



Composición proximal y perfil de ácidos grasos en larvas de *Cotinis columbica* Burmeister

Carlos E. Fernández-Hernández¹ ; Rey Gutiérrez-Tolentino² ; Claudia C. Radilla-Vázquez^{3*} .

¹Universidad Internacional Iberoamericana. San Francisco de Campeche, Campeche, México.

²Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Villa Quietud, Coyoacán, CDMX, México.

³Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento de Atención a la Salud. Villa Quietud, Coyoacán, México.

*Correspondencia: cradilla@correo.xoc.uam.mx

Recibido: Junio 2022; Aceptado: Diciembre 2022; Publicado: Enero 2023.

RESUMEN

Objetivo. Determinar la composición proximal y perfil de ácidos grasos (AG) en larva de *Cotinis columbica* Burmeister colectada en los municipios de Mogotes y Garzón, Bogotá, Colombia. **Materiales y métodos.** Se colectaron seis muestras de larva *C. columbica* Burmeister durante tres meses, proveniente de los municipios de Mogotes y Garzón, Bogotá, Colombia (3 meses x 2=6). Las muestras fueron sometidas a análisis químico proximal y análisis de AG por cromatografía de gases con detector de ionización de flama y columna capilar. **Resultados.** En mogotes se encontraron 21.2 y 23.3% de grasa y proteína respectivamente, mientras que en Garzón se tuvieron valores de 31.1 y 25.9%, no hubo diferencia estadística ($p \geq 0.05$). Los análisis cromatográficos determinaron 18 AG, desde el C4:0 hasta el C22:2, c13,16. La prueba t de Student arrojó significancia ($p < 0.05$) sólo en C10:0; a través del tiempo (mayo, junio y julio) los valores fueron más altos en larvas de Garzón. Los contenidos de grupos de ÁG saturados, monoinsaturados y poliinsaturados estuvieron entre 30.20 y 36.92 (% p/p). **Conclusiones.** La composición proximal y el perfil de ácidos grasos fueron similares, excepto para C10:0, en la grasa de larvas *Cotinis columbica* Burmeister provenientes de Mogotes y Garzón, Colombia.

Palabras clave: Cromatografía de gases; insectos; lípidos; Colombia (*Fuente: CAB Thesaurus*).

ABSTRACT

Objective. To determine the proximal composition and profile of fatty acids (FA) in *Cotinis columbica* Burmeister larva collected in the municipalities of Mogotes and Garzón, Bogotá, Colombia. **Materials and methods.** Six samples of *C. columbica* Burmeister larvae were collected during three months, from the municipalities of Mogotes and Garzón, Bogotá, Colombia (3 months x 2 = 6). The samples were subjected to proximal chemical analysis and AG analysis by gas chromatography with a flame

Como citar (Vancouver).

Fernández-Hernández CE, Gutiérrez-Tolentino R, Radilla Vázquez CC. Composición proximal y perfil de ácidos grasos en larvas de *Cotinis columbica* Burmeister. Rev MVZ Córdoba. 2023; 28(1):e2837. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2837>



©El (los) autor (es) 2023. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

ionization detector and capillary column. **Results.** In mogotes, 21.2 and 23.3% of fat and protein were found, respectively, while in Garzón values of 31.1 and 25.9% were found, there was no statistical difference ($p \geq 0.05$). Chromatographic analyzes determined 18 AG, from C4:0 to C22:2, c13.16. The t-student test showed significance ($p < 0.05$) only in C10:0; through time (May, June and July) the values were higher in Garzón larvae. The contents of saturated, monounsaturated and polyunsaturated AG groups were between 30.20 and 36.92 (% w/w). **Conclusions.** The proximal composition and fatty acid profile were similar, except for C10:0, in the fat of *Cotinis columbica* Burmeister larvae from Mogotes and Garzón, Colombia.

Keywords: Gas chromatography; insects; lipids; Colombia (Source: CAB Thesaurus).

INTRODUCCIÓN

Los insectos son considerados como plagas en la agricultura moderna, sin embargo desde hace siglos forma parte de la gastronomía de los seres humanos (1). Varios estudios reportan su composición nutricional y en la actualidad toma gran interés la presencia de sustancias funcionales como algunos lípidos bioactivos (2). Independientemente del reconocimiento que tienen los insectos en los aspectos ambiental y sanitario, también se valora el papel alimentario en animales y humanos (3), sin que ello quiera decir que se generalice y acepte a través del mundo, sobre todo en países europeos y Norteamérica (1,3). La incorporación de harina de insectos en concentrados para animales no altera el índice de conversión alimenticia, inclusive en algunos estudios se incrementa, esto se debe al contenido de aminoácidos indispensables como lisina, metionina y leucina (3,4).

Existen más de 1600 especies de insectos utilizados en la alimentación humana, son apreciados por el valor nutritivo al ser fuente de vitaminas, minerales y proteína, sin embargo, el cultivo es aun escasamente promovido (5).

El estudio nutricional de insectos es de interés en países de los continentes americano, africano y europeo; algunos de ellos son Brasil, Colombia, Ecuador, México, Angola, España y Portugal (3,5,6,7,8,9,10).

En investigaciones recientes, un aspecto prioritario es conocer los contenidos de ácidos grasos (AG), particularmente de aquellos con propiedades funcionales. Por ejemplo, el oleico (C18:1, c9), principal AG del grupo de los monoinsaturados, los cuales se vinculan con actividad anticancerígena, disminución de colesterol plasmático, mejoras en el sistema inmune y reducción de riesgo de enfermedad cardiovascular e inflamatoria (5).

