

Estudio químico del aceite y torta de semillas de *Crescentia cujete*: reporte de caso

Chemical study of *Crescentia cujete* oil and seed cake: Case report

Jennifer Lafont-Mendoza^{1*}; Amelia Espitia-Arrieta¹; Francisco Torres-Hoyos¹

¹Universidad de Córdoba. Montería - Córdoba, Colombia; e-mail: jenniferlafont@correo.unicordoba.edu.co; ameliaespitia@correo.unicordoba.edu.co; ftorres@correo.unicordoba.edu.co

*autor de correspondencia: jenniferlafont@correo.unicordoba.edu.co

Cómo citar: Lafont-Mendoza, J.; Espitia-Arrieta, A.; Torres-Hoyos, F. 2023. Estudio químico del aceite y torta de semillas de *Crescentia cujete*: reporte de caso. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 26(2):e2132. <http://doi.org/10.31910/rudca.v26.n2.2023.2132>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Recibido: octubre 29 de 2021

Aceptado: septiembre 15 de 2023

Editado por: Helber Adrián Arévalo Maldonado

RESUMEN

El árbol de totumo *Crescentia cujete* L. crece en la Costa Atlántica colombiana y sus estudios se han orientado al fruto, tronco y hojas, excepto las semillas consideradas desecho. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición química del aceite y torta de las semillas del totumo. Se recolectaron frutos maduros, se sacaron las semillas y se extrajo el aceite, mediante prensado y solventes. A estos aceites se le midieron propiedades fisicoquímicas y se determinó la composición química, por HPLC. A la torta se le realizó análisis proximal. El método de extracción con mayor rendimiento fue el del solvente. El aceite demostró estabilidad y alta resistencia a la oxidación; su composición química presentó el 75 % de ácidos grasos insaturados y el 24 % saturados. El análisis proximal reveló alto valor nutricional. El aceite de las semillas y su torta pueden ser aprovechables en la industria alimentaria.

Palabras clave: Aceite vegetal; Análisis proximal; Propiedades fisicoquímicas; Recuperación de aceite; Subproducto.

ABSTRACT

The calabash tree *Crescentia cujete* L. grows on the Colombian Atlantic Coast, its studies have focused on the fruit, trunk, and leaves, except for the seeds considered waste. The purpose of this work was to determine the chemical composition of the oil and cake of the seeds of calabash tree. Ripe fruits were collected, seeds were removed, and the oil was extracted by pressing and solvent methods. Physicochemical properties were measured for these oils and the chemical composition was determined by HPLC. The cake underwent proximal analysis. The extraction method with the

highest yield was the solvent. The oil demonstrated stability and high resistance to oxidation; its chemical composition presented 75 % unsaturated fatty acids and 24 % saturated. The proximal analysis revealed high nutritional value. The oil from the seeds and their cake can be used in the food industry.

Keywords: By-product; Physicochemical Properties; Proximal analysis; Oil recovery; Vegetal oil.

INTRODUCCIÓN

El árbol de *Crescentia cujete* L. (Bignoniaceae) crece en zonas tropicales de América y se cultiva desde México hasta el sur del continente (Moreira *et al.* 2017; Olaniyi *et al.* 2018). En Colombia, se conoce como totumo y, en otros países, como calabazo, mate, tápara, pilche, güira y cuya (Bernal *et al.* 2006). Del género *Crescentia* se reporta la caracterización fisicoquímica de las semillas, análisis proximal, minerales y ácidos grasos de la especie *C. alata*, (Corrales *et al.* 2017).

Para el fruto de la especie *C. cujete*, se reporta la composición fisicoquímica de la pulpa (Rivera-Mondragón *et al.* 2020), del epicarpio (Espitia-Baena *et al.* 2011) y de las semillas (Paladines *et al.* 2017); además, Monsalve *et al.* (2017) reportaron el análisis del biodiesel obtenido a partir de su aceite. A la fecha, se desconoce el análisis proximal de la torta.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la composición química del aceite de semillas de *C. cujete*, las propiedades fisicoquímicas y el análisis proximal de la torta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra. Los árboles de totumo seleccionados para la colección de frutos fueron recolectados en las veredas de Martínez y Mateo Gómez, pertenecientes al municipio de Cereté, Córdoba, cuyas condiciones de crecimiento fueron de alta luminosidad, con temperatura aproximada de 34°C, durante la mayor parte del año; terreno arenoso ubicado en zona baja, los cuales, fueron resistentes

