

EN

Cachichín seed (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.): Source of nutrients and bioactive compounds

ES

La semilla de cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.): Fuente de nutrimentos y compuestos bioactivos

Alejandro Esli Hernández-Mora¹; Libia Iris Trejo-Téllez²; Aleida Selene Hernández-Cázares¹; Adriana Contreras-Oliva¹; Fernando Carlos Gómez-Merino^{1*}

¹Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Carretera Córdoba-Veracruz km 348, Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94953.

²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230.

*Corresponding author:
fernandg@colpos.mx;
ORCID: 0000-0001-8496-2095

Received: July 8, 2021 /
Accepted: November 1, 2021

DOI:
10.5154/r.rchs.2021.02.05

Abstract

The cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.) is an arboreal species that produces an edible seed to which nutraceutical properties have been attributed to improve human health. The objective of this study was to review the most relevant aspects of scientific research on the cultivation, nutritional properties and pharmacological potential of this seed. Diverse literary sources and databases that to date have been integrated on the cachichín, were identified. The cachichín is a plant species native from Mexico and belongs to the family Metteniusaceae. Most of the edible seed and wood are produced in the municipality of Misantla, Veracruz, Mexico. In average values, the composition of the seed is proteins 12.59 %, carbohydrates 41.61 %, lipids 39.25 %, fiber 4.25 % and ashes 2.30 %. Within its lipid profile, it contains unsaturated fatty acids beneficial to health in patients with cardiovascular diseases and diabetes. In future research, it is necessary to investigate aspects related to germination processes, suitable soils for cultivation, and nutritional needs, in addition to its use in new food formulations and its applications in a greater number of pharmacological approaches. In the current context of the consumption of functional foods in the daily diet, the cachichín takes an important role due to its nutritional and bioactive components within the approach of nutraceutical products or foods.

Keywords: Metteniusaceae, nutraceutical food, edible fruits, wild fruits, functional properties, functional food.

Resumen

El cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.) es una especie arbórea que produce semilla comestible a la que se han atribuido propiedades nutraceuticas benéficas para la salud humana. El objetivo de este trabajo fue revisar los aspectos más relevantes de investigaciones científicas en torno al cultivo, las propiedades nutritivas y potencial

farmacológico de esta semilla. Se identificaron diversas fuentes literarias y bases de datos que sobre el cachichín se han integrado a la fecha. El cachichín es una especie vegetal nativa de México perteneciente a la familia Metteniusaceae. En su mayoría, la producción de la semilla comestible y de madera es realizada en el municipio de Misantla, Veracruz, México. En valores promedio, la composición de la semilla es: proteínas 12.59 %, carbohidratos 41.61 %, lípidos 39.25 %, fibra 4.25 % y cenizas 2.30 %. Dentro de su perfil lipídico, contiene ácidos grasos insaturados benéficos para la salud en pacientes con enfermedades cardiovasculares y diabetes. En futuras investigaciones es necesario indagar sobre aspectos relacionados con procesos de germinación, suelos aptos para su cultivo, y necesidades de fertilización mineral, además de su empleo en nuevas formulaciones de alimentos y sus aplicaciones en mayor número de enfoques farmacológicos. En el actual contexto del consumo de alimentos funcionales en la dieta diaria, el cachichín toma un rol importante debido a sus componentes nutritivos y bioactivos dentro del enfoque de productos o alimentos nutraceuticos.

Palabras clave: Metteniusaceae, nutraceutico, frutos comestibles, frutos silvestres, propiedades funcionales, alimento funcional.

Introduction

As a mega-diverse country, in Mexico there is an enormous wealth of flora, within this wealth, there are species that produce fruits and seeds used by food and pharmaceutical industries. Also, these species can offer other benefits as timber producers for furniture production or construction, as well as those associated with their function as carbon sinks that impact on the mitigation of global climate change. The cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.) belongs to the Metteniusaceae family (Hernández-Urban et al., 2019). This family is comprised of 11 genres and 59 species with pantropical distribution, with relatively few species in temperate regions. Some species have edible seeds and in others, their leaves are used to dye fabrics and timber trees to produce useful wood for furniture production or home construction within rural areas (Gutiérrez-Báez & Duno de Stéfano, 2014). In the species of this botanical family, cachichín was described for the first time in the sierra de Misantla, Veracruz, Mexico in 1914 (Greenman & Thompson, 1914).