En Colombia, se tienen diversos insectos comestibles, uno de ellos del género *Cotinis* Burmeister (1842) con 28 especies, cuya distribución va del norte de Sudamérica a la parte central de Estados Unidos (11). México cuenta con 18 especies, de las cuales 14 son endémicas en diversos hábitats, Estados Unidos posee cinco especies y Colombia registra tres, una de ellas es el escarabajo *C. columbica* Burmeister, que pertenece a la subfamilia cetoninae; no obstante, sobre este existen pocas investigaciones (11). El escarabajo *C. columbica* Burmeister se distribuye por toda la cordillera colombiana (oriental, central y occidental) en ecosistemas de bosque seco y bosque húmedo. Las larvas se encuentran en troncos podridos, entre las raíces de epífitas, hoyos de los árboles, estiércol, detritus, hormigueros o materia en descomposición de madrigueras de roedores abandonadas (9). Los pobladores autóctonos de los municipios de la cordillera colectan las larvas para consumirlas como parte de su alimentación (12).

Dada la importancia del tema, la escasez de información de composición nutricional y en particular, sobre el contenido de ácidos grasos en la larva del escarabajo *C. columbica* Burmeister, el objetivo del presente estudio fue determinar la composición química proximal y perfil de ácidos grasos en la larva *C. columbica* Burmeister provenientes de los municipios Mogotes (Santander) y Garzón (Huila), Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen de las muestras. Se obtuvieron muestras de larvas *C. columbica* Burmeister de los municipios Mogotes (Santander) y Garzón (Huila), Colombia.

Mogotes se localiza en el Departamento de Santander, tiene una superficie de 484 km², altitud 1700 msnm, latitud 6° 28' 59" norte, longitud 72° 58' 1" oeste. Limita al noroeste

con el municipio de Curití, al este y sur con san Joaquín. Húmedo y lluvia durante todo el año con temperatura de 15 a 22°C, octubre y noviembre son los meses más húmedos del año. Distancia de Mogotes a Bogotá 242 km (13).

Garzón se localiza en el Departamento de Huila, entre las montañas Central y Oriental, limita por el norte con el municipio de Gigante, por el sur con el municipio de Guadalupe, al sur-oeste con Altamira; por el oriente con el Departamento del Caquetá y por el occidente con el municipio Agrado. Posee una extensión de 580 km² que equivalen al 29% de la superficie total del Departamento del Huila. La altitud de la cabecera municipal es de 828 msnm y se ubica a 2°11' 57" de latitud norte y 75°38' 59" de longitud oeste. La temperatura media es de 24°C con humedad de 57%. Distancia de Garzón a Bogotá 424 km (14).

Obtención de muestras. Las muestras de larva se obtuvieron durante mayo, junio y julio del 2021, en intervalos de 30 días. Se colectaron 500 g de larva *C. columbica* Burmeister que se cultivan en Mogotes y Garzón, haciendo un total de 2 muestras por mes durante tres meses (6 muestras en total de 500 g cada una). Las muestras se pesaron en balanza digital (Pocket Scale, China).

La obtención de larvas de Mogotes y Garzón se realizó de manera manual, una a una fueron colectadas de las palmas morete (*Mauritia flexuosa* L.) y chonta (*Acrocomia aculeata*). Las larvas del municipio de Garzón se depositaron en terrarios (lugar de cultivo), de acuerdo a información técnica para el cultivo de larvas y métodos utilizados por campesinos del municipio (15), se mantuvieron en harina de trigo y alimentaron con humus orgánico (cáscaras de plátano, café y frutas) durante 72 horas, esto debido a la distancia (430 km) que se tuvo que recorrer para su colecta. Las larvas colectadas se encontraban en su tercer estadio antes de convertirse en pupas, se lavaron con agua potable y se blanquearon en agua a 85°C durante 3 minutos, se secaron a temperatura ambiente al sol (25°C). Todas las muestras se molieron (molino Universal Landers, L14200, Colombia) y la harina resultante se empacó en bolsas de plástico, debidamente etiquetadas, posteriormente fueron trasladadas en hielera (~4°C) al laboratorio de análisis.

Análisis químico proximal (AQP) y perfil de ácidos grasos. Se tomaron 150 g de las muestras molidas de larvas para AQP y perfil

de ácidos grasos. En la Tabla 1 se registran los métodos analíticos utilizados en la determinación de cada variable composicional y perfil de ácidos grasos, en todos los casos se hicieron tres repeticiones y se siguieron los protocolos de los métodos de referencia de la Asociación de Químicos Analistas Oficiales; empleados en diferentes investigaciones (16,17,18,19,20,21).

Tabla 1. Métodos empleados en el análisis químico proximal y perfil de ácidos grasos de larvas *C. columbica* Burmeister.

Variable	Método (Referencia)
Hidratos de carbono	Matemático por diferencia
Cenizas	Calcinación
Fibra cruda	Digestión ácida/alcalina y calcinación
Grasa	Hidrólisis ácida
Humedad	Secado en estufa
Proteína	Kjeldahl
Sólidos totales	Matemático por diferencia
Perfil de ácidos grasos	Determinación de ésteres metílicos de ácidos grasos por cromatografía de gases con detector de ionización de flama y columna capilar

Análisis de ácidos grasos por cromatografía de gases con detector de ionización de flama.

La determinación de AG se realizó mediante sus ésteres metílicos, previamente metilados con hidróxido de potasio en metanol 2N e inyectados, por duplicado, al cromatógrafo de gases con detector de ionización de flama (21).

