

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE SEMILLA DE CALABAZA (*Cucurbita* spp.): UNA REVISIÓN

PUMPKIN SEED OIL (*Cucurbita* spp.) PRODUCTION PROCESS: A REVIEW

Melissa Anahí Solarte Cazar¹, Camilo Alejandro Pineda-Soto², Julio Pineda-Insuasti²

¹ Instituto Politécnico de Leiria. Leiria, Portugal. <https://www.ipleiria.pt/>

² Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA). Ibarra, Ecuador. www.cebaecuador.org

Autor para correspondencia: anahisolarte18@gmail.com

Recibido: 14/11/2023

Aceptado: 14/12/2023

RESUMEN

La revisión destaca la importancia global de los aceites vegetales y la insuficiencia de las fuentes convencionales, enfocándose en las semillas de zapallo. Estas semillas, ricas en ácidos grasos y minerales, se utilizan en alimentos, medicina tradicional y proyectos innovadores como salchichas fortificadas y extracción asistida por ultrasonido. Se mencionan propiedades medicinales del aceite de zapallo, como antidiabéticas y antioxidantes. El proceso de producción, desde la cosecha hasta la extracción, se describe, resaltando problemas como baja productividad agrícola y tecnologías tradicionales, subrayando la necesidad de avances tecnológicos y la investigación continua. La revisión concluye destacando la importancia nutricional y medicinal de las semillas de zapallo y la relevancia de diversificar las fuentes de aceites vegetales.

PALABRAS CLAVES: Aceites, zapallo, semillas.

Avances tecnológicos

ABSTRACT

The review emphasizes the global importance of vegetable oils and the inadequacy of conventional sources, focusing on pumpkin seeds. These seeds, rich in fatty acids and minerals, find applications in food, traditional medicine, and innovative projects such as fortified sausages and ultrasound-assisted extraction. Medicinal properties of pumpkin oil, including anti-diabetic and antioxidant effects, are noted. The production process, from harvest to extraction, is outlined, highlighting issues like low agricultural productivity and traditional technologies. The need for technological advances and ongoing research is emphasized. The review concludes by underscoring the nutritional and medicinal significance of pumpkin seeds and the relevance of diversifying vegetable oil sources.

KEY WORD: Oils, Pumpkin, Seeds.

INTRODUCCIÓN

Los aceites vegetales desempeñan un papel esencial en la satisfacción de las demandas nutricionales a nivel mundial, siendo empleados en diversos alimentos y

aplicaciones industriales. En la actualidad, los recursos convencionales de aceite vegetal no logran satisfacer el creciente requerimiento tanto a nivel doméstico como industrial. Por consiguiente, surge la necesidad de explorar

otras fuentes que complementen estos suministros (Bernard, 2020).

Diversos estudios han examinado la composición química y las propiedades de las semillas de zapallo provenientes de distintas fuentes y variedades. En cantidades significativas, se han identificado cuatro ácidos grasos: palmítico, esteárico, oleico y linoleico. La semilla de zapallo se destaca como una fuente rica en potasio, fósforo y magnesio, además de contener cantidades moderadas de varios minerales (calcio, sodio, manganeso, hierro, zinc y cobre), convirtiéndola en un componente valioso para los suplementos alimenticios. También, está compuesta por lípidos y proteínas que aportan hasta el 80 - 85% del peso seco del embrión. Las semillas componen de un 40 a 52% de aceite, de los cuales se resalta el ácido oleico y el ácido linoleico; además β -carotenoy γ -tocoferol (Sajam, et al, 2023).

En muchas culturas alrededor del mundo, las semillas de zapallo crudas o tostadas son consumidas como bocadillos. Además, estas semillas han sido utilizadas como realzadores de sabor en salsas y sopas, así como en la cocina, para hornear y como suplemento nutricional y agente funcional.

