrients and micronutrients composition. Therefore, the objective of this work was to collect information on the composition of macronutrients and micronutrients of different species of wasps that are consumed in the State of Hidalgo and compare their concentration with conventional foods. A bibliographic search was carried out through electronic databases. Wasp species contain high percentages of proteins (31-63 %) and lipids (22-62 %), therefore, they are a good source of these macromolecules. Among the fatty acids reported for the order *Hymenoptera*, the predominant ones are unsaturated fatty acids (69.94 %) and in a lower concentration saturated fatty acid (29.88 %), and contains a higher concentration of micronutrients compared to conventional foods such as vitamin C (32.10- 36.14 mg/100 g), thiamine (0.21-1.05 mg/100 g), riboflavin (0.05-1.70 mg/100 g) and niacin (0.47-12.40 mg/100 g), so wasps can be an option for the preparation of dishes.

Keywords:

Amino acids, Entomophagy, Fatty acids, Nutritional value, Protein, Wasp.

Resumen:

En el estado de Hidalgo, México, se consumen diferentes especies de avispa y se utilizan en diferentes preparaciones culinarias. Sin embargo, hay pocos estudios disponibles sobre su composición de macronutrientes y micronutrientes. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue recopilar información de la composición de macronutrientes y micronutrientes de diferentes especies de avispas que se consumen en el estado de Hidalgo y comparar su concentración con alimentos convencionales. Se realizó una búsqueda bibliográfica a través de bases de datos electrónicas. Las especies de avispa contienen porcentajes altos de proteínas (31-63 %) y lípidos (22-62 %), por lo tanto, son una buena fuente de estas macromoléculas. Entre los ácidos grasos reportados para la orden *Hymenoptera* los predominantes son los ácidos grasos insaturados (69.94 %) y en menor concentración los ácidos grasos saturados (29.88 %), y contiene una concentración superior de micronutrientes comparado con alimentos convencionales como vitamina C (32.10-36.14 mg/100 g), tiamina (0.21-1.05 mg/100 g), riboflavina (0.05-1.70 mg/100 g) y niacina (0.47-12.40 mg/100 g), por lo que las avispas pueden ser una opción para la preparación de platillos.

Palabras Clave:

Ácidos grasos, Aminoácidos, Avispa, Entomofagia, Proteína, Valor nutritivo.

Introducción

Los insectos son invertebrados que conforman el 75 % de todas las especies que se distribuyen por todos los

hábitats del mundo, y muchos de ellos son considerados como una fuente de alimento ¹.

En México, existe una diversidad de insectos comestibles, sin embargo, son poco conocidos; ya que los platillos a base de estos, son regionales. Uno de ellos es la avispa,

^a Autor de correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-0830-8013>, Email: nutri.abdul@gmail.com

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0001-8476-1031>, Email: 07fernanda.er@gmail.com

^c Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-2163-4593>, Email: jose190375@hotmail.com

que pertenece al orden *Hymenoptera*, de la familia *Vespidae*. En general, en la República Mexicana se consume la avispa negra [*Polybia (Myrametra) occidentalis nigratella*] *Buysson*. (*Hymenoptera-Vespidae*), mientras que en el estado de Hidalgo, las especies de avispa que se degustan son: *Brachygastra azteca Sauss.*, *Polistes (Poliosutus) major P. de B.* y la avispa negra. Se ha reportado que estas especies de avispas, contienen compuestos químicos nutritivos, que son deseables en la alimentación, además, su veneno también se usa para curar algunos padecimientos (reumatismo, artritis e histeria), y la miel tiene un uso medicinal en oftalmología. Sin embargo, las avispas son consideradas como una plaga, ya que ataca especies comerciales de plantas y abejas^{2,3}. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue recopilar información de la composición de macronutrientes y micronutrientes de diferentes especies de avispas que se consumen en el estado de Hidalgo y comparar su concentración con alimentos convencionales.