In the local commerce field, particularly in markets of the municipality of Misantla, Veracruz, Mexico, and surrounding places, the main product of cachichín sold is the seed contained within the fruit. Among the inhabitants and traditional medicine, potential hypoglycemic properties are known (Lascurain-Rangel, 2012), although there has been relatively little study about the nutraceutical composition and the profiles of active metabolites to combat this and other physiological disorders in humans. The aim of this work was to review the most important aspects about the scientific investigation around the cachichín cultivation,

Introducción

Como país megadiverso, en México existe una riqueza florística dentro de la que se encuentran especies que producen frutos y semillas útiles en las industrias alimentaria y farmacéutica. Además, estas especies pueden ofrecer otros beneficios como productores de madera para la construcción o elaboración de muebles, así como los asociados a su función como sumideros de carbono que impactan en la mitigación del cambio climático global. El cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.) pertenece a la familia Metteniusaceae (Hernández-Urban et al., 2019). Esta familia está conformada por 11 géneros y 59 especies con distribución pantropical, con relativamente pocas especies en las regiones templadas. Algunas especies tienen semillas comestibles y en otras sus hojas son utilizadas para teñir telas y los árboles maderables para la producción de madera útil en la elaboración de muebles o la construcción de casas en el medio rural (Gutiérrez-Báez & Duno de Stéfano, 2014). Dentro de las especies de esta familia botánica, el cachichín fue descrito por primera vez en la sierra de Misantla, Veracruz, México en 1914 (Greenman & Thompson, 1914).

En el ámbito del comercio local, especialmente en los mercados del municipio de Misantla, Veracruz, México, y lugares circunvecinos, el principal producto del cachichín que se vende, es la semilla que contiene el fruto. Entre los pobladores y la medicina tradicional, se habla de potenciales propiedades hipoglucemiantes (Lascurain-Rangel, 2012), aunque poco se ha estudiado la composición nutraceutica y los perfiles de metabolitos activos para combatir este y otros desórdenes fisiológicos en el ser humano. El objetivo de

the biochemical and nutritional composition of the seed, as well as its pharmaceutical potential given the presence of natural bioactive compounds.

Methodology

A search on various scientific platforms such as Scopus, Science Direct, PubMed, Springer, Scielo, Web of Science, Jurn, Sciece.gob, Bielefeld Academia Search Engine (BASE), Institute of Education Sciences (ERIC), Science Research, Worldwide Science, Scholarpedia, Microsoft Academic, Google Scholar and Dialnet, was carried out. The key words used for searching were Metteniusaceae, *Oecopetalum mexicanum*, cachichín, cacaté, and Sierra de Misantla. Priority topics chosen for this study were those related to the phylogenetic, botanic characteristics, marketing, physical and chemical properties, nutraceutical composition and phytochemical of the seed. The date range used as a search filter was 1900 by this time. Results obtained were described throughout this document.

Results and discussion

Cachichín tree

The cachichín is distributed from the south of Mexico to Guatemala. In Mexico, this species is grown in the states of Veracruz and Chiapas. In Veracruz, the species is naturally distributed in the sierra de Misantla, where it is extensively marketed. This mountain range is located among the coordinates 19° 55' 52" N 96° 51' 06" O, at 400 meters above sea level (Greenman & Thompson, 1914).

Previously, the cachichín was considered within the Icacinaceae family (Kårehed, 2001; Stull, Duno de Stéfano, Soltis, & Soltis, 2015), although recent phylogenetic studies have placed it within the Metteniusaceae family, which consists of 11 genders and at least 59 species, that are mainly distributed in tropical areas around the world (Hernández-Urban et al., 2019). In addition to the edible seed, some species of this family produce raw materials for the textile industry, fuelwood and wood.

The cachichín tree grows well in humid soils on steep hillsides and near waterfalls of water currents. In coffee agroforestry systems, it is used for the provision of shade (Lascurain et al., 2007). When it ripens, this species became a tree that can grow up to 25 m high (Lascurain-Rangel et al., 2013; Gutiérrez-Báez & Duno de Stéfano, 2014).

Orchards with commercial plantations of cachichín are named cachichinales, which are represented by areas

este trabajo fue revisar los aspectos más relevantes de la investigación científica en torno al cultivo de cachichín, la composición bioquímica y nutritiva de la semilla, así como su potencial farmacológico dada la presencia de compuestos naturales bioactivos.

Metodología

Se realizó una búsqueda en diversas plataformas científicas como Scopus, Science Direct, PubMed, Springer, Scielo, Web of Science, Jurn, Sciece.gob, Bielefeld Academia Search Engine (BASE), Institute of Education Sciences (ERIC), Science Research, World Wide Science, Scholarpedia, Microsoft Academic, Google Scholar y Dialnet. Las palabras clave utilizadas en la búsqueda fueron Metteniusaceae, *Oecopetalum mexicanum*, cachichín, cacaté, y Sierra de Misantla. Los temas prioritarios seleccionados para este trabajo fueron relacionados a filogenética, características botánicas, comercialización, propiedades físicas y químicas, composición nutracéutica y fitoquímica de la semilla. El rango de fechas utilizado como filtro de búsqueda fue de 1900 a la fecha. Los resultados obtenidos se describieron a lo largo del presente escrito.

Resultados y discusión

Árboles de cachichín

El cachichín se distribuye desde el sur de México hasta Guatemala. En México esta especie se cultiva en los estados de Veracruz y Chiapas. En Veracruz, la especie se distribuye de manera natural en la sierra de Misantla, donde se comercializa de manera extensiva. Esta sierra se ubica entre las coordenadas 19° 55' 52" N 96° 51' 06" O, a 400 msnm (Greenman & Thompson, 1914).