En el ámbito de la medicina tradicional, se reconocen diversas contribuciones para la salud humana, especialmente en cuanto a agentes antiinfecciosos contra infecciones microbianas. El aceite de zapallo ha demostrado propiedades medicinales que incluyen efectos antidiabéticos, antioxidantes, anticarcinogénicos, antiinflamatorios y antimicrobianos. Numerosas investigaciones han evaluado el contenido bioactivo de las cucurbitáceas, específicamente la cucurbitacina (Choquenaira & Rivas 2005).

El objetivo de esta revisión es escribir y analizar la información científica existente sobre el proceso de producción de aceite de zambo (*Cucurbita* spp.), mediante la revisión del

material científico disponible, que permita valorar los principales problemas y el avance del desarrollo tecnológico

ANTECEDENTES

En 2019 la Universidad Técnica de Cotopaxi presentó un proyecto con el objetivo de valorar el efecto de la adición de pasta de semillas de sambo (*Cucurbita ficifolia*) como reemplazo parcial de grasa animal en la elaboración de salchicha Cabanossi, un producto cárnico procesado. El proyecto se basa en un diseño completamente al azar con arreglo factorial AxB con tres repeticiones, donde el factor A son los porcentajes de pasta de semillas de sambo (60%, 40% y 20%) y el factor B son los tipos de ahumado (en frío y en caliente). El proyecto incluye una caracterización fisicoquímica de la pasta de semillas de sambo, un análisis fisicoquímico, sensorial, microbiológico y nutricional de los tratamientos, un balance de materia, un costo de producción y un análisis de impactos. El proyecto nació tras la necesidad de elaborar un producto cárnico más saludable, con menor contenido de grasas saturadas, aprovechando las propiedades nutritivas de las semillas de sambo, una oleaginosa propia del país (Quiñonez, 2019).

Gonzales (2018), en su tesis titulada "Ultrasonido asistido por cavitación disruptiva de la pared celular de la semilla de zapallo (*Cucurbita maxima*), variedad macre, para acelerar el proceso de extracción sólido-líquido", demuestra que el aceite obtenido de la almendra de zambo, específicamente de la variedad macre (*Cucurbita máxima*), presenta ciertos parámetros. Estos incluyen un Índice de Iodo de 127.93 g I/100g de aceite, un Índice de Peróxidos de 1.89 m-eq O₂/kg de aceite, un Índice de Acidez de 0.98 mg NaOH/g de aceite, un Índice de Refracción de 1.468 y una densidad de 0.915 g/mL. Estos valores clasifican al aceite como no secante, y su bajo valor de peróxidos sugiere una mayor resistencia a la oxidación.

Cervantes y Torres (2018), en la tesis llamada "Optimización de la formulación para el aprovechamiento de las semillas de zapallo (*Cucurbita maxima* Duch) en la elaboración de galletas fortificadas", presentan la obtención de harina de semillas de zapallo con las siguientes características: 7.45% de humedad, 30.32% de proteína, 17.6% de grasa, 4.5% de fibra cruda, 5.29% de ceniza, 34.84% de extracto libre de nitrógeno, 0.09% de acidez y 419.4 kcal/100g.

En 2012 Gonzales y Yáñez se plantearon como objetivo de Diseñar y Construir un Extractor Sólido Líquido para la Obtención de Aceite de sambo (*Cucurbita ficifolia*) y zapallo (*Cucurbita máxima*). En este proyecto determinó el rendimiento de aceite a partir de las semillas de zapallo y sambo sin cáscara, mediante el método de Soxhlet a las temperaturas promedio de 100, 110 y 120 °C; determinar las características biométricas de las semillas de zapallo y sambo; y determinar el índice de acidez, índice de peróxidos, índice de yodo e índice de saponificación en el aceite extraído en cada tratamiento. El método utilizado fue extracción sólido-líquido se basa en el uso de un solvente orgánico, el hexano, que se pone en contacto con la semilla seca y arrastra los componentes líquidos y solubles que se buscan obtener². El equipo utilizado para la extracción está compuesto por un tanque de ebullición, una camisa, una canastilla, un condensador, una cisterna, un visor y un panel de control.