Macronutrientes

Los macronutrientes o macromoléculas son compuestos químicos, que están formados por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, algunos contienen azufre o fósforo, y se encuentran unidos principalmente por enlaces de puentes de hidrógeno o enlaces covalentes, que forman a las proteínas, lípidos y carbohidratos. Estudios sobre los macronutrientes en especies de avispa, han demostrado que contienen estos tres constituyentes que son benéficos para la salud, y su concentración varía con la especie, sexo, etapa de desarrollo (huevos, larvas, pupas, ninfas y adulto), dieta y medio ambiente (temperatura y humedad)^{2,4,5}. En la tabla 1 se muestra una comparación de macronutrientes en diferentes especies de avispas que se consumen en el estado de Hidalgo.

Tabla 1. Comparación de macronutrientes.

Composición	<i>Brachygastra Azteca</i>	<i>Polybia Occidentalis nigratella</i>	<i>Polistes Instabilis</i>
Proteína (Porcentaje)	63	61	31
Lípidos (Porcentaje)	22	28	62
Fibra (Porcentaje)	3	2	3
Carbohidratos (Porcentaje)	9	11	2
Cenizas (Porcentaje)	3	3	2

A continuación, se describirá cada uno de estos compuestos:

Proteína

En los seres vivos, las proteínas desempeñan diferentes roles en el organismo como ser enzimas, hormonas, son el material que produce nitrógeno para mantener el equilibrio ácido y alcalino, transformando la información genética y transportando materiales importantes en el cuerpo humano⁵. En la tabla 2 se observa que los valores de proteína reportados para las diferentes especies de avispas son similares a algunos órdenes de insectos y alimentos de consumo frecuente.

Tabla 2. Comparación de la concentración de proteína.

Orden de insecto	Proteína (Porcentaje)	Alimentos	Proteína (Porcentaje)
<i>Orthoptera</i>	52 - 77	Soya	44
<i>Hemiptera</i>	36 - 71	Pollo	43
<i>Homoptera</i>	33 - 72	Huevo	46
<i>Coleoptera</i>	30 - 69	Res	54
<i>Lepidoptera</i>	34 - 71	Frijol	23
<i>Hymenoptera</i>	10 - 81	Lenteja	27
<i>Isoptera</i>	37 - 48	NR	NR

Fuente: Argüeso, Díaz, Rodríguez, Castro y Diz-Lois¹¹. *Orthoptera* (chapulines, grillos y esperanzas), *Hemiptera* (chinches), *Homoptera* (toritos y periquitos), *Coleoptera* (escarabajos), *Lepidoptera* (mariposas), *Hymenoptera* (abejas, avispas y hormigas) e *Isoptera* (termitas y polillas). NR: No Reportado.

En la tabla 2 se observa que los valores reportados para la orden *Hymenoptera* (abejas, avispas y hormigas) su contenido de proteína es comparable a los parámetros reportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para adultos, presentando un valor biológico que varía de 53.20 % hasta 78.27 %⁶.

Lípidos

Los lípidos se pueden definir como un grupo de compuestos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno que integran cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas, aunque también contienen fósforo y nitrógeno^{7,8,9}. En los insectos, los lípidos constituyen el segundo lugar en su composición¹³. En la tabla 3, se muestra el contenido de lípidos en la orden *Hymenoptera* (abejas, avispas y hormigas) comparado con órdenes de insectos y alimentos de consumo diario.

Tabla 3. Contenido de lípidos (porcentaje de peso seco).

Orden de insecto	Lípidos (%)
<i>Odonata</i>	41.28
<i>Orthoptera</i>	2.20
<i>Homoptera</i>	30.60
<i>Hemiptera</i>	44.30
<i>Coleoptera</i>	35.86
<i>Lepidoptera</i>	49.48
<i>Diptera</i>	12.61
<i>Hymenoptera</i>	55.10

Fuente: Rumpold y Schlüter ¹³. *Odonata* (libélulas), *Orthoptera* (chapulines, grillos y esperanzas), *Homoptera* (toritos y periquitos), *Hemiptera* (chinchas), *Coleoptera* (escarabajos), *Lepidoptera* (mariposas), *Diptera* (moscas), *Hymenoptera* (abejas, avispas y hormigas).