Anteriormente el cachichín fue considerado dentro de la familia Icacinaceae (Kårehed, 2001; Stull, Duno de Stéfano, Soltis, & Soltis, 2015), aunque estudios filogenéticos recientes le han ubicado dentro de la familia Metteniusaceae, la cual está integrada por 11 géneros y por lo menos 59 especies, que se distribuyen principalmente en las regiones tropicales alrededor del mundo (Hernández-Urban et al., 2019). Además de la semilla comestible, algunas de las especies de esta familia producen materias primas para la industria textil, leña y madera.

El árbol cachichín prospera bien en suelos húmedos en laderas de pendientes pronunciadas y cercanas a cascadas de corrientes hídricas. En sistemas agroforestales de café se le usa como sombra (Lascurain et al., 2007). Cuando madura, esta especie se constituye en un árbol que puede alcanzar hasta 25 m de altura

of approximately 1 ha. These systems are comparable to mountain mesophilic forests, due to their structural and physiognomic characteristics they showed. According to the shape their canopy takes, these trees are used in agroforestry systems (Figure 1) (Covarrubias et al., 2018). The cachichín wood is considered superior to that from the pine; trunks are commonly used as posts in fences and houses, and as beams in family homes within rural communities in the sierra de Misantla. Fallen, diseased or old trees are used to produce fuelwood. From young and green branches, basket-shaped utensils are made for catching freshwater prawns (mainly *Macrobrachium carcinus*) in the Misantla river basin (Lascurain, López-Binnqüist, & Emery, 2016).

The cachichín is a monophyly species, but morphologically it is highly similar to the *Oecopetalum greenmanii* Standl. & Steyer. species, and the specific differences are related to the reproductive organs. In the *Oecopetalum greenmanii* species, the flower, stamen and anther size are greater than those of the first one; also, the flower is light red, while in the cachichín, this organ is white. For both species, inflorescences are defined, with long petals and stamens and short

(Lascurain-Rangel et al., 2013; Gutiérrez-Báez & Duno de Stéfano, 2014).

Los huertos con plantaciones comerciales de cachichín se denominan cachichinales, los cuales están representados por superficies de aproximadamente 1 ha. Estos sistemas son comparables a los bosques mesófilos de montaña, debido a las características estructurales y fisonómicas que presentan. De acuerdo con la forma que toma su dosel, estos árboles son aprovechados en sistemas agroforestales (Figura 1) (Covarrubias et al., 2018). La madera de cachichín es considerada superior a la del pino; los troncos se usan comúnmente como postes en cercos y en casas, y como vigas en casas-habitación de comunidades rurales en la sierra de Misantla. Árboles caídos, enfermos y viejos se aprovechan para producir leña. De las ramas jóvenes y verdes se fabrican utensilios en forma de canastos para atrapar langostinos de agua dulce (principalmente *Macrobrachium carcinus*) en la cuenca del río Misantla (Lascurain, López-Binnqüist, & Emery, 2016).

El cachichín es una especie monofilética, aunque morfológicamente el parecido con la especie *Oe-*



Figure 1. Specimen of the cachichín tree (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.) from the Metteniusaceae family, in an agroforestry system with banana (*Musa x paradisiaca*) and coffee (*Coffea arabica*) in the sierra de Misantla, Veracruz, Mexico.

Figura 1. Ejemplar del árbol de cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.) de la familia Metteniusaceae, en un sistema agroforestal con plátano (*Musa x paradisiaca*) y café (*Coffea arabica*) en la sierra de Misantla, Veracruz, México.

lingering style on fruit. Both species are considered as excellent candidates for silviculture programs (Hernández-Urban et al., 2019).

Fruit and seed of cachichín

The fruit of the cachichín tree has an edible seed with a bitter taste. Once it is ripe, fruit falls to the ground, and is collected in the cachichinales and agroforestry systems (Lascurain, López, & Zamora, 2009). The fruit has a globular shape, with a green coverage when it is unripe, which became hard and dark brown when ripe (Figure 2). Inside the fruit, there is an egg-shaped internally cartilaginous brown seed, with a rough texture. This seed has an approximate size of 1.66 cm de long, 1.23 cm wide and 1.18 cm thick; its coat is dark yellow, thin, with a papyrus-texture, smooth and difficult to peel. Inside the seed there is a complete, fleshy, cream-colored endosperm and a green-yellow embryo, two elliptical, oval, curved, flat and foliaceous cotyledons, free and irregular (Castillo-Campos, 1991; Hernandez et al., 2013).

In order to favor germination, seeds are soak in water at room temperature for 12 to 24 h periods before seeding. Around 30 and 35 days after seeding, this seed can reach until 8 % of germination (Howard, 1942; Gutiérrez Báez, 1994). This species is well adapted to environmental conditions of the sierra de Misantla, even during unfavorable agroclimatic seasons.

The harvesting of cachichín seeds is carried out by

copetalum greenmanii Standl. & Steyer. es alto, y las diferencias específicas se encuentran a nivel de órganos reproductivos. En la especie *Oecopetalum greenmanii* el tamaño de flor, estambres y anteras son mayores que en la primera; además la flor es de color rojizo claro, mientras que en cachichín este órgano es blanco. En ambas especies las inflorescencias son definidas, con estambres, pétalos largos y un estilo corto persistente en la fruta. Estas dos especies son consideradas excelentes candidatas para programas silvícolas (Hernández-Urban et al., 2019).