en épocas de sequía e inundaciones. Los frutos maduros de *C. cujete* fueron cortados a la mitad (Figura 1a) y extraídas sus semillas (Figura 1b); las semillas, se lavaron y secaron mediante radiación solar durante tres días; posteriormente, fueron molidas, empleando un molino de rodillos hasta obtener tamaños de partículas menores de 2500 µm; luego, se almacenaron al vacío en bolsas plásticas con cierre hermético Ziploc®, se rotularon y se guardaron en el laboratorio, a una temperatura de 20 °C.

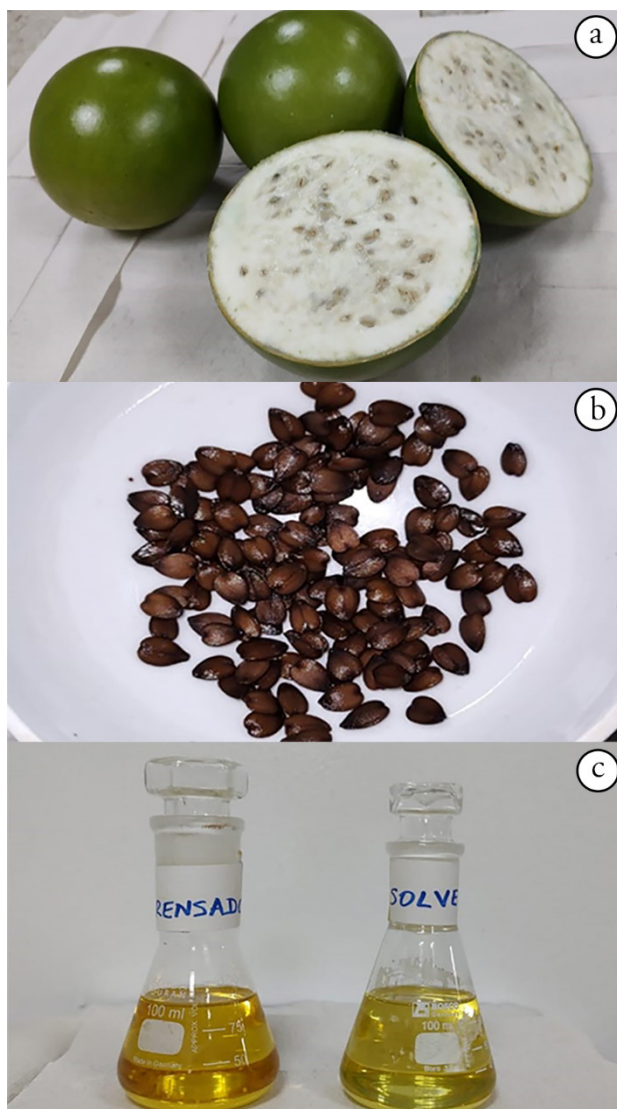


Figura 1. Totumo *Crescentia cujete*. a) Fruto y pulpa; b) semillas; c) aceite extraído método de prensado y método de solvente.

Extracción del aceite. Se realizó mediante dos métodos prensado y solvente. Para la extracción por el método de prensado en frío (menos de 40 °C), la muestra fue presionada usando un gato hidráulico (modelo SKU: TE-098 con fuerza de compresión de 4 toneladas), hasta que el aceite salió; fue recogido y medido su volumen; la torta residual fue almacenada para realizar el análisis proximal respectivo (Pascual-Chagman *et al.* 2021). Para la extracción por el método

de solvente, se utilizó un equipo de soxhlet, se agregó la semilla triturada en un cartucho poroso que se ubicó en el dispositivo de extracción del soxhlet, se empleó el hexano como solvente, sometiéndolo a reflujo durante tres horas; luego, la mezcla aceite-solvente fue rotoevaporada para separar el solvente y obtener el aceite. Los aceites obtenidos fueron desgomados (Yusuf, 2018).