El porcentaje de lípidos en las diferentes órdenes de insectos comestibles es del 10 - 50 %, y aumenta su contenido en las etapas de larva y de pupa ^{13, 17}, su concentración depende también de factores como la especie, etapas reproductivas, estación, edad (etapa de vida), hábitat y dieta ¹⁸. Se observa en la tabla anterior que el orden *Hymenoptera*, donde se encuentra las especies de avispa, contiene un mayor porcentaje de lípidos, entre ellos los ácidos grasos.

Ácidos grasos

Los ácidos grasos son biomoléculas muy importantes para los seres vivos. Son los principales constituyentes de los triacilglicéridos (aceites y grasas, que actúan como reserva de energía) y de los fosfolípidos (que forman parte de la estructura de las membranas celulares) ¹¹. Se pueden clasificar como ácidos grasos saturados e insaturados.

Ácidos grasos saturados

Los ácidos grasos saturados son moléculas formadas por una cadena larga hidrocarbonada con un número par de átomos de carbono ^{23, 24}. En la tabla 4 se mencionan a algunos ácidos grasos saturados, su localización en la naturaleza, su notación común y científica.

Tabla 4. Descripción de algunos ácidos grasos saturados

Ácido graso*	Fórmula*	IUPAC**	Fuentes naturales*
--------------	----------	---------	--------------------

Butírico Caproico	C ₄ H ₈ O ₂ C ₆ H ₁₂ O ₂	Butanoico Hexanoico	Semillas como el lino y granos molidos parcialmente.
Caprílico Cáprico	C ₈ H ₁₆ O ₂ C ₁₀ H ₂₀ O ₂	Octanoico Decanoico	Aceite de coco y aceite de palma
Láurico Mirístico	C ₁₂ H ₂₄ O ₂ C ₁₄ H ₂₈ O ₂	Dodecanoico Tetradecanoico	Semilla de palma, aceite de canela, laurel
Palmitico Esteárico	C ₁₆ H ₃₂ O ₂ C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Hexadecanoico Octadecanoico	En plantas y animales
Araquídico	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	Eicosanoico	
			Linaza, nuez

Fuente: *IUPAC: Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (por sus siglas en inglés).

Los insectos contienen ácidos grasos saturados, que es similar al porcentaje reportado para la carne de res y cordero, como el ácido caproico (C6:0), caprílico (C10:0), láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0) (18), como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Comparación de ácidos grasos saturados.

Orden de insecto	Ácidos grasos saturados (%)	Tejido animal	Ácidos grasos saturados (%)
<i>Lepidoptera</i>	32.5-46.5	Vacuno	30-50
<i>Coleoptera</i>	42.3-44.3	Cordero	40-55
<i>Hymenoptera</i>	29.88	-	-
<i>Isóptera</i>	37.8-46.7	-	-

Fuente: Raksakantong, Meeso, Kubola y Siriamornpun ¹⁸. *Lepidoptera* (mariposas), *Coleoptera* (escarabajos), *Isóptera* (termitas y polillas) y *Hymenoptera* (abejas, avispas y hormigas).

En la tabla anterior se observa que el orden *Hymenoptera*, su concentración de ácidos grasos saturados es menor al reportado para los órdenes de insectos, y también para la carne de vacuno y cordero, por lo que se recomendaría su consumo.

Ácidos grasos insaturados

Los ácidos grasos insaturados se diferencian de los ácidos grasos saturados, por la presencia de dobles enlaces en su estructura, en base a esto se clasifican en monoinsaturados y poliinsaturados, si presentan uno o más de un doble enlace en su estructura respectivamente (tabla 6) ¹⁰.

El ácido graso oleico pertenece a la serie omega 9, es el más abundante en la naturaleza y en las semillas oleaginosas, se encuentra en todos los

lípidos naturales ^{10, 12}. En las órdenes de insectos está presente en porcentajes de 6.2 – 66.6 % ¹⁹ similar a la carne de res y cordero ¹⁸ (tabla 6).