Condiciones cromatográficas. Se empleó un cromatógrafo de gases Thermo Scientific TRACE Serie 1300 (Italia) con columna capilar de sílica fundida de 105 m de longitud, 0.25 mm de diámetro interno y 0.2 µm de espesor de película (RTX-2330, No. Cat. 10729, USA). Temperaturas: 95 a 240, 245 y 230°C del horno, detector e inyector respectivamente. Rampa de temperaturas: T1=95°C durante 5 min, con incremento de 2.65°C x min hasta llegar a T2=240°C y se mantuvo por 30 min. El tiempo total de corrida fue de 81.17 min. Se utilizó nitrógeno como gas de arrastre a flujo de 2 mL/min; la inyección fue tipo split. La identificación y cuantificación de las señales cromatográficas (picos) se llevó a cabo por el método del estándar externo y mediante el software Chromeleon™ Chromatography Data System (CDS) Software Thermo Scientific Versión 7.2 (Italia). El estándar que se utilizó fue mezcla de 37 ácidos grasos (Food Industry FAME Mix, 37 components, RESTEK No. Cat 35108 USA). El volumen de inyección de la muestra y el estándar fue de 2 µL.

Análisis estadístico. Se empleó el programa estadístico IBM® SPSS® versión 24.0 para Windows (Armonk NY, USA). Las variables medidas fueron las obtenidas del análisis químico proximal y perfil de ácidos grasos.

El estudio fue descriptivo durante tres meses, con observación mensual. Con los datos obtenidos se construyó una base de datos que fue sometida a análisis exploratorio para observar el comportamiento de distribución, y en su caso, valores atípicos. Se obtuvieron las medidas descriptivas y se aplicó la prueba t de Student para comparación de medias de variables de AQP y ácidos grasos de larvas *C. columbica* Burmeister provenientes de dos municipios. Se consideró una significancia $p < 0.05$, 95%.

Esquema general del trabajo. En la figura 1 se presenta el esquema general del trabajo.

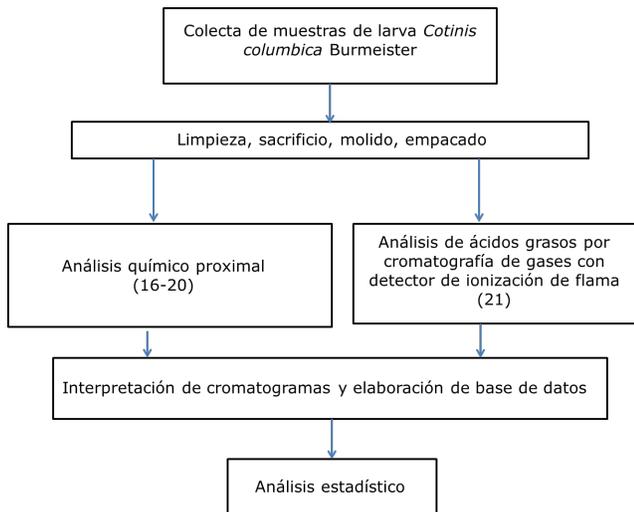


Figura 1. Esquema general para el estudio de la composición proximal y perfil de ácidos grasos en larvas *C. columbica* Burmeister provenientes de Mogotes (Santander) y Garzón (Huila), Colombia.

RESULTADOS

Análisis químico proximal. Los análisis bromatológicos de las larvas *C. columbica* Burmeister provenientes de Mogotes y Garzón arrojaron valores para hidratos de carbono, cenizas, fibra cruda, grasa, humedad, proteína y sólidos totales (Tabla 2). Se evidencian los porcentajes considerables de proteína y grasa, siendo mayores en larvas de Garzón (25.9 vs 23.3% y 31.1 vs 21.2% respectivamente). Los

análisis estadísticos no arrojaron diferencia significativa ($p \geq 0.05$) en las medias de todas las variables analizadas. La dispersión de los datos fue mayor en Mogotes, particularmente en grasa, humedad y sólidos totales.

Tabla 2. Composición químico proximal (base seca) de larva *C. columbica* Burmeister de los municipios de Mogotes y Garzón, Colombia.

Variable (%)	Mogotes $\bar{X} \pm DE$	Garzón $\bar{X} \pm DE$	Promedio
Carbohidratos	5.6a±6.9	6.2a±1.9	5.9
Cenizas	3.0a±1.0	3.6a±0.5	3.3
Fibra cruda	7.0a±2.6	9.6a±2.3	8.3
Grasa	21.2a±10.8	31.1a±1.9	26.1
Humedad	39.8a±20.6	23.4a±5.6	31.6
Proteína	23.3a±2.1	25.9a±1.4	24.6
Sólidos totales	60.2a±20.6	76.6a±5.6	68.4

\bar{x} : media aritmética, DE: desviación estándar. Letras diferentes en medias de la misma fila indican diferencia estadística al 95%.

El análisis de correlación bivariada de Pearson encontró correlaciones positivas en grasa con carbohidratos y cenizas (a mayor contenido de grasa, mayores contenidos de carbohidratos y cenizas), proteína con cenizas (a mayor contenido de proteína, mayor contenido de cenizas) y, correlaciones negativas en humedad con carbohidratos, cenizas y grasa (a mayor contenido de humedad, menores contenidos de carbohidratos, cenizas y grasa) (Tabla 3). No se observó correlación en fibra cruda.

Tabla 3. Correlaciones de variables químico proximal de larva *C. columbica* Burmeister de los Municipios de Mogotes y Garzón, Colombia.