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE CALABAZA

Cosecha

Su cosecha se lleva a cabo en dos períodos distintos. El primer período se realiza durante la etapa tierna del zapallo, mientras que el segundo tiene lugar cuando el fruto alcanza su madurez. La recolección del zapallo maduro se realiza cuando su color cambia de verde brillante a verde opaco. Además, un indicador visual clave de que el zapallo ha alcanzado su

punto de madurez óptimo es la sequedad del pedúnculo, que adquiere una apariencia leñosa. Los agricultores ecuatorianos también emplean otro método, consistente en golpear el fruto con los nudillos de la mano para percibir un sonido hueco, lo cual señala que el fruto está listo para ser cosechado. Comúnmente, la cosecha de los zapallos se lleva a cabo manualmente, utilizando herramientas de recolección como la hoz, el machete, el azadón, entre otros, para cortar el pedúnculo del fruto (Choquenaira, & Rivas, 2013).

Postcosecha

La práctica del cultivo de cucurbitáceas en la región no está ampliamente difundida, lo que resulta en una escasez de información sobre el manejo de los frutos después de la cosecha. Una vez que los zapallos son recolectados, se apilan en montones de alrededor de veinte frutos, dejándolos al aire libre y, en el mejor de los casos, resguardados bajo sombra. Posteriormente, se utilizan conforme a las necesidades del agricultor (Choquenaira, & Rivas, 2013).

Lavado y Selección

Las semillas son lavadas para eliminar impurezas y residuos.

Se realiza una selección para descartar semillas dañadas o de baja calidad.

Secado

Las semillas lavadas se secan para reducir la humedad y prevenir la formación de moho.

Pretratamiento de la semilla antes de la extracción de aceite

El tratamiento previo de las semillas oleaginosas, antes de someterlas al proceso de extracción de aceite, desempeña un papel crucial para lograr un rendimiento óptimo en aceite sin comprometer las características fisicoquímicas y organolépticas del mismo.

Este tratamiento consta de dos operaciones esenciales:

- a) Trituración.
- b) Calentamiento y acondicionamiento.

En cuanto a la trituración, la experiencia ha demostrado que la extracción del aceite de una semilla oleaginosa ya sea mediante el sistema de presión o el de solvente, se lleva a cabo de manera más eficiente y rápida cuando la semilla se somete previamente a una trituración o laminación. Este proceso de trituración se realiza utilizando molinos de cilindros con uno o más pares de cilindros, donde los primeros pares tienen superficie acanalada y las siguientes superficies lisas. Los diámetros de los cilindros raramente superan los 400 milímetros, y su longitud es de aproximadamente 1.000 milímetros. Otros tipos de molinos, como los de martillos o cilindros dentados, están en desuso.

El calentamiento previo de una semilla favorece el proceso posterior de extracción. La teoría que rige este fenómeno puede resumirse de la siguiente manera: Las diminutas gotas de aceite, de dimensiones ultramicroscópicas, dispersas en la masa de la semilla debido al aumento de la temperatura, tienden a unirse más fácilmente entre sí. Además, el aceite se encuentra en la semilla en forma de emulsión con las proteínas, que son un componente constante de las semillas oleaginosas. El proceso de calentamiento provoca la desnaturalización de las proteínas, lo que resulta en la ruptura de la emulsión y, por consiguiente, en la separación del aceite de la masa de la semilla.

Sin embargo, es crucial llevar a cabo la operación de calentamiento con precaución para evitar posibles alteraciones fisicoquímicas que podrían degradar la calidad del aceite a extraer (Fito, et al., 2018).

Extracción de Aceite

Este proceso puede realizarse mediante métodos mecánicos o mediante el uso de solventes, dependiendo de la tecnología utilizada.