Propiedades fisicoquímicas del aceite. A los aceites obtenidos por los dos métodos, se le realizaron análisis fisicoquímicos, como índices de acidez, yodo, peróxido, saponificación, corrosión en lámina de cobre y humedad. El índice de acidez se determinó de acuerdo con metodología de Chukwu *et al.* (2020); el índice de yodo, empleando el método Cd 1d-1992 (AOCS, 2022); el peróxido, mediante el método Cd 8-53 (AOCS, 2003); el índice de saponificación, se midió con el método Cd 3-25 (AOCS, 2017); el análisis de Corrosión de lámina de cobre, se llevó a cabo mediante la metodología D130-10 (ASTM, 2012); para determinar la humedad, se empleó el método gravimétrico, por diferencia de peso, sometiendo la muestra de aceite, a 105 °C durante 30 minutos (Chukwu *et al.* 2020). La composición química del aceite de *C. cujete* fue analizada mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) (Tarola *et al.* 2012); para ello, se utilizó un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890 Series II, Columna: ZB-624 30m x 0,53 mm x 3,5 µm; Inyección modo Split 50:1, temperatura inicial 50 °C y final 200 °C, rate: 25 °C/min.

Análisis proximal de la torta. Los siguientes análisis se realizaron siguiendo la metodología Standard de AOAC (2005): humedad por determinación gravimétrica, contenido de cenizas según el método 930.05; proteínas por el método 978.04; fibra por el método 985.29; grasa cruda por el método 930.09 y carbohidratos por el método de la diferencia.

Análisis estadístico de los datos. Los valores obtenidos en este trabajo fueron tratados mediante estadística descriptiva, hallando sus valores promedios de tres réplicas realizadas y sus desviaciones estándar, se aplicó la prueba estadística de t-student, a un nivel de significancia $p=0,05$ empleando el software Statgraphics Centurion 18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aceite de *C. cujete* obtenido por ambos métodos de extracción es de color amarillo (Figura 1c) y solo conserva las propiedades naturales de las semillas cuando se emplea el método de prensado, cuya presión aplicada a las semillas, provoca la ruptura de las células vegetales y la salida natural del aceite; este proceso físico no altera la composición química del aceite, por ello, es llamado aceite virgen. Lo contrario ocurre con el método de solvente, cuando el disolvente hexano se adiciona a la semilla, penetra en las células vegetales, facilitando la liberación de las moléculas de aceite contenida en las semillas, durante todo el proceso de extracción; este cambio químico se atribuye a la similitud entre la estructura química de hidrocarburo del disolvente hexano y las cadenas carbonadas de los ácidos grasos que forman el aceite, ocasionando la liberación de más del 90 % del aceite de las semillas, modificando sus propiedades naturales.

El porcentaje promedio de aceite extraído por el método de prensado fue de $17,36 \pm 0,90$ % y por el método de solvente $36,63 \pm 0,29$ %; el primero, muestra una eficiencia menor casi del 50 %, debido a que en el residuo de la semilla presionada (torta) quedan retenidas moléculas de aceite que no lograron salir de las células vegetales

y, en consecuencia, este porcentaje es menor. Paladines *et al.* (2017) reportaron la extracción del 31,7 % de aceite empleando el método de solvente para semillas de *C. cujete*, mientras que para la especie *C. alata*, los autores Corrales *et al.* (2017), presentaron un valor del 33 %. Se observa que el porcentaje de aceite obtenido en este trabajo por el mismo método es mayor.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos del aceite de la semilla de *C. cujete* se presentan como el porcentaje de la media \pm la desviación estándar de tres determinaciones. Se encontró que todos los valores de las propiedades medidas en el aceite extraído por prensado fueron menores a los extraídos por solvente, evidenciando que el método empleado influyó en los resultados.

Se encontró baja humedad, siendo menor para el aceite obtenido por prensado $0,338 \pm 0,008$ %, con relación al extraído por solvente $1,61 \pm 0,007$ %. El índice de acidez también es bajo en ambos aceites; por prensado, $0,338 \pm 0,008$ % y solvente, $1,610 \pm 0,007$ %, datos acordes a lo establecidos en la Norma CODEX (máximo 4) mg KOH/g para alimentos. El valor obtenido es comparable con el de Paladines *et al.* (2017), quienes reportaron un valor de $1,32 \pm 0,18$ %, para el aceite obtenido por solvente. Se encontraron diferencias en los valores de yodo en el aceite obtenido por prensado de $75,034 \pm 0,008$ meq I₂/g y por solvente, de $109,146 \pm 0,008$ meq I₂/g; este último es menor al reportado por Paladines *et al.* (2017), de $119,17 \pm 0,12$ meq I₂/g. El índice de yodo obtenido en este trabajo, por ser menor de 110 meq I₂/g, se puede clasificar como no secante, característica importante para ser utilizados en la industria lubricantes, medicamentos, jabones y plásticos. Adicionalmente, el índice de yodo obtenido en el aceite virgen de *C. cujete*, por el método de prensado, está acorde con el mayor porcentaje de ácido graso oleico, clasificado como monoinsaturado.