	CHOS	CE	FC	Grasa	HU	Proteína	ST
CHOS	1						
Cenizas	0.76	1					
FC	0.21	0.23	1				
Grasa	0.82*	0.92*	0.46	1			
Humedad	-0.86*	-0.92**	-0.50	-0.99**	1		
Proteína	0.42	0.91*	0.13	0.73	-0.71	1	
ST	0.86*	0.92**	0.50	0.99**	-1.0**	0.71	1

CHOS: carbohidratos, CE: Cenizas; FC: fibra cruda, HU: Humedad; ST: sólidos totales.

*: correlación significativa con $p < 0.05$, 95% (bilateral); **: correlación significativa con $p < 0.01$, 99% (bilateral).

La distribución de grasa a través del tiempo presentó una tendencia mayor en larvas de Garzón, excepto en el mes de junio, donde se presentó un valor mayor para Mogotes (Figura 2). No hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$).

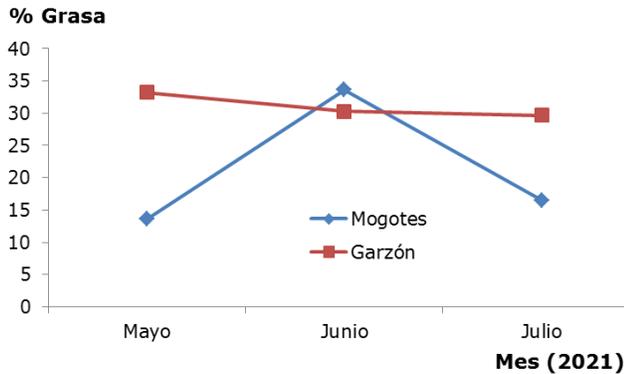


Figura 2. Contenido de grasa (%) en larvas *C. columbica* Burmeister de los municipios de Mogotes y Garzón, Colombia, 2021.

Ácidos grasos. El análisis cromatográfico detectó y cuantificó 18 ácidos grasos (% p/p), saturados e insaturados, en la materia grasa de las larvas (Tabla 4) de ambos municipios. Se identificaron como AG mayoritarios a C16:0, C18:1 c9 y C18: c9,12, con valores en Mogotes de 24.11, 31.59 y 30.0 (% p/p) respectivamente y en Garzón 20.26, 32.35 y 29.86 (% p/p). El resto de AG obtuvo valores menores a 4.14 (% p/p). La prueba t de Student para muestras independientes arrojó significancia ($p < 0.05$) en C10:0, con valor mayor en Garzón (2.56 vs 0.35 % p/p), los demás AG no presentaron significancia estadística ($p \geq 0.05$). Los contenidos de grupos de ÁG saturados, monoinsaturados y poliinsaturados oscilaron entre 30.20 y 36.92 (% p/p), sin alcanzar la diferencia estadística.

En los grupos de ácidos grasos la correlación fue negativa en ácidos grasos monoinsaturados (AGS) con ácidos grasos saturados y en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) con AGMI (Tabla 5). No se observó correlación entre AGPI y AGS.

En la figura 3 se muestran los contenidos de C10:0 a través del tiempo. Las larvas de Mogotes registraron valores menores a 1 (% p/p) y las de Garzón estuvieron entre 1.2 y 3.5. En ambos municipios la tendencia fue decreciente, con máximos en mayo; Garzón arrojó niveles mayores durante el estudio (mayo, junio y julio).

Tabla 4. Composición media de ácidos grasos (% p/p) en larvas *C. columbica* Burmeister de los municipios de Mogotes y Garzón, Colombia.

Ácido graso	Mogotes $\bar{X} \pm DE$	Garzón $\bar{X} \pm DE$
C4:0	0.09a±0.13	0.15a±0.21
C6:0	0.57a±0.59	1.18a±1.03
C8:0	0.67a±1.11	1.15a±2.00
C10:0	0.35a±0.32	2.56b±1.18
C11:0	0.37a±0.13	0.76a±0.30
C12:0	0.02a±0.03	0.03a±0.03
C13:0	2.01a±1.41	1.49a±0.82
C14:0	0.87a±0.71	0.95a±0.41
C16:0	24.11a±4.37	20.26a±4.99
C16:1, c9	1.26a±1.62	1.77a±2.17
C18:0	0.12a±0.10	0.22a±0.34
C18:1, c9	31.59a±3.72	32.35a±5.26
C18:2, c9,12	30.00a±1.12	29.86a±1.09
C18:3, c9,12,15	4.14a±0.78	3.62a±1.41
C20:2, c11,14	0.33a±0.33	0.44a±0.14
C20:3, c11,14,17	0.89a±0.69	0.57a±0.25
C22:0	1.05a±0.61	1.44a±0.77
C22:2, c13,16	1.57a±1.27	1.19a±1.20
Saturados	30.23a±1.93	30.20a±2.01
Monoinsaturados	32.85a±2.50	34.12a±3.61
Poliinsaturados	36.92a±0.57	35.68a±1.70

\bar{X} : media aritmética, DE: desviación estándar. Letras diferentes en medias de la misma fila indica diferencia al 95%.

Tabla 5. Correlaciones de grupos de ácidos grasos de larva *C. columbica* Burmeister de los Municipios de Mogotes y Garzón, Colombia.

	AGS	AGMI	AGPI
AGS	1		
AGMI	-0.95**	1	
AGPI	0.71	-0.90*	1

AGS: ácidos grasos saturados, AGMI: ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: ácidos grasos poliinsaturados. *: correlación significativa con $p < 0.05$, 95% (bilateral); **: correlación significativa con $p < 0.01$, 99% (bilateral).