Tabla 6. Especificación numérica de algunos ácidos grasos insaturados

Ácido graso*	Fórmula*	IUPAC**	Fuentes naturales*
Palmitoleico (□-7)	C16:1	Hexadecenoico	Mayoría de los aceites
Oleico (□-9)	C18:1	Octadecenoico	
Linoléico (□-6)	C18:2	Octadecadienoico	Maíz, cacahuete, algodón y soya
Linoléico (□-3)	C18:3	Octadecatrienoico	Linaza
Eicosapentaenoico (EPA) (□-3)	C20:5	Ácido (5Z,8Z,11Z,14Z,17Z)- icosa-5,8,11,14,17- pentaenoico	Aceites de pescado
Docosahexaenoico (DHA) (□-3)	C22:6	(4Z,7Z,10Z,13Z,16Z,19Z)- docosa-4,7,10,13,16,19- hexaenoico	

Fuente: IUPAC: Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (por sus siglas en inglés).

Se observa en la tabla anterior, que el orden *Hymenoptera* (abejas, avispas y hormigas) contiene una concentración importante de éste ácido graso, e investigaciones realizadas con los ácidos grasos monoinsaturados, han concluido que estos ácidos grasos, pueden reducir la concentración sérica de la lipoproteína de baja densidad y aumentar la concentración sérica de la lipoproteína de alta densidad ²⁴. Entre algunos beneficios de consumir C18:1 es que es un agente anti-apoptótico, antiinflamatorio ²⁷ y puede aumentar la sensibilidad a la insulina comparado con los ácidos grasos poliinsaturados que la protegen ^{24,25}, por lo que estos ácidos grasos pueden prevenir padecimientos de enfermedades cardiovasculares, coronarias, cáncer, enfermedad inflamatoria, trombótica y autoinmune, así como hipertensión, diabetes tipo dos, enfermedades renales, artritis reumatoide, colitis ulcerosa y enfermedad de Crohn. Además, la relación omega 6/omega 3 se considera un factor clave para la síntesis equilibrada de eicosanoides y su importancia nutricional ^{32, 33, 34}.

Carbohidratos

Otro macronutriente presente en los insectos comestibles son los carbohidratos, sin embargo, conforman un porcentaje muy bajo ⁴⁰. Debido a esto, no se ha profundizado en el tema, a excepción de la quitina, que se encuentra en la anatomía de los insectos y que, se forma a partir de fructosa y glucosa

proveniente de la hidrólisis del almidón ^{13, 41, 42}, donde el orden *Lepidoptera* y *Diptera*, presentan un mayor contenido de quitina, que mediante reacciones químicas, se obtiene el quitosano que puede ser utilizado para la producción de gasas y vendas ^{43, 44}.

Micronutrientes

Los micronutrientes ejercen una función importante en el organismo como formar tejidos rígidos del cuerpo, son cofactores de enzimas, integran vitaminas, hormonas, mioglobina y hemoglobina. Sin embargo, su ausencia o exceso origina daños en el organismo ^{7, 19}.

El contenido de minerales analizados en chinicuiles, gusano blanco de maguey y escamoles analizados en base seca ^{6,12,19} indicaron concentraciones para muestras de Hidalgo de 2.75 - 3.79 g/100 g, estado de México de 2.07 - 4.61 g/100 g y Puebla de 1.8 - 5.15 g/100 g. En chapulines se cuantificó una concentración de 2.05 - 4.5 g/100 g, similar a los parámetros indicados para las mismas especies y otras como moscas (*Diptera*) con 5.16 - 25.95 %, escarabajos (*Coleoptera*) con 0.62 - 24.10 %, chinches (*Hemiptera*) con 1.00 - 21.00 %, termitas (*Isoptera*) con 1.90 - 11.26 %, libélulas (*Odonata*) con 4.21 - 12.85 %, orugas y chinicuiles (*Lepidoptera*) con 0.63 - 11.51 %, saltamontes, langostas y grillos (*Orthoptera*) con 0.34 - 9.36 % y abejas, avispas y hormigas (*Hymenoptera*) con 0.71 - 9.31 % ^{20, 45, 46}. Sin embargo, la concentración de minerales depende de la dieta del insecto, constituida de hojas, flores, semillas y tallos entre otros ^{47, 48}.

Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos indispensables ya que nuestro cuerpo no las sintetiza y se encuentran relacionadas con diversos procesos metabólicos. Las vitaminas liposolubles (A, D, E y K), y las hidrosolubles (C y Grupo B) cumplen funciones vitales relacionadas con el metabolismo (19). Los insectos contienen vitaminas hidrosolubles (B1, B2, B3 y C) y liposolubles (A, D, K y E) ¹⁷, el contenido que poseen algunas especies de insectos se presenta en la tabla 7, así como su comparación con alimentos convencionales.

Tabla 7. Comparación del contenido de vitaminas.

Orden de insecto	Vitamina (mg/100 g)	Alimentos convencionales	Vitamina (mg/100 g)
Vitamina C			
<i>Lepidoptera</i>	8.6 a 46.33	Fresa	60.00

<i>Hymenoptera</i>	32.1 a 36.14	Papaya	46.00
--------------------	--------------	--------	-------

Orden de insecto	Vitamina (mg/100 g)	Alimentos convencionales	Vitamina (mg/100 g)
Vitamina A			
<i>Orthoptera</i>	0.33 a 160.52 UI	Huevo	9.70 UI
<i>Lepidoptera</i>	73.56 a 79.81 UI	Leche	14.0 UI
<i>Hymenoptera</i>	2.93 a 5.07 UI	Hígado	901.10 UI
		Zanahoria	202.50 UI
		Espinaca	87.50 UI
Tiamina			
<i>Orthoptera</i>	1.430 a 6.110	Levadura	1.25
<i>Hemiptera</i>	0.643 a 1.329	Semilla de girasol	0.83
<i>Lepidoptera</i>	1.548 a 1.650	Carne de puerco	0.75
<i>Coleoptera</i>	0.08 a 0.157	Jamón magro	0.58
<i>Hymenoptera</i>	0.210 a 1.05	Germen de trigo	0.47
<i>Diptera</i>	1.37 a 1.47	Arroz	0.44
Riboflavina			
<i>Orthoptera</i>	1.320 a 2.250	Hígado	3.52
<i>Hemiptera</i>	0.908 a 0.990	Leche	0.54
<i>Lepidoptera</i>	2.987 a 3.230	Levadura	0.34
<i>Coleoptera</i>	0.349 a 0.355	Huevo	0.26
<i>Hymenoptera</i>	0.050 a 1.700	Carne de cerdo	0.24
<i>Odonata</i>	0.09 a 0.109	Hamburguesa	0.22
<i>Diptera</i>	0.48 a 2.56	Trucha o pollo	0.19
Niacina			
<i>Orthoptera</i>	3.512 a 13.561	Carne	24.70
<i>Hemiptera</i>	4.47 a 5.82	Leche	2.50
<i>Lepidoptera</i>	19.707 a 20.1	Huevo	0.60
<i>Coleoptera</i>	0.820 a 0.999	Maíz	5.00
<i>Hymenoptera</i>	0.470 a 12.4		

Fuente: Ramos-Elorduy, Dina y Morales⁶. *Orthoptera* (chapulines, grillos y esperanzas), *Hemiptera* (chinchas), *Lepidoptera* (mariposas), *Coleoptera* (escarabajos), *Hymenoptera* (abejas, avispas y hormigas), *Diptera* (moscas), *Odonata* (libélulas). UI: Unidades internacionales.

En cuanto a la concentración de vitaminas en los insectos y en general en los alimentos, parámetros como la especie, origen y forma de preparación influyen en su cantidad. Además, de la dieta y condiciones ambientales donde se desarrollan los insectos son factores que influyen en los porcentajes de vitaminas. Se ha indicado que en ambientes controlados donde se crían los insectos, provocan un contenido bajo o nulo de β -caroteno, comparado con la mayoría de los insectos capturados en el medio silvestre que presentan una

variedad de carotenoides (astaxantina, α -caroteno, β -caroteno, luteína, licopeno, zeaxantina entre otros)⁴.