El índice de saponificación encontrado para el aceite extraído por prensado fue $77,940 \pm 0,014$ mg KOH/g y por solvente, $162,140 \pm 0,014$ mg KOH/g, relacionado con la longitud de las cadenas de los ácidos grasos hallados en el aceite. El índice de peróxido para el aceite extraído por prensado fue menor ($0,914 \pm 0,011$ meq O₂/Kg), con relación al de solvente, $2,614 \pm 0,013$ meq O₂/Kg; esto indica, que el aceite extraído por prensado es más estable en el tiempo y tiene menor tendencia a la oxidación y rancidez, estando acorde con la prueba de corrosión en lámina de cobre, cuyo resultado presentó menor grado de corrosión (1A) y el de solvente fue un poco mayor (1B). En la determinación de la composición química del aceite fueron identificados el 99,7 % de sus compuestos, los cuales, están formados por 75 % de ácidos grasos insaturados, 24 % saturados y <0,1 trans, como se presenta en la tabla 1. Entre los ácidos grasos insaturados el de mayor porcentaje fue el oleico 55,4 % y de los saturados, se destacó el palmítico, 14,3%. Estos resultados son comparados con los reportados por Paladines *et al.* (2017), encontrándose diferencia entre ellos, siendo también el de mayor porcentaje el oleico, 64,64 %. Estas discrepancias con los resultados de Paladines *et al.* (2017) en los porcentajes, se pueden deber a alteraciones en la biosíntesis de los ácidos grasos, originadas por las condiciones variables de sequía o humedad del suelo, donde se desarrollaron los árboles seleccionados para la colección de

semillas empleadas en este estudio. La composición química del aceite con alto porcentaje de ácidos grasos insaturados y alto oleico (omega-9) es útil para disminuir el colesterol LDL y aumentar el colesterol HDL, lo cual, contribuye a prevenir las enfermedades

cardiovasculares; por lo tanto, es benéfico para la salud humana, resaltando su importancia en la industria farmacéutica, alimentaria, cosmética y de biodiesel.

Tabla 1. Perfil de ácidos grasos del aceite del totumo *Crescentia cujete*.

Ácido graso	Relación C: doble enlace	1° medición	2° medición	Promedio
Láurico	(C12:0)	<0,1	<0,1	<0,1
Mirístico	(C14:0)	<0,1	<0,1	<0,1
Pentadecanoico	(C15:0)	<0,1	<0,1	<0,1
Palmítico	(C16:0)	14,5	14,0	14,3
Palmitoleico	(C16:1)	0,1	0,1	0,1
Heptadecanoico	(C17:0)	0,1	0,1	0,1
Estéarico	(C18:0)	7,8	7,9	7,9
Oleico	(C18:1n9c)	55,2	55,5	55,4
Linolelaídico	(C18:2n6t)	<0,1	<0,1	<0,1
Linoléico	(C18:2n6c)	18,6	18,7	18,6
Linolénico	(C18:3n3)	1,2	1,2	1,2
Araquídico	(C20:0)	1,1	1,1	1,1
Eicosenoico	(C20:1n9)	0,2	0,2	0,2
Eicosadienoico	(C20:2n6)	<0,1	<0,1	<0,1
Heneicosanoico	(C21:0)	<0,1	<0,1	<0,1
Behénico	(C22:0)	0,4	0,4	0,4
Tricosanoico	(C23:0)	<0,1	<0,1	<0,1
Lignocérico	(C24:0)	0,3	0,3	0,3
Saturados				24,1
Insaturados				75,6
Trans				<0,1
Total				99,7