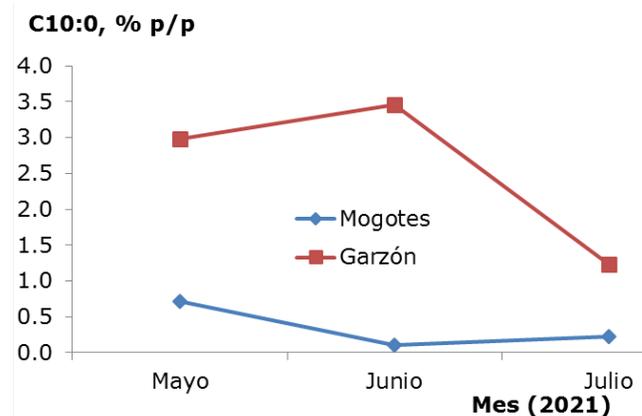


Figura 3. Distribución a través del tiempo de C10:0 (% p/p) en larvas *C. columbica* Burmeister de los municipios de Mogotes y garzón, Colombia, 2021.

DISCUSIÓN

El análisis químico proximal evidenció contenidos similares en los porcentajes de carbohidratos, cenizas, fibra cruda, grasa, humedad, proteína y sólidos totales, de larvas *C. columbica* Burmeister colectadas en los municipios Mogotes y Garzón (Tabla 1).

En la revisión bibliográfica no se encontraron referencias sobre la composición nutricional de la larva *C. columbica* Burmeister, por lo que los valores obtenidos en este trabajo se contrastaron con pupas y larvas de otras especies. Los niveles de proteína fueron menores a los encontrados en pupas de gusano de seda (*Bombyx mori* L.) provenientes del Departamento del Cauca, Colombia (24.6 vs 50.9 % base seca) (3), diferencias que pueden atribuirse a la humedad en larvas de este estudio, que mostraron un promedio de 31.6%, mientras que para las pupas fue 5%. En otra investigación realizada en larvas y pupas de *Bombyx mori* L. en Hidalgo, México, se encontraron valores de 13.0 y 60.1% base húmeda, respectivamente (5). Los valores en base seca fueron 62.6 y 64.3%, respectivamente. Estos datos evidencian la concentración mayor de proteína conforme avanza el ciclo de vida del insecto y deja al descubierto que el contenido de humedad es mayor en larva (79.2%) que en pupa (6.5%) (5). Sin embargo, cuando se observan los valores de proteína en base seca (larva vs pupa), los valores son muy cercanos (62.6 vs 64.3%). En otro estudio sobre larvas de *Pachymerus nucleorum* se informó 33.1% de proteína con humedad 54.2% (6). Los contenidos de proteína informados dan cuenta de la variabilidad que existe en las especies de insectos y ciclo de vida.

La grasa contenida en larvas de este estudio estuvo entre 21 y 31% para Mogotes y Garzón respectivamente, con un promedio de 26%, 13.5 puntos porcentuales inferior al hallazgo en pupas de gusano de seda (39.5%) en Cauca, Colombia (3). Se puede considerar bajo el promedio de grasa en este trabajo respecto el estudio colombiano, pero esta consideración es relativa, ya que el contenido de humedad de las larvas fue 36.1% y 5% en pupas, lo que hace que la concentración de grasa sea mayor a menor humedad. En México, se reportaron valores para larvas de *Bombyx mori* L. de 3.4 y 16.4% con 79.1 y 0% de humedad respectivamente (5), valores muy por debajo de lo encontrado en esta investigación. En un trabajo brasileño, larvas de *Pachymerus nucleorum* tuvieron un valor de

37.9% de grasa con 54.2% de humedad (6). Esta información y la correlación negativa entre humedad y grasa (Tabla 2), explican el mayor porcentaje de humedad con menor porcentaje de grasa.

En los valores de grasa a través del tiempo, las muestras de Mogotes presentaron porcentajes menores respecto a Garzón (Figura 2) en mayo y julio, con niveles muy próximos en junio, sin llegar a presentar significancia estadística ($p \geq 0.05$). Esto se debe a que la alimentación de las larvas en Garzón (Huila) se hizo durante el proceso de cuarentena con harina de trigo, residuos biodegradables y humus orgánico (15).

Los hallazgos en la composición proximal en esta investigación y en diferentes países sobre larvas de insectos diversos, demuestran que la variabilidad es amplia, no sólo en el contenido de grasa, si no en la mayoría de las variables analizadas (3,5,6,10) (Tabla 6).

Tabla 6. Composición proximal (% base seca o húmeda) de larvas, pupas e insectos en varios países.

Especie	CHOS	CE	FC	GR	HU	P
<i>Cotinis columbica</i> Burmeister, L ¹	5.9	3.3	8.3	26.1	31.6	24.6
<i>Bombyx mori</i> L., P ²	2.2	3.4	-	39.5	5.2	50.9
<i>Bombyx mori</i> L., L ³	2.7	1.0	0.6	3.4	79.2	13.0
<i>Tenebrio molitor</i> , L ³	4.2	2.8	6.9	38.3	0	45.8
<i>Liometopum apiculatum</i> , L ³	18.2	3.3	1.7	34.3	0	49.1
<i>Pachymerus nucleorum</i> , L ⁴	-	3.1	15.4	37.9	-	33.1
<i>Triboleum castaneum</i> , L ⁵	18.9	1.1	1.9	6.4	56.3	15.3

CHOS: carbohidratos; CE: Cenizas; FC: Fibra cruda; GR: Grasa; HU: Humedad; P: Proteína; 1: este estudio; 2: (3) (Colombia); 3: (5) (México); 4: (6) (Brasil); 5: (10) (Portugal).