Fruto y semilla de cachichín

El fruto del árbol de cachichín contiene una semilla comestible de sabor amargo. Una vez maduro, el fruto cae al suelo, donde es recolectado en los cachichinales y en sistemas agroforestales (Lascurain, López, & Zamora, 2009). El fruto es de forma globosa, rodeada de una cubierta verde cuando se encuentra inmadura, que se convierte en dura y marrón oscuro al madurar (Figura 2). En el interior del fruto se encuentra una semilla de forma ovoide, internamente cartilaginoso, con textura rugosa y de color café. Esta semilla posee dimensiones promedio de 1.66 cm de largo, 1.23 cm de ancho y 1.18 cm de grosor; su testa es de color amarillo oscuro, delgada, papirácea, lisa y con dificultad para desprender. Dentro de la semilla se observa un endospermo carnoso, entero, color crema y embrión de color verdoso-amarillo, un par de cotiledones ovados, elípticos, curvos, planos y foliáceos, libres y desiguales (Castillo-Campos, 1991; Hernandez et al., 2013).

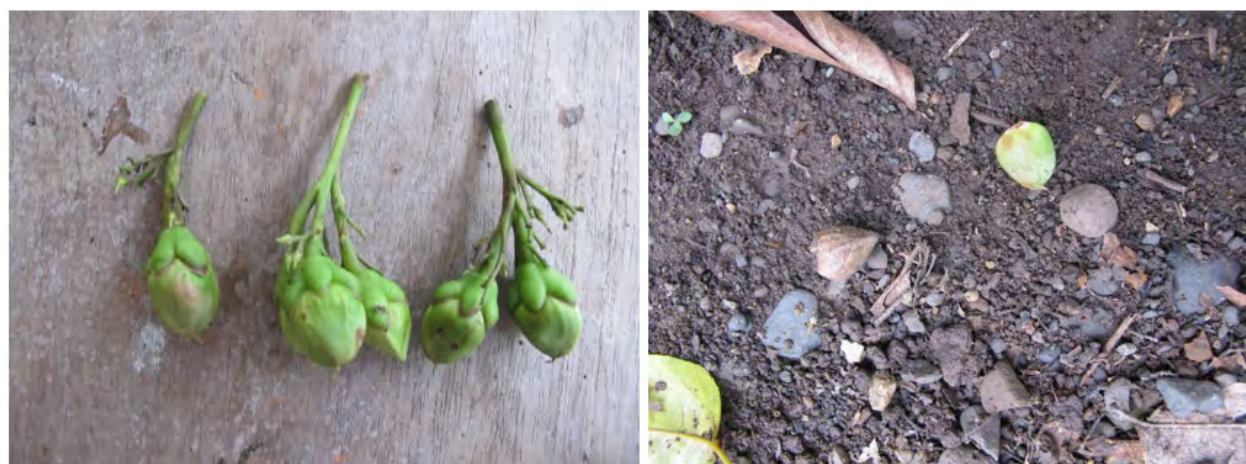


Figure 2. Unripe (left) and ripe (right) fruits of cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps.) produced in a cachichinal in the sierra de Misantla, Veracruz, Mexico.

Figura 2. Frutos inmaduros (izquierda) y maduros (derecha) de cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps.) producidos en un cachichinal en la sierra de Misantla, Veracruz, México.

inhabitants and farmers from several localities settled within the misanteca region, in the months of April and May. The fruit is dried on rudimentary flat surfaces that use the sunlight and temperature of the sun during the day. For this, collected fruits are spread over the entire sun drying surface for about 20 days by avoiding contact with moisture. After the sun drying, the cachichín is put through a toasting process. Marketing is developed in local markets from several municipalities of the sierra de Misantla, and its sale reaches Xalapa, Veracruz (Lascurain, 2012).

Economy of the cachichín

One part of the cachichín production is intended for self-consumption of producer families; and the other part for small-scale sales, this activity is developed by merchants called cachichineros.

The value chain of the cachichín comprises two stages. The first one involves local collectors and intermediaries who process the raw and fresh, boiled or toasted fruit. During the second stage, there are intermediaries external to the region who are originally from neighboring municipalities and sell the product in markets from other countries of the state of Veracruz, from other states, or even send the product abroad, although on a very small-scale (Lascurain et al., 2009).

In some communities from the sierra de Misantla, the sale revenues of cachichín can exceed those coming from the coffee sale. When it is green, the price of each kilogram of cachichín can reach 10.00 Mexican pesos (USD 0.50), and 100 Mexican pesos USD 5.00 when it is toasted. It is important to highlight that during months of cachichín harvest and production, coffee (*Coffea arabica* L.) is not grown in the region (Lascurain et al., 2012).