Los resultados del análisis proximal realizado a la torta de la semilla de *C. cujete*, se presentan como el porcentaje de la media \pm la desviación estándar de tres determinaciones sobre la base del peso seco (WS). Los resultados evidenciaron altos valores de carbohidratos $52,68 \pm 0,38$ %, grasa $24,78 \pm 0,58$ % y proteínas $8,46 \pm 0,10$ %. Los carbohidratos proporcionan energía para el metabolismo, digestión y engorde; asimismo, esta materia prima contiene cenizas $3,45 \pm 0,09$ %, que constituyen los minerales; estos oligoelementos son esenciales para la nutrición animal (crecimiento, reproductores y lactantes); también posee buena cantidad de fibra $10,63 \pm 0,96$ %, lo cual, mejora la digestión y facilita el tránsito intestinal, estimulando en los bovinos la rumia y la salivación, convirtiéndose en un alimento potencialmente completo y benéfico para concentrado de animales (Vera Rodríguez *et al.* 2021).

Se evidenció un bajo contenido de humedad, con $6,63 \pm 0,19$ % y representa la cantidad de agua y compuestos volátiles presentes

en la semilla, siendo este parámetro muy importante para su conservación, ya que el exceso de humedad afecta creando un ambiente propicio para el crecimiento, desarrollo de bacterias y hongos, que deterioran o bajan la calidad de la semilla (Bahmid *et al.* 2021; Li *et al.* 2020). El análisis estadístico de los datos arrojó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos poblaciones, con un nivel de confianza del 95,0 %. También, se usó la prueba-t en los aceites obtenidos por los dos métodos de extracción (prensado y solvente); se evaluó la hipótesis específica acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones, de las cuales, provienen las dos muestras; en este caso, el valor-P calculado es menor que 0,05; se rechaza la hipótesis nula en favor de la alterna, es decir, que las medias difieren en un $\alpha \leq 0,05$.

Agradecimientos. A la Universidad de Córdoba, por sus instalaciones para desarrollar este proyecto. **Conflicto de intereses:** El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe ningún

conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados. Financiación: Este estudio fue financiado por la Universidad de Córdoba. Contribución de los autores: Los autores tuvieron diferentes roles que contribuyeron a esta investigación, desde la administración del proyecto, metodología, validación de datos, análisis formal, hasta la escritura, revisión y edición.