La caracterización bromatológica de larvas *C. columbica* Burmeister no se aleja de datos informados para 14 especies de larvas de coleópteros comestibles en África, en donde los valores de cenizas oscilaron entre 1.5 y 7.8%, fibra cruda 1.5 y 28.1%, grasa 11.8 y 66.6%, humedad 1.0 y 59.4% y proteína 18.8 y 50.6% (22). Estos datos revelan la dispersión que existe en cada variable, la cual depende, primordialmente, de factores como la especie, alimentación y clima (22).

Ácidos grasos. Los métodos de cromatografía de gases con columnas capilares se utilizan en la caracterización de grasas alimenticias, se emplean en la determinación de fracciones lipídicas como esteroides, triacilglicéridos y ácidos grasos (23). En la presente investigación se determinaron los contenidos (% p/p) de ácidos grasos (AG) en larvas *C. columbica* Burmeister colectadas en los municipios Mogotes y Garzón, Colombia. En la Tabla 4 se observa que los valores de AG (% p/p) en las larvas de los dos municipios estudiados no presentaron diferencia estadística, excepto para el C10:0. Al realizar una inspección visual, se detecta que los valores de C10:0 durante el periodo de estudio fueron menores en Mogotes respecto a Garzón, teniendo valores por abajo de 1 (% p/p), mientras que en Garzón estuvieron en el intervalo de 1.2 a 3.5 (% p/p) (Figura 3). Esto probablemente se deba a que las larvas de Mogotes se alimentaron de manera natural con los residuos de las palmas en descomposición durante el mes de mayo, temporada de lluvia (invierno), y temperatura de 15°C a 20°C; y en Garzón, el cultivo fue en terrario y su proceso de alimentación se basó en residuos biodegradables, humus orgánico y harina de trigo, temporada de lluvia (invierno),

y temperaturas entre 20°C y 24°C. En general, el perfil de AG respecto a otras investigaciones realizadas en insectos alrededor del mundo es variable, el número de AG oscila entre 8 y 18, por supuesto el perfil se informa en diferentes especies y fases del ciclo de vida de insectos por lo que es difícil contrastar estos valores, pero sin duda ofrece información que debe valorarse, sobre todo al estudiar el efecto de la zona geográfica y alimentación. Sin embargo, los altos contenidos son característicos para algunos AG, lo cual permite tipificar los grupos de AG mayoritarios en la grasa de los insectos (Tabla 7). En este estudio son notables los niveles de palmítico (C16:0, 22.18 % p/p) y oleico (C18:1, 31.97 % p/p) en larvas de *C. columbica* Burmeister, los cuales coinciden con lo encontrado en otros países como Brasil (*Speciomerus ruficornis*), Ecuador (*Rhynchophorus palmarum* L.), España (*Hermetia illucens*), Perú (*Rhynchophorus palmarum* L.) y Corea (*Protaetia brevitarsis seulensis*) con intervalos de 17.67 a 43.91 (% p/p), 32.19 y 62.17 (% p/p), respectivamente (Tabla 7). Las proporciones de AGS, AGMI y AGPI también presentan diferencias notables entre las naciones, pero existe similitud con los valores de España.

Tabla 7. Contenido de ácidos grasos (% p/p) en insectos de varios países.

Ácido graso	Este estudio	Brasil ¹	Ecuador ²	España ³	Perú ⁴	Corea ⁵
C4:0	0.12	-	-	-	0.26	-
C6:0	0.87	-	-	-	0.29	-
C8:0	1.82	-	-	1.1	0.28	-
C10:0	1.45	0.14	-	0.6	-	-
C11:0	0.56	-	-	-	-	-
C12:0	0.02	21.34	0.1	0.4	-	-
C13:0	1.75	-	-	-	-	-
C14:0	0.91	19.01	2.8	0.7	2.56	1.86
C15:0	-	-	-	1.6	-	0.60
C16:0	22.18	17.67	28.0	19.6	43.91	17.05
C16:1, c9	1.51	0.45	1.2	0.7	1.72	1.17
C16:3	-	-	-	-	-	0.31
C17:0	-	-	-	-	-	0.10
C18:0	0.17	4.16	5.9	6.5	5.16	1.69
C18:1, c9	31.97	32.19	59.2	36.1	43.01	62.17
C18.2, c9,12	29.93	4.81	1.1	26.0	0.76	4.92
C18:3, c9,12,15	3.88	-	0.3	1.4	0.29	0.19
C20:0	-	-	-	0.8	0.58	0.50
C20:1	-	-	-	0.3	-	-
C20:2, c11,14	0.38	-	-	-	-	-
C20:3, c11,14,17	0.73	-	-	-	-	-
C20:4	-	0.16	-	0.3	-	-
C22:0	1.24	-	-	1.1	-	0.31
C22:2, c13,16	1.38	-	-	-	-	-
C22:5	-	-	-	0.6	-	-
Saturados	30.22	62.39	36.8	32.5	53.03	21.80
Monoinsaturados	33.48	32.64	60.4	37.1	44.73	71.7
Poliinsaturados	36.30	4.97	1.5	28.2	1.05	5.73

¹(24), ²(7), ³(9), ⁴(25), ⁵(26).