Consumption of cachichín seed

The representative bitter taste of the cachichín seed is pleasant on the palate of the consumer, who normally prefers it toasted. Also, the cachichín can be offered as a snack like salty seeds, or as an ingredient for sauces to eat with corn tortillas (Lascurain, López-Binnqüist & Emery, 2016).

The toasting process of cachichín is developed with a stainless-steel rotary cylinder with a docked handle and heated over direct fire (Lascurain, 2012), although producers and merchants have a poor technical control on roasting temperature and final moisture content of the seed.

It is important to highlight that the cachichín seed is a

Para favorecer la germinación, las semillas son remojadas en agua a temperatura ambiente por periodos de 12 a 24 h antes de la siembra. Entre 30 y 35 días posterior a su siembra, la semilla puede alcanzar hasta 8 % de germinación (Howard, 1942; Gutiérrez Báez, 1994). La especie se encuentra bien adaptada a las condiciones ambientales de la sierra de Misantla, aun en temporadas agroclimáticas desfavorables.

La recolección de semilla de cachichín es llevada a cabo comúnmente por pobladores y campesinos de numerosas localidades asentadas en la región misanteca, en los meses de abril y mayo. El fruto es secado en superficies planas rudimentarias que aprovechan la luz y temperatura que emite el Sol durante el día. Para ello, los frutos recolectados se extienden a lo largo y ancho de la superficie de secado al Sol, por aproximadamente 20 días, evitando el contacto con la humedad. Después del secado al Sol, el cachichín es sometido a un proceso de tostado. La comercialización es realizada en mercados locales de diversos municipios de la sierra de Misantla, y su venta llega hasta Xalapa, Veracruz (Lascurain, 2012).

Economía del cachichín

Una parte de la producción del cachichín se destina al autoconsumo de las familias productoras; y otra parte a la venta a pequeña escala, actividad que es facilitada por comerciantes llamados cachichineros.

La cadena de valor de cachichín comprende dos etapas. La primera involucra a los recolectores locales e intermediarios que procesan el fruto en fresco de manera cruda, hervida o tostada. En la segunda etapa se presentan intermediarios externos a la región que son originarios de municipios aledaños y comercializan el producto en mercados de otras ciudades del estado de Veracruz, de otros estados, e incluso envían el producto al extranjero, aunque a muy pequeña escala (Lascurain et al., 2009).

En algunas comunidades de la sierra de Misantla, los ingresos económicos por concepto de venta de cachichín pueden superar a los que se perciben por venta de café. En verde, el costo de cada kilogramo de cachichín puede llegar a los 10.00 pesos mexicanos 50 centavos de dólar estadounidense, y a 100 pesos mexicanos 5 dólares estadounidenses cuando es tostado. Cabe resaltar que durante los meses de cosecha y producción de cachichín, no es cosecha de café (*Coffera arabica* L.) en la zona (Lascurain et al., 2012).

Consumo de la semilla de cachichín

El sabor amargo representativo en la semilla de cachichín, es agradable al paladar del consumidor que

source of important nutrients needed for maintaining good health. For example, in the toasted seed, the protein content can reach 11.5 %, boiled 5.0 %, and around 6.0 % in raw seeds, while sugars are scarce, and only can reach the 0.04 % in toasted seeds (Carballo, 1996).

Physical and chemical properties, and nutraceutical importance of the cachichín seed

Seeds are very complex matrices in which there is a great variability of bioactive compounds, physical states, organic and inorganic contents, functionality and sensory characteristics. Specifically, this seed can contain important compounds for human health (Hernández-Mora et al., 2017). However, more precise and deeper analysis profiles still need to be developed to determine the proteome and metabolome of this seed in order to analyze its nutraceutical functionality. In the Table 1, some physical and chemical characteristics of the cachichín seed are shown, these have been best studied to the date.

The color of the cachichín seed varies according to the storage days, and due to the senescence process itself, together with the decrease in water activity (A_w) (Oro et al., 2008). This parameter is also affected by the bacterial growth or growth of opportunistic microorganisms responsible for triggering catalytic biochemical reactions (Giambastiani & Casanoves, 1998).

The toasting process can drastically affect the seed color. According to the toasting, the brightness range (L^*) varies from 64.43 in its raw state (light) to 37.36 with long-term toasting (dark). By toasting, the shades of red and green (a^*) are stable, while shades of blue and yellow (b^*) decrease from 17.83 to 7.04 and they turn brown (Hernández-Mora et al., 2017), as a consequence of the Maillard reaction (Badui-Dergal, 2006).

The cachichín seed has saponins, sterols and coumarins (Hernandez et al., 2013). Saponins can prevent cardiovascular disorders, cancer and lower blood cholesterol (Barrón-Yáñez, Villanueva-Verduzco, García-Mateos, & Colinas-León, 2009).

Generally, the cachichín seed can contain 5.07–12.59 % of crude protein, and 11.50 % when it is toasted, up to 52.93 % of carbohydrates (from which the 0.66 % are reducing sugars), from 32.51 to 115.68 % of lipids according to the type of extraction (Table 3), 4.15–7.70 % of fiber, and 1.29–2.30 % of ashes (Table 1). The water activity (A_w) has a value of 0.73 and the pH varies around 5 (Chávez-Quinones, 2010; Hernandez et al., 2013).

normalmente lo prefiere tostado. Además, el cachichín puede ofrecerse en forma de botana como semillas saladas, o como ingrediente de salsas para consumir con tortilla de maíz (Lascurain et al., 2016).