Conclusiones

Las especies de avispa contienen porcentajes altos de proteínas y lípidos. Entre los ácidos grasos reportados para la orden *Hymenoptera* los predominantes son los ácidos grasos insaturados y en menor concentración los ácidos grasos saturados. Se reportaron concentraciones altas de micronutrientes comparado con alimentos convencionales, por lo que las avispas pueden ser una opción para la preparación de platillos.

Referencias

- [1] Zumbado, M. A. y Azofeifa, D. Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. 5 Ed. Costa Rica: Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO); 2018.
- [2] Ramos, B., Quintero, B., Ramos-Elorduy, J., Pino, J., Ángeles, S., García, A. y Barrera, V. Análisis químico y nutricional de tres insectos comestibles de interés comercial en la zona arqueológica del municipio de San Juan Teotihuacán y en Otumba, en el Estado de México. *Interciencia*. 2012 Junio;37(12), 914-920.
- [3] Arnaldos, M., García, M., Presa, J. Entomología: Entomología Forense. (Trabajo de fin de grado. Universidad de Murcia). (Consultado 5 de abril del 2020). Disponible en <https://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/23494/1/EFentomofagia.pdf>.
- [4] Finke, M. D. y Oonincx, D. Insects as food for insectivores. En J. A. Morales-Ramos, M. G. Rojas y D. I. Mass Production of Beneficial Organisms. Estados Unidos de América: *Academic Press*. 2014 Julio;47(3):583-616.
- [5] Pencharz, P. B. Proteins and amino acids. *Present Knowledge in Nutrition*. 2012 Junio;10(S.N.):69-82.
- [6] Ramos-Elorduy, J., Pino, J. M., y Morales, J. Análisis químico proximal, vitaminas y nutrientes inorgánicos de insectos consumidos en el estado de Hidalgo, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 2002 Enero;4(1):15 - 29.
- [7] Badui, S. Lípidos. En: Badui, S, Editores. Química de los alimentos. 4 ed. México: Pearson; 2013. p. 245 - 300.
- [8] Sirimungkararat, S., Saksirat, W., Nopparat, T., y Natongkham, A. Productos from eri and Mulberry Silkworms in Thailand. En: Durst, P. B., Jonhson, D. V., Shono, L., y Shono, K., Editores. Edible Forest Insects Human Bite Back Proceedings of a Workshop on Asia-Pacific Resources and Their Potential for Development. 1 ed.Thailand: FAO; 2010. p: 189-200.