Las correlaciones arrojaron que a mayor contenido de AGPI y AGMI menor es el contenido de AGS (Tabla 5). Lo cual es apreciable ya que hay evidencia científica sobre los efectos benéficos de algunos AG insaturados sobre el organismo humano; en los ácidos grasos insaturados se distinguen dos grupos, los AG omega 3 y 6 y, dependiendo de la posición de los átomos de hidrógeno en los dobles enlaces se identifican como cis (hidrógeno en el mismo lado) o trans (hidrógeno en lados opuestos). Las propiedades funcionales de los AG dependen, en general, del tamaño de la cadena hidrocarbonada, número de dobles enlaces y configuración cis o trans (27,28). Los AGPI son las más benéficas para el cuerpo humano, algunos de ellos no pueden ser sintetizados por el organismo y se requiere sean proporcionados a través de la dieta (como el linoleico, C18:2 y linolénico, C18:3), por lo que se les considera AG esenciales (27,28). Se reporta que los AG esenciales protegen al corazón porque tienen actividad antiarterioesclerosis, antiinflamatoria y antiarrítmica, a través de la modificación de activación de la vía de señalización de TLR4, al suprimir la dimerización en membranas celulares, lo que conduce a la inhibición de la expresión de TLR4 y una mayor mitigación de metainflamación, enfermedad cardiovascular y riesgos de diabetes mellitus tipo 2 en humanos obesos (27,28). Asimismo, el grupo de AG monoinsaturados, compuesto en su mayoría por C18:1, se asocia a actividad anticancerígena, reducción del colesterol plasmático, fortalecimiento del sistema inmune y disminución del riesgo de enfermedad cardiovascular e inflamatoria (29). En monocitos humanos cultivados (THP-1),

se descubrió que el ácido oleico (C18:1), es responsable de la inducción de hipometilación y mejoras en los patrones de inflamación (27). Además, de acuerdo a estudios científicos (23, 29) se reconocen beneficios del consumo de AG de cadena corta y media, como al C4:0 que tiene efecto antitumoral en próstata, mama y colon; a C6:0, C8:0 y C10:0 se les asocia en inhibición de crecimiento microbiano y viral y disolución de depósitos del colesterol en pruebas *in vitro* y en animales de ensayo. Por esto, los valores encontrados en las larvas *C. columbica* Burmeister son base para considerarse como fuente natural e importante de AG de cadena corta, media, C81:1 (31.97 % p/p) y C18:2 (29.93 % p/p).

En conclusión, se caracterizó la composición proximal y perfil de ácidos grasos de larvas *Cotinis columbica* Burmeister provenientes de los municipios Mogotes (Santander) y Garzón (Huila), Colombia. Los valores de composición y ácidos grasos fueron similares, excepto para C10:0. Las larvas *Cotinis columbica* Burmeister resultan atractivas, en términos nutricionales, debido a sus concentraciones de proteína (24.6%), grasa (26.1%) y ácidos grasos esenciales C18:1 (31.97 % p/p) y C18:2 (29.93 % p/p).

Conflicto de intereses

Los autores del presente trabajo declaramos que no existe conflicto de intereses con la publicación de este manuscrito.

REFERENCIAS

1. Nowakowski AC, Miller AC, Miller ME, Xiao H, Wu X. Potential health benefits of edible insects. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2022; 62(13):3499-3508. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867053>
2. Kolawkoski BM, Johaniuk K, Zhang H, Yamamoto E. Analysis of microbiological and chemical hazards in edible insects available to canadian consumers. *J Food Prot.* 2021; 84(9):1575-1581. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-099>
3. Grisales MCM, López MFJ. Análisis composicional de la pupa de gusano de seda (*Bombyx mori* L.). *BSSA.* 2020; 18(2):127-134. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(18\)126-134](https://doi.org/10.18684/BSAA(18)126-134)
4. Henry M, Gasco L, Piccolo G, Foun-Toulaki E. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Anim Feed Sci Technol.* 2016; 203(1):1-22. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.001>