El proceso de tostado del cachichín es realizado por un cilindro rotatorio de acero inoxidable con manivela acoplada y calentado a fuego directo (Lascurain, 2012), aunque los productores y comerciantes tienen poco control técnico sobre temperatura de tostado y humedad final de la semilla.

Es importante destacar que la semilla de cachichín es fuente de importantes nutrientes necesarios para mantener una buena salud. Por ejemplo, en la semilla tostada, el contenido de proteínas puede alcanzar 11.5 %, hervida 5.0 %, y cerca del 6.0 % en semilla cruda, mientras que los azúcares son muy escasos, y pueden alcanzar tan solo 0.04 % en semilla tostada (Carballo, 1996).

Propiedades físicas y químicas de la semilla de cachichín, e importancia nutracéutica

Las semillas son matrices muy complejas en las que se encuentra una gran variabilidad de compuestos bioactivos, estados físicos, contenidos orgánicos e inorgánicos, funcionalidad y características sensoriales. En específico, esta semilla puede contener compuestos de importancia en la salud humana (Hernández-Mora, Castillo-Morales, García-Monatalvo, & Flores-Andrade, 2017). Sin embargo, aún falta hacer perfiles de análisis más precisos y a mayor profundidad para determinar el proteoma y el metaboloma de esta semilla y analizar su funcionalidad nutracéutica. En el Cuadro 1, se presentan algunas de las características físicas y químicas de la semilla de cachichín, que han sido mejor estudiadas a la fecha.

El color de la semilla de cachichín varía de acuerdo con los días de almacenamiento, a consecuencia del propio proceso de senescencia acompañado por la disminución de la actividad de agua (A_w) (Oro et al., 2008). Este parámetro también es afectado por el crecimiento bacteriano o de microorganismos oportunistas responsables de desencadenar reacciones bioquímicas catalíticas (Giambastiani & Casanoves, 1998).

El proceso de tostado puede afectar el color de la semilla de manera más drástica. De acuerdo con el tostado, los rangos de luminosidad (L^*) varía de 64.43 en estado crudo (claro) a 37.36 con tostado prolongado (oscuro). Con el tostado las tonalidades rojo-verde (a^*) son estables, mientras que los tonos azul-amarillo (b^*) disminuyen de 17.83 a 7.04 y se tornan color

Table 1. Composition and chemical properties of the cachichín seed (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps.).
Cuadro 1. Composición y propiedades químicas de la semilla de cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps.).

	Carballo, 1996	Centurión et al., 2000	Ballinas et al., 2009	Chávez-Quíñones, 2010	Chagala-Magdaleno, 2012	Hernández et al., 2013	Ovando-Chacón et al., 2018
Proteins (%) / Proteínas (%)	5.17 (SC) 4.90 (SH) 11.50 (ST)	8.00	13.24	13.24	3.65	19.37	12.59
Carbohydrates (%) / Carbohidratos (%)	0.03 (SC) 0.02 (SH) 0.04 (ST)	*	*	52.93	*	*	41.61
Reducing sugars (%) / Azúcares reductores (%)	*	*	*	*	*	0.66	*
Fat (%) / Grasa (%)	*	30.70	35.00	*	33.89	60.02	39.25
Fiber (%) / Fibra (%)	*	*	4.15	4.15	*	7.70	4.25
Moisture (%) / Humedad (%)	*	*	*	52.60	10.62	11.20	64.79
Ashes (%) / Cenizas (%)	*	*	*	3.15	1.29	1.68	2.30
Dry matter (%) / Materia seca (%)	*	*	*	47.40	89.38	*	*
Ether extract (%) / Extracto etéreo (%)	*	*	*	35.00	172.39	*	*
Acid number (%) / Índice de acidez (%)	*	*	*	*	*	0.86	*
Water activity (Aw) / Actividad de agua (Aw)	*	*	*	*	*	0.73	*
pH	*	*	*	5	*	*	*

*: Non reported data. SC: Raw seed. SH: Boiled seed. ST: Toasted seed.
*: Dato no reportado. SC: Semilla cruda. SH: Semilla hervida. ST: Semilla tostada.