Uno de los métodos usados es la técnica de extracción asistida por ultrasonido emplea ondas sonoras de alta frecuencia para liberar el compuesto deseado del material vegetal. Bajo la influencia de la acción ultrasónica, tanto las partículas sólidas como las líquidas vibran y aceleran, lo que provoca que el soluto se transfiera rápidamente de la fase sólida al solvente (Gao, 2005).

En la actualidad, se emplean prensas continuas conocidas como "expellers" para llevar a cabo la extracción por presión. Estas prensas constan de cestas perforadas que alojan un sinfín de presión en su interior. Este sinfín, compuesto por espiras helicoidales, impulsa la masa a lo largo de la cesta. Estas prensas cuentan con un sistema de regulación de presión para un control adecuado (Garcete, et al., 2022).

Otra manera de extraer aceite es la extracción del aceite de una semilla oleaginosa mediante solvente puede llevarse a cabo de tres maneras:

- Percolación: Se caracteriza por generar una lluvia de solvente sin inundar completamente la masa de semilla.
- Inmersión: Se realiza cuando la masa de semilla se sumerge completamente en el solvente.
- Sistema mixto: En esencia, implica la instalación de dos extractores en serie, donde el primero opera por percolación y el segundo por inmersión. (Ancacsi, 2022).

Decantación o Filtración

El aceite crudo se somete a un proceso de decantación o filtración para eliminar partículas sólidas y sedimentos.

Almacenamiento:

La opción más adecuada consiste en emplear depósitos cilíndricos verticales con techo fijo que cuenten con sustentación propia y

preferiblemente adopten una forma cónica. Se recomienda utilizar depósitos altos y estrechos cuando sea posible, con el objetivo de minimizar la superficie de contacto de los productos almacenados, reduciendo así al mínimo la exposición de los aceites o grasas al aire y al oxígeno presente en este. Para facilitar el drenaje, se aconseja que el fondo de los depósitos sea de tipo cónico o en pendiente, incorporando un colector (de Depósito, A. D. A. G., & Índice, A. C, 2016).

Todas las aberturas, como las bocas de acceso y salida, así como los orificios de drenaje, deben diseñarse de manera que puedan cerrarse de forma hermética u obturarse eficazmente. En relación con la capacidad total de almacenamiento, así como el tamaño y la cantidad de depósitos en cada instalación, se debe determinar según las medidas y frecuencias de las tomas, las rotaciones y el número de productos diferentes que se manejen.

En cuanto a las cisternas de los buques, estas presentan capacidades variables, generalmente entre 200 y 2.500 toneladas, debido a consideraciones económicas asociadas al transporte a granel. A diferencia

Composición Nutricional

Tabla de composición nutritiva (por 100 g de porción comestible)

	Agu a (ml)	Energí a (Kcal)	Proteí na (g)	Grasa s (g)	Hidrat os de carbon o (g)	Fibr a (g)	Calci o (mg)	Hierr o (mg)	Fósfor o (mg)	Tiamin a (mg)	Riboflavi na (mg)	Niacin a (mg)
Zambo	91.4	31	0.2	0.5	7.5	0.61	21	0.5	6	0.01	0.02	0.22
Pepas	2.3	600	28.6	56.4	7.1	2.1	92	11.6	1.4	0.07	0.09	2.05

Fuente: (El zambo, 2023)

Ácidos Grasos

El aceite de zapallo contiene una mezcla de ácidos grasos, incluyendo palmítico, esteárico, oleico y linoleico. Estos ácidos grasos son esenciales para diversas funciones corporales. Minerales:

Es una fuente de minerales importantes como potasio, fósforo y magnesio, que desempeñan

de los depósitos en tierra, las cisternas de buques permiten una segregación total mediante bombas y tuberías individuales, posibilitando que cada cisterna cuente con su propio sistema independiente de tuberías y bombas (de Depósito, A. D. A. G., & Índice, A. C, 2016).