- [9] Ros, E., López-Miranda, J., Picó, C., Rubio, M., Babio, N., Sala-Vila, A., Pérez- Jiménez, F., Escrich, E., Bulló, M., Solanas, M., Gil, A., y Salas-Salvadó, J. Consenso sobre las grasas y aceites en la alimentación de la población española adulta; postura de la Federación Española de Sociedades de Alimentación, Nutrición y Dietética (FESNAD). *Nutrición Hospitalaria*. 2015 junio; 32(2): 435 – 477.
- [10] Kathleen, M. B., y Peter, A. M. Lípidos de importancia fisiológica. En: Murray, R., Bender, D., Botham, K., Kennelly, P., Rodwell, V., y Weil, P. Harper, Editores. *Bioquímica ilustrada*. 29 ed. México: Mc Graw Hill; 2013. p. 40-45.
- [11] Argüeso, R., Díaz, J. L., Díaz, J. A., Rodríguez, A., Castro, M., y Diz-Lois, F. Lípidos, colesterol y lipoproteínas. *Galicía Clinical*. 2011 Enero; 72(1): S7 - S17.
- [12] McClemens, D. J., y Decker, E. A. Lípidos. En: Fennema, O. R., Parkin, K. L., y Samodaran, S., Editores. *Química de los Alimentos*. 3 ed. España: Acribia; 2010. p. 532- 553.
- [13] Rumpold, B. y Schlüter, O. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2013 Mayo; 57(5): 802-823.
- [14] Allen, R. R., Formo, M. W., Krishnamurthy, R. G., Medermott, G. N., Norris, A. F., y Sonntag, O. V. *Bailey's industrial oil and fat products*. En: *Physical properties of fats and fatty acids*. New York: John Wiley & Sons; 2005. p. 178-183, 666 – 679.
- [15] Bobe, G., Zimmerman, S., Hammond, E. G., Freeman, A. E., Porter, P. A., Luhman, C. M., y Beitz, D. C. Butter Composition and Texture from Cows with Different Milk Fatty Acid Compositions Fed Fish Oil or Roasted Soybeans. *Animal Industry Report*. 2008 June; 654(S.N.):1- 5.
- [16] Dyer, J. M., Stymne, S., Green, A. G., y Carlsson, A. S. High-value oils from plants. *The Plant Journal*. 2008 May; 54(S.N.): 640 – 655.
- [17] MLcek, J., Rop, O., Borkovcova, M., y Bednarova, M. A Comprehensive Look at the Possibilities of Edible Insects as Food in Europe. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2014 September; 64(3): 147-157.
- [18] Raksakantong, P., Meeso, N., Kubola, J., y Siriamornpun, S. Fatty acids and proximate composition of eight Thai edible terri-colous insects. *Food Research International*. 2010 January; 43(1): 350 - 355.
- [19] Ramos-Elorduy, J., Costa, E., Pino, J., Cuevas, M., García - Figueroa, J., y Zetina, D. Conocimiento de la entomofauna útil en el poblado La Purísima Palmar de Bravo, Estado de Puebla, México. *Biotemas*. 2007 Junio; 20(2): 121 - 134.
- [20] Melo-Ruiz, V., Sandoval-Trujillo, H., Quirino-Barreda, T., Sánchez-Herrera, K., Díaz- García, R., y Calvo-Carrillo, C. Chemical composition and amino acids content of five species of edible Grasshoppers from México. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2015 April; 27(8), 654 - 658.
- [21] Koolman, J., y Klaus – Heinrinch, R. Metabolismo de los lípidos. En: Koolman, J., y Klaus – Heinrinch, R., Editores. *Bioquímica Humana Texto y Atlas*. 4 ed. México: Editorial Médica Panamericana; 2012. p. 144-158.
- [22] Lehninger, A. L. Lipids. En: Nelson, L. D., y Cox, M. M., Editores. *Principles of Biochemistry*. 5 ed. New York: W. H. Freeman; 2008. p. 343-355.
- [23] Ackman, R. G. Fatty acids in fish and shellfish. En: Chow, C. K., Editores. *Fatty Acids in Foods and Their Health Implications*. 3 ed. London: C.K. CRC Press; 2008. p. 155 – 185.
- [24] Fundación Iberoamericana de Nutrición (FINUT) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). *Grasas y ácidos grasos en Nutrición Humana Consulta de expertos*. S. E. España: FINUT; 2015.
- [25] Sabate, J., Haddad, E., Tanzman, J. S., Jambazian, P., y Rajaram, S. Serum lipid response to the graduated enrichment of a Step I diet with almonds: a randomized feeding trial. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2003 June; 77(6): 1379 - 1384.
- [26] Santurino, C., García-Serrano, A., Molina, J., Sierra, P., Fernández P., Castro- Gómez, M., Calvo, M., y Fontecha, J. Los insectos como complemento nutricional de la dieta: fuente de lípidos potencialmente bioactivos. *Revista salud pública y nutrición*. 2016 Octubre; 23(2): 50 - 56.
- [27] Kim, H., Youn, K., Yun, E. Y., Hwang, J. S., Jeong, W. S., Ho, Ch. T., y Jun, M. Oleic acid ameliorates A β -induced inflammation by downregulation of COX-2 and iNOS via NF κ B signaling pathway. *Journal of Functional Foods*. 2015April; 14(S.N.): 1– 11.
- [28] Pala, V., Krogh, V., Muti, P., Chajés, V., Riboli, E., Micheli, A., Saadatian, M., Sieri, S., Berrino, F. Erythrocyte membrane fatty acids and subsaquent breast cancer: A prospective Italian study. *Journal of the National Cancer Institute*. 2001 July; 93(14): 1088– 1095.
- [29] Sanhueza, J., Durán, S., y Torres, J. Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. *Nutrición Hospitalaria*. 2015 September; 32(3): 1362-1375.
- [30] Corinne, H. R., y Wagley, S. E. *Nutrición básica y dietoterapia*. 1 ed. México: La prensa Médica Mexicana; 2002.