Table 2. Physical and chemical properties of the cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps.) oil obtained from the raw and toasted seed.**Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas del aceite de cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps.) a partir de semilla cruda y tostada.**

	Chagala-Magdaleno, 2012	Hernández et al., 2013	Hernández-Mora et al., 2017 ^a
Density (g·mL ⁻¹) / Densidad (g·mL ⁻¹)	*	0.85	0.92 EM 0.92 ES
Moisture (%) / Humedad (%)	*	2.14	0.12 EM 0.19 ES
Water activity (Aw) / Actividad de agua (Aw)	*	0.48	*
Iodine value (g I ₂ ·100g ⁻¹) / Índice de yodo (g I ₂ ·100g ⁻¹)	60.23	48.56	131.65 EM 122.90 ES
Free fatty acids (%) / Ácidos grasos libres (%)	*	0.30	*
Refractive index (40 °C) / Índice de refracción (40 °C)	1.00	1.46	1.47 EM 1.46 ES
Peroxide value (meq O ₂ ·kg ⁻¹ of oil) / Índice de peróxidos (meq O ₂ ·kg ⁻¹ de aceite)	19.59	15.80	*
Saponification number (mg KOH·g ⁻¹) / Índice de saponificación (mg KOH·g ⁻¹)	175.52	170.50	109.85 EM 118.30 ES
Unsaponifiable matter (%) / Materia insaponificable (%)	*	5.35	*
Acid number (%) / Índice de acidez (%)	1.50	0.86	0.68 EM 0.62 ES
Triglyceride content (mg·g ⁻¹ of oil) / Contenido de triglicéridos (mg·g ⁻¹ de aceite)	*	27.58	*

*: Non reported data. ^a: Oil extracted from the toasted cachichín seed. EM: Mechanical oil extraction. ES: Chemical extraction with solvent hexane.

*: Dato no reportado. ^a: Aceite extraído de semilla de cachichín tostada. EM: Extracción mecánica de aceite. ES: Extracción química con solvente hexano.

The characteristics of the cachichín seed oil (Table 2) comprise an Aw of 0.48 % of free fatty acids, 15.80–19.59 % of peroxides, 5.35 % of unsaponifiable matter and a triglyceride content of 27.58 mg·g⁻¹ of oil (Chagala-Magdaleno, 2012; Hernandez et al., 2013). The oil extracted from the raw cachichín seed, shows a density of 0.85 g·mL⁻¹, moisture 2.14 %, iodine value 48.56 - 60.23 g I₂·100g⁻¹, refractive index 1.00–1.46, saponification number 170.50–175.52 mg KOH·g⁻¹ and acid number 0.86–1.50 %. In contrast, the oil extracted from the toasted seed values are: density 0.92 g·mL⁻¹, moisture 0.12–0.19 %, iodine value 122.90–131.65 g I₂·100 g⁻¹, refractive index 1.47–1.46, saponification number 109.85–118.30 mg KOH·g⁻¹, acid number 0.62–0.68 % (Hernández-Mora et al., 2017). In this way, it is observed that a heat treatment applied to the

café (Hernández-Mora et al., 2017), a consecuencia de la reacción de Maillard (Badui-Dergal, 2006).

La semilla de cachichín contiene saponinas, esteroides y cumarinas (Hernandez et al., 2013). Las saponinas pueden prevenir desórdenes cardiovasculares, cáncer y disminuir el colesterol en la sangre (Barrón-Yáñez, Villanueva-Verduzco, García-Mateos, & Colinas-León, 2009).

En términos generales, la semilla de cachichín puede contener 5.07–12.59 % de proteína cruda, y 11.50 % cuando es tostado, hasta 52.93 % de carbohidratos (de los cuales el 0.66 % son azúcares reductores), de 32.51 a 115.68 % de lípidos de acuerdo con el tipo de extracción (Cuadro 3), 4.15–7.70 % de fibra, y 1.29–2.30 % de cenizas (Cuadro 1). La actividad de agua (Aw)

seed, changes the characteristic of the oil and gives a better lipid quality. In its lipid profile, seed contains a specific composition of unsaturated fatty acids, as 9-octadecenoic acid (oleic acid), isomers 9-octadecenoic acid, 9,12-octadecadienoic acid (linoleic acid), and 9,12,15-octadecatrienoic acid (α -linolenic acid) (Hernandez et al., 2013).

Given the high lipid content of the cachichín seed, it is possible to extract a good quality oil. The yield basically depends on the processing and extraction method, as it can be seen in the Table 3. From the raw seed, the yield of the oil can vary from 34.25 to 60.02 % in extraction by chemical method, from 35.90 to 71.10 % through enzymatic methods and from 105.31 to 115.68 % by ultrasound method. However, when developing a toasted method for the seed, the yield of the oil decreases to 32.51 % through chemical extraction and to 41.3 % through a mechanical extraction (Chagala-Magdaleno, 2012; Hernandez et al., 2013; Hernández-Mora et al., 2017; Ovando-Chacón, Ovando-Chacón, Borraz-Castañeda, & Meza Gordillo, 2018).

In raw sate, the cachichín seed shows a Dynamic viscosity of 25 centipoise ($0.25 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) (Hernandez et al., 2013). In seeds from other plant species, viscosity varies from 3.78 to $938.2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ (Eromosele & Paschal, 2003; Lafont, Páez, & Portacio, 2011). Due to the low viscosity, the cachichín oil could be considered as a raw material to manufacture automotive lubricants.

The biodiversity of Mexico allows to have plant species with nutraceutical ingredients. Several parts of this plants are used by food, pharmaceutical and

tiene un valor de 0.73 y el pH oscila alrededor de 5 (Chávez-Quíñones, 2010; Hernandez et al., 2013).