5. Rodríguez OA, Pino MJM, Ángeles CSC, García PÁ, Barrón YRM, Callejas HJ. Valor nutritivo de larvas y pupas de gusano de seda (*Bombyx mori*) (Lepidoptera: Bombycidae). Rev Colomb Entomol. 2016; 42(1):69-74. <https://doi.org/10.25100/socolen.v42i1.6672>
6. Viera AA, Sanjinez AEJ, Linzmeier AM, Lima CCA, Rodrigues MML. Chemical composition and food potential of *Pachymerus nucleorum* larvae parasitizing *Acrocomia aculeata* Kernels. Plos One. 2016; 31:1-9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152125>
7. Sancho AD, Landívar VD, Sarabia GD, Álvarez GMJ. Caracterización del extracto graso de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2015; 25(2):39-44. <https://www.revcitecal.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/288>
8. Lautenschläger T, Neinhuis C, Kikongo E, Henle T, Förster A. Impact of different preparations on the nutritional value of the edible caterpillar *Imbrasia epimethea* from northern Angola. Eur Food Res Technol. 2017; 243:769-778. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2791-0>
9. Barroso FG, Sánchez MMJ, Segura M, Morote E, Torres A, Ramos Rebeca, et al. Insects as food: Enrichment of larvae of *Hermetia illucens* with omega 3 fatty acids by means of dietary modifications. J Food Compost Anal. 2017; 62:8-13. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.04.008>
10. Duarte S, Limao J, Barros G, Bandarra NM, Roseiro LC, Goncalves H, et al. Nutritional and chemical composition of different life stages of *Triboleum castaneum* (Herbst). J Stored Prod Res. 2021; 93:1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101826>
11. Gasca-Álvarez HJ, Deloya C, Cultid-Medina CA, Pinilla-Buitrago G. Synopsis and potential geographical distribution of *Cotinis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniini: Gymnetini) in Colombia. Trop Zool. 2018; 31(3):99-117. <https://doi.org/10.1080/03946975.2018.1462994>
12. Aguilera DS, Fernández LRS, Álvarez MJG, Sarabia DPG, Pico JPP. Los saberes ancestrales en el desarrollo local. Las larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. Como recurso alimentario de los pueblos amazónicos. Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología. 2017; 6(1):35-44. <https://www.uea.edu.ec/revistas/index.php/racyt/article/view/74/78>
13. Collazos-González SA, Zuluaga-Carrero J, Cortés-Herrera JO. Aves del cañón del Chicamocha, Colombia: un llamado para su conservación. Biota Colombiana. 2020; 21(1):58-85. <https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a05>
14. Valbuena-Villarreal RD, Gualtero-Leal DM. Aquatic macroinvertebrates (Animalia invertebrata) of the area of influence of El Quimbo Hydroelectric Station Huila, Colombia. Bol Cient Mus Hist Nat. 2021; 25(1):15-31. [DOI:10.17151/bccm.2021.25.1.1](https://doi.org/10.17151/bccm.2021.25.1.1)
15. Barkelaar, D. Insects for food and feed. EDN. 2017; 137:1-9. <http://edn.link/insects4foodfeed>
16. Cruz-Labama JD, Crosby-Galván MM, Delgado-Alvarado A, Alcantara-Carbajal JL, Cuca-García JM, Tarango-Arámbula LM. Nutritional content of *Liometopum apiculatum* Mayr larvae ("escamoles") by vegetation type in north-central Mexico. J Asia Pac Entomol. 2018; 21:1239-1245. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.09.008>
17. Mintah BK, He R, Agyekum AA, Dabbour M, Golly MK, Ma H. Edible insect protein for food application: Extraction, composition, and functional properties. J Food Process Eng. 2019; 43:1-12. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13362>
18. Kulma M, Kourimská L, Homolkova D, Bozik M, Plachý V, Vrabec V. Effect of developmental stage on the nutritional value of edible insects. A case study with *Blaberus craniifer* and *Zophobas morio*. J. Food Compost Anal. 2020; 92:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103570>

19. Grabowski NT, Chhay T, Keo S, Lertpatarakomol R, Kajaysri K, Kang K, Miech P, Plötz M, Mitchaothai T. Proximate composition of Thai and Cambodian ready-to-eat insects. *J Food Qual.* 2021; 2021:1-6. <https://doi.org/10.1155/2021/9731464>
20. Séré A, Bougma A, Raoul BBS, Traoré E, Parkouda Ch, Gnankiné O, Nestor BIH. Chemical composition, energy and nutritional values, digestibility and functional properties of defatted flour, protein concentrates and isolated from *Carbula marginella* (Hemiptera: Pentatomidae) and *Cirina butyrosperme* (Lepidoptera: Saturniidae). *BMC Chem.* 2021; 15(46):1-11. <https://doi.org/10.1186/s13065-021-00772-z>
21. AOCS. The American Oil Chemists' Society. Fatty acid composition by GLC, cis, cis and trans isomers. Method Ce 1c-89, 1995.
22. Hlogwagne ZT, Slotow R, Munyai TC. Nutritional composition of edible insects consumed in Africa: A systematic review. *Nutrients.* 2020; 12(2786):1-28. <https://doi.org/10.3390/nu12092786>
23. Markiewicz-Keszicka M, Czyzak-Runowska G, Lipinska P, Wojtowski J. Fatty acid profile of milk – A review. *Bull Vet Inst Pulawy.* 2013; 57(2):135-139. <https://doi.org/10.2478/bvip-2013-0026>
24. Dos Santos OV, Sodré DPC, Dias SS, Vieira DCLR, Teixeira CBE. Artisanal oil obtained from insect's larvae (*Speciomerus ruficornis*): fatty acids composition, physicochemical, nutritional and antioxidant properties for application in food. *Eur Food Res Technol.* 2021; 247:1803-1813. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03752-8>
25. Maceda SJC, Chañi PLO. Larva de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera curculionidae): Efecto de la dieta en la síntesis de ácidos grasos esenciales. *Revista Verde.* 2021; 16(2):120-130. <https://doi.org/10.18378/rvads.v16i2.8258>
26. Nikkhah A, Van Haute S, Jovanovic V, Jung H, Dewulf J, Cirkovic VT, et al. Life cycle assessment of edible insects (*Protaetia brevitarsis seulensis* larvae) as a future protein and fat source. *Nature.* 2021; 11:1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93284-8>
27. Balta I, Stef L, Pet I, Iancu T, Stef D, Corcionivoschi N. Essential fatty acids as biomedicines in cardiac health. *Biomedicines.* 2021; 9(1466):1-24. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9101466>
28. Kesek M, Szulc T, Zielak SA. Genetic, physiological and nutritive factors affecting the fatty acid profile in cows' milk - a review. *Anim Sci Pap Rep.* 2014; 32(2):95-105. <https://www.researchgate.net/publication/275962424>
29. Rodríguez-Alcalá LM, Castro-Gómez MP, Pimentel LL, Fontecha J. Milk fat components with potential anticancer activity – a review. *Biosci Rep.* 2017; 37:1-18. <https://doi.org/10.1042/BSR20170705>