- [31] Rang, H. P., Dale, M. M., Ritter, J. M., y Moore, P. *Pharmacology*. 5 ed. Escocia: Churchill Livingstone; 2003.
- [32] Abedi, E., y Sahari, M. Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Science & Nutrition*. 2014 June; 2(5): 443-463.
- [33] Mišurcová, L., Vávra, A. J., y Samek, D. Seaweed lipids as nutraceuticals. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2011 February; 64(S.N.): 339–355.
- [34] Proust, F., Lucas, M., y Deawailly, É. Fatty acid profiles among the Inuit of Nunavik: Current status and temporal change. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acid*. 2014 February; 90(5):159 - 167.
- [35] Cabezas - Zábala, C., Hernández –Torres, B., y Vargas - Zarate, M. Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina*. 2016 Marzo; 64(4): 761-768.
- [36] Allen, R. R., Formo, M. W., Krishnamurthy, R. G., McDermott, G. N., Norris, A. F., y Sonntag, O. V. *Bailey's industrial oil and fat products*. En: *Physical properties of fats and fatty acids*. New York: John Wiley & Sons; 2005. P. 178-183, 666 – 679.
- [37] CODEX STAN 19-1981. Norma del CODEX para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales [Internet]. FAO; 1981 [Consultado 3 julio 2018]. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodennormas/ninternacionales/CODEX-STAN-019-1981.pdf>.
- [38] Ortiz, M. A., Dorantes, L., Galíndez, J., y Guzmán, R. I. Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea Americana* Mill) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013 April; 51(8):2216 - 2221.
- [39] NOM-043-SSA2-2005 - Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación [Internet]. [Consultado 05 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/043ssa205.pdf>.
- [40] Sun L, Feng Y, He Z. Studies on alkaline solution extraction of polysaccharide from silkworm pupa and its immunomodulating activities. *Forest Research*. 2007 May;20(6):782-6.
- [41] Goés A, Diniz M, Santos L, Pinto S, Miranda J, Lobao T, et al. Comparative protein analysis of the chitinmetabolic pathway in extant organisms: A complex network approach. *BioSystems*. 2010 July;101(1):59-66.
- [42] Sadava, D., Heller, G., Orians, G., Purves, W., y Hillis, D. *Vida, La ciencia de la biología*. 8 ed. Buenos Aires: Editorial médicapamericana; 2009.
- [43] Lárez, C. Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. *Avances en Química*. 2006 Septiembre; 1(2):15 - 21.
- [44] Monter-Miranda, J., Tirado-Gallegos, J., Zamudio-Flores, P., Rios-Velasco, C., Ornelas-Paz, J., Salgado-Delgado, R., Espinosa-Solis, V., y Hernández-Centeno, F. Extracción y caracterización de propiedades fisicoquímicas, morfológicas y estructurales de quitina y quitosano de *Brachystola magna* (Girard). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 2016; 15(3):749-761.
- [45] Ghosh S, So M, Chuleui J, Meyer V. Nutritional composition of five commercial edible insects in South Korea. *Journal of Asia Pacific Entomology*. 2017 April; 20(2): 686-694.
- [46] Kuntadi Y, Kun E. Nutritional compositions of six edible insects in Java, Indonesian. *Journal of Forest Research*. 2018 May;5(1):57-68.
- [47] Wen L. Nutrition of edible insects in Mexico. *Journal of Entomology*. 1998; 35(S.N.):58- 61.
- [48] Xiaoming C, Ying F, Hong, Z, Zhiyong C. Review of the nutritive value of edible insects. En: Durst, P. B., Jonhson, D. V., Shono, L., y Shono, K., Editores. *Forest Insects as Food: Humans Bite Back, Proceedings of a Workshop on Asia-Pacific Resources and Their Potential for Development*. 1 ed. Thailand: FAO;2010. p. 85-92.
- [49] Moreno M, Zurita E, Giralte E. Delivering wasp venom for cancer therapy. *J Control Release*. 2014 May; 182(S.N.):13-21.