Las características del aceite de semilla de cachichín (Cuadro 2) comprende una Aw de 0.48 % de ácidos grasos libres, 15.80–19.59 % de peróxidos, 5.35 % de materia insaponificable y un contenido de triglicéridos de $27.58 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ de aceite (Chagala-Magdaleno, 2012; Hernandez et al., 2013). El aceite extraído de semilla cruda de cachichín, presenta densidad de $0.85 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$, humedad 2.14 %, índice de yodo 48.56 - $60.23 \text{ g I}_2\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ índice de refracción 1.00–1.46, índice de saponificación 170.50–175.52 $\text{mg KOH}\cdot\text{g}^{-1}$ e índice de acidez 0.86–1.50 %. En cambio, en aceite extraído de semilla tostada, los valores son: densidad $0.92 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$, humedad 0.12–0.19 %, índice de yodo 122.90–131.65 $\text{g I}_2\cdot 100 \text{ g}^{-1}$, índice de refracción 1.47–1.46, índice de saponificación 109.85–118.30 $\text{mg KOH}\cdot\text{g}^{-1}$, índice de acidez 0.62–0.68 % (Hernández-Mora et al., 2017). De esta manera, se observa que un tratamiento térmico aplicado en la semilla cambia las características del aceite dando una mejor calidad lipídica.

Dentro de su perfil lipídico, la semilla contiene una composición específica de ácidos grasos insaturados, como ácido 9-octadecenoico (ácido oleico), isómeros del ácido 9-octadecenoico, ácido 9,12-octadecadienoico (ácido linoleico), y ácido 9,12,15-octadecatrienoico (ácido α -linolénico) (Hernandez et al., 2013).

Dado el alto contenido lipídico de la semilla de cachichín, es posible extraer buena cantidad de aceite. El rendimiento depende básicamente del procesamiento y del método de extracción, como se puede

Table 3. Yield of the oil in cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps.) seed according to the extraction methods.

Cuadro 3. Rendimiento de aceite en semilla de cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps.) según métodos de extracción.

Treatment / Tratamiento	Extraction / Extracción	Yield (%) / Rendimiento (%)	Source / Fuente
Raw / Crudo	Ultrasound / Ultrasonido	115.68	Chagala-Magdaleno, 2012
	Ultrasound with hexane / Ultrasonido con hexano	105.31	
Raw / Crudo	Chemical (Soxhlet) / Química (Soxhlet)	60.02	Hernandez et al., 2013
Toasted / Tostado	Mechanical / Mecánica	41.31	Hernández-Mora et al., 2017
	Chemical (Soxhlet) / Química (Soxhlet)	32.51	Hernández-Mora et al., 2017
Raw / Crudo	Chemical (Soxhlet) / Química (Soxhlet)	34.25	Ovando-Chacón et al., 2018
	Enzymatic / Enzimática	35.9 – 71.1	Ovando-Chacón et al., 2018

bioenergetic industries, and more and more progress are made for their knowledge.

Nutraceutical foods have a dual function because they are a source of food and at the same time, they are a source of active ingredients that improve human health (Cruzado & Cedrón, 2012).

Conclusions

The cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.) is a species from the sierra de Misantla, Veracruz, Mexico. This species is an important source of raw materials such as wood and fiber, which are used for the construction of family homes in rural communities of the area, as firewood for traditional cuisine, and elaboration of baskets for fishing common freshwater prawns in the Misantla river basin. However, the seed of the fruit is the most used and consumed products from this species. The harvested seed has an important content of proteins, carbohydrates and fiber, in addition, it is a source of secondary metabolites and unsaturated fatty acids with beneficial ingredients for human health. Since it is possible that the seed has hypoglycemia active ingredients, the biochemical and mineral composition of the seed is being analyzed in more detail in this research group.

As a complement to the studies carried out so far, it will be necessary to develop a more detailed characterization of the fatty acids profile that constitute the oil of this seed, as well as the secondary metabolites and mineral profile. With the metabolites and isolated fatty acids, it will be necessary to test its biological effectiveness with model organisms and cells that help to know in greater detail its effectiveness for the benefit of nutrition and human health.

End of English version

References / Referencias

- Badui-Dergal, S. (Ed.). (2006). *Química de los alimentos*. Estado de México, México: Editorial Pearson Educación.
- Ballinas, E. J., Selvas, M. A., García, A., & Caballero, A. (2009). Valor nutricional del aceite de cacatí *Oecopetalum mexicanum*. *Revista Chilena de Nutrición*, 36(1), 305–309.
- Barrón-Yáñez, M. R., Villanueva-Verduzco, C., García-Mateos, M. R., & Colinas-León, M. T. (2009). Valor nutricional y contenido de saponinas en germinados de huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.), calabacita (*Cucurbita pepo* L.), canola (*Brassica napus* L.) y amaranto (*Amaranthus leucocarpus* S. Watson syn. *hypochondriacus* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(3), 237–243.

apreciar en el Cuadro 3. A partir de la semilla cruda el rendimiento de aceite puede variar de 34.25 a 60.02 % en extracciones por método