Para prevenir la corrosión del acero suave por la carga, se aconseja revestir preferiblemente las cisternas de acero suave, y estos revestimientos deben contar con la aprobación para el contacto con alimentos. La tendencia actual hacia el uso de acero inoxidable en la construcción de cisternas elimina la necesidad de revestimientos.

Es importante mencionar que los buques que transportan este tipo de mercancías suelen clasificarse en diferentes categorías, como buques tanque de carga a granel, buques tanque para carga diversificada, buques de cabotaje y buques portacontenedores, cada uno con sus características y capacidades específicas (de Depósito, A. D. A. G., & Índice, A. C, 2016).

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y PROPIEDADES DEL ACEITE DE CALABAZA

un papel crucial en el mantenimiento de la salud ósea y la función muscular.

El aceite de zapallo también contiene cantidades moderadas de minerales como calcio, sodio, manganeso, hierro, zinc y cobre, contribuyendo a la ingesta de micronutrientes esenciales.

PRINCIPALES PROBLEMAS

- **Baja Productividad Agrícola:** La productividad de las plantaciones de zapallo puede ser afectada por factores como las condiciones climáticas, la calidad del suelo y las prácticas agrícolas.
- **Tecnologías Tradicionales:** En algunas regiones, la producción de aceite de zapallo puede depender de métodos tradicionales que limitan la eficiencia y la calidad del producto final.
- **Problemas de Extracción:** La eficiencia en la extracción del aceite de las semillas de zapallo puede ser un desafío. La tecnología utilizada para este proceso puede influir en el rendimiento y la calidad del aceite.
- **Almacenamiento y Conservación:** La preservación adecuada del aceite y de las semillas de zapallo es esencial para mantener la calidad y evitar la oxidación.

AVANCES TECNOLÓGICOS

- **Mejoras en la Agricultura:** Desarrollos tecnológicos en la agricultura, como el uso de fertilizantes, técnicas de riego eficientes y variedades de cultivos mejoradas, pueden contribuir a aumentar la productividad de las plantaciones de zapallo.
- **Tecnologías de Extracción Modernas:** La implementación de prensas y métodos de extracción más avanzados, como la extracción asistida por ultrasonido, puede mejorar la eficiencia en la obtención del aceite.
- **Automatización en la Producción:** La introducción de tecnologías automatizadas en las etapas de procesamiento puede aumentar la eficiencia y reducir costos.
- **Investigación en Propiedades Nutricionales:** Los avances en investigación sobre las propiedades

nutricionales del aceite de zapallo pueden aumentar el interés en el producto, impulsando la demanda y el desarrollo de nuevas variedades.

- **Tecnologías de Almacenamiento:** Mejoras en las tecnologías de almacenamiento y envasado pueden ayudar a mantener la frescura y calidad del aceite de zapallo durante períodos más prolongados.
- El avance continuo en la investigación y desarrollo tecnológico es clave para superar los desafíos y mejorar la eficiencia y la calidad en la producción de aceite de zapallo.

CONCLUSIONES

Las semillas de zapallo se destacan por su composición rica en ácidos grasos esenciales, minerales y otros compuestos beneficiosos. Además, el aceite de zapallo ha demostrado propiedades medicinales, como efectos antioxidantes, antiinflamatorios, y antiinfecciosos, lo que lo convierte en un componente valioso tanto en la alimentación como en la medicina tradicional.

El uso de semillas de zapallo va más allá de la alimentación, con proyectos innovadores como la elaboración de salchichas fortificadas y la extracción asistida por ultrasonido. Estos proyectos buscan aprovechar las propiedades nutritivas y funcionales de las semillas para crear productos más saludables.

La baja productividad agrícola, el uso de tecnologías tradicionales y los desafíos en la extracción del aceite son problemas que afectan la eficiencia y calidad en la producción. Sin embargo, estos desafíos pueden ser superados mediante avances tecnológicos, investigación continua y la implementación de prácticas más modernas.