REFERENCIAS

1. AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY, AOCS. 2003. Official Method Cd 8-53. AOCS, USA. Disponible desde Internet en: <https://myaccount.aocs.org/PersonifyEbusiness/Store/Product-Details?productId=217949329>
2. AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY, AOCS. 2017. Official Method Cd 3-25. AOCS, USA. Disponible desde Internet en: <https://myaccount.aocs.org/PersonifyEbusiness/Store/Product-Details?productId=111542>
3. AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY, AOCS. 2022. Official Method Cd 1d-92. AOCS, USA. Disponible desde Internet en: <https://myaccount.aocs.org/PersonifyEbusiness/Store/Product-Details?productId=111533>
4. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM. 2012. ASTM D130 - 12. Standard test method for corrosiveness to copper from petroleum products by copper strip test. ASTM International, USA. 10p. Disponible desde Internet en: <https://www.astm.org/d0130-12.html>
5. ASSOCIATION OF OFFICIATING ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC. 2005. Official method of Analysis. 18th Edition. AOAC International, USA. 70p.
6. BAHMID, N.A.; DEKKER, M.; FOGLIANO, V.; HEISING, J. 2021. Development of a moisture-activated antimicrobial film containing ground mustard seeds and its application on meat in active packaging system. *Food Packaging and Shelf Life*. 30:100753. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100753>
7. BERNAL, R.; GALEANO, G.; CORDERO, Z.; CRUZ, P.; GUTIÉRREZ, M.; RODRÍGUEZ, A.; SARMIENTO, H. 2006. Diccionario de nombres comunes de las plantas de Colombia. Ed. Universidad Nacional de Colombia, (Colombia). 686p.
8. CHUKWU NDUKA, J.K.; OMOZUWA, P.O.; IMANAH, O.E. 2020. Effect of heating time on the physicochemical properties of selected vegetable oils. *Arabian Journal of Chemistry*. 14(4): 103063. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103063>
9. CORRALES, C.V.; FLIEDEL, G.; PEREZ, A.M.; SERVENT, A.; PRADES, A.; DORNIER, M.; LOMONTE, B.; VAILLANT, F. 2017. Physicochemical characterization of jicaro seeds (*Crescentia alata* H.B.K.): A novel protein and oleaginous seed. *Journal of Food Composition and Analysis*. 56:84-92. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.11.007>
10. ESPITIA-BAENA, J.E.; DURAN-SANDOVAL, H.D.R.; FANDIÑO-FRANKY, J.; DÍAZ-CASTILLO, F.; GÓMEZ-ESTRADA, H.A. 2011. Química y biología del extracto etanólico del epicarpio de *Crescentia cujete* L. (totumo). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 16(4):337-346.
11. LI, X.Z.; SIMPSON, W.R.; SONG, M.L.; BAO, G.S.; NIU, X.L.; ZHANG, Z.H.; XU, H.F.; LIU, X.; LI, Y.L.; LI, C.J. 2020. Effects of seed moisture content and *Epichloe endophyte* on germination and physiology of *Achnatherum inebrians*. *South African Journal of Botany*. 134:407-414. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.03.022>
12. MONSALVE, M.; GAIBOR, D.; BELLO, A. 2017. Transesterificación por catálisis ácida y básica del aceite de las semillas de *Crescentia cujete* L. (MATE). *Revista Cumbres*. 3(1):161-166.
13. MOREIRA, P.A.; AGUIRRE-DUGUA, X.; CÉDRIC, M.; ZEKRAOUI, L.; COURDEC, M.; RODRIGUEZ, D.P.; CASAS, A.; CLÉMENT, C.R.; VIGOUROUX, Y. 2017. Diversity of treegourd (*Crescentia cujete*) suggests introduction and prehistoric dispersal routes into Amazonia. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 5(150):1-13. <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00150>
14. OLANIYI, M.B.; LAWAL, I.O.; OLANIYI, A.A. 2018. Proximate, phytochemical screening and mineral analysis of *Crescentia cujete* L. leaves. *Journal of Medicinal Plants for Economic Development*. 2(1). <https://doi.org/10.4102/jomped.v2i1.28>
15. PALADINES, G.; LOURIDO, L.; BURBANO, Z.; AL-SHAGHDARI, A.; MONSALVE, M.; BELLO, A. 2017. Obtención y caracterización fisicoquímica del aceite de las semillas del mate (*Crescentia cujete* L.). *Revista Cumbres*. 3(1):93-99.
16. PASCUAL-CHAGMAN, G.; SANTA-CRUZ-OLIVOS, J.; HIDALGO, A.; BENAVENTE, F.; PÉREZ-CAMINO, M.C.; SOTELO-MENDEZ, A.; PAUCAR-MENACHO, L.M.; ENCINA-ZELADA, C.R. 2021. *Lupinus mutabilis* oil obtained by expeller press: Yield, physicochemical characterization, antioxidant capacity, fatty acids and oxidative stability analyses. *Scientia Agropecuaria*. 12(2):219-227. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.025>
17. RIVERA-MONDRAGÓN, A.; TUENTER, E.; ORTIZ, O.; SAKAVITSI, M.E.; NIKOU, T.; HALABALAKI, M.; CABALLERO-GEORGE, C.; APERS, S.; PIETERS, L.; FOUBERT, K. 2020. UPLC-MS/MS-based molecular

- networking and NMR structural determination for the untargeted phytochemical characterization of the fruit of *Crescentiacujete* (Bignoniaceae). *Phytochemistry*. 177:112438. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112438>
18. TAROLA, A.M.; GIRELLI, A.M.; LORUSSO, S. 2012. High performance liquid chromatography determination of fatty acids in drying oils following lipase action. *Journal of Chromatographic Science*. 50(4):294-300. <https://doi.org/10.1093/chromsci/bms005>
19. VERA RODRÍGUEZ, J.H.; JIMÉNEZ MURILLO, W.J.; NAULA MEJÍA, M.C.; VILLA CÁRDENAS, U.J.; ZARUMA QUITO, F.A.; MONTECÉ MARIDUEÑA, G.Y.; CABRERA CARREÑO, W.J.; ZAMBRANO VALENCIA, F.J.; ASTUDILLO LUDIZACA, C.M. 2021. Residuos de la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) como alternativa alimenticia para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencia Animal Recia*. 13(2):e839. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n2.2021.839>
20. YUSUF, A.K. 2018. A review of methods used for seed oil extraction. *International Journal of Science and Research*. 7(12):233-238.