Los avances tecnológicos, como la mejora en la agricultura, métodos de extracción modernos y tecnologías de almacenamiento,

son cruciales para superar los problemas existentes en la producción de aceite de zapallo. La investigación en propiedades nutricionales también juega un papel clave en impulsar la demanda y el desarrollo de nuevas variedades.

En resumen, la revisión destaca la importancia nutricional y medicinal de las semillas de

zapallo, así como los desafíos y avances tecnológicos en su producción. La diversificación de fuentes de aceites vegetales, como el aceite de zapallo, contribuye a abordar las demandas cambiantes y promover prácticas más sostenibles en la industria alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancasi Lulo, F. (2022). Extracción de aceite de la semilla de retama (*Retama sphaerocarpa* L.) por el método soxhlet y caracterización fisicoquímica.
- Bernard, M. (2020). Optimización del proceso de producción de materiales entrecruzados derivados de poliésteres insaturados a partir de aceites vegetales (soja).
- Cervantes y Torres (2018) "optimización de la formulación para el aprovechamiento de las semillas de zapallo (*Cucurbita maxima* Duch) en la elaboración de galletas fortificadas". Recuperado el 15 de marzo del 2019 de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/150>
- Choquenaira Florez, R., & Rivas Zegarra, S. M. (2005). Extracción del Aceite de las Semillas de *Cucurbita Maxima* Dutch Var. Macre y Var. Zambo, Determinación de los Ácidos Grasos Insaturados Libres (Ácido Oleico, Ácido Linoleico y Ácido α -Linolénico) y de Su Efecto Antibacteriano contra *Escherichia Coli* y *Shigella Flexneri*.
- Choquenaira, R., & Rivas, S. (2013). Extracción del aceite de las semillas de *Curcubita máxima* Dutch var. Macre y var. Zambo, determinación de los ácidos grasos insaturados libres (ácido oleico, ácido linoleico y ácido α -linolénico) y de su efecto antibacteriano contra *Escherichia coli* y *Shigella Flexneri* (Doctoral dissertation, Tesis Pregrado en internet]. Arequipa: Universidad Católica Santa María).
- de Depósito, A. D. A. G., & Índice, A. C. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SAGARPA/SCFI-2016, Prácticas comerciales-Especificaciones sobre el almacenamiento, guarda, conservación, manejo y control de bienes o mercancías bajo custodia de los almacenes generales de depósito. Incluyendo productos agropecuarios y pesqueros.
- El zambo. (2023). Obtenido de El Zambo: <https://tragametierra.tripod.com/zambo.htm#:~:text=El%20Zambo&text=Pertenece%20a%20la%20familia%20de,de%20color%20verde%20bastante%20p%C3%A1lido.>
- Garcete, D. S., Gamarra, L. E. V., Vera, C. M. S., Cardozo, L. M. G., & Vázquez, M. D. (2022). Obtención de aceite del aguacate (*Persea americana* Mill) para la industria cosmética en la ciudad de Villarrica, departamento del Guairá, año 2021. *Revista Científica de la Universidad Nacional de Villarrica del Espíritu Santo*, 6(2).

González, D., & Yáñez, Y. (2012). Diseño y construcción de un extractor sólido-líquido para la obtención de aceite de semillas de sambo y zapallo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

Gonzales Iquira, M. A. (2018). "Ultrasonido asistido por cavitación disrupcionando la pared celular de la semilla de zapallo (Cucúrbita máxima Duch.) variedad macre para acelerar el proceso de extracción sólido líquido". Recuperado el 5 de marzo del 2019 de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8145>

Gao M, Llu C. Comparison techniques for the extraction of flavonoides from cultures cells of *Saussurea medusa* Maxim. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*; 2015.p.1461-1463.

Quiñonez Ortiz, M. J. (2019). *Efecto de la Adición de Pasta de Semillas de Sambo (cucurbita ficifolia) como reemplazo parcial de Grasa Animal en la Elaboración de Salchicha Cabanossi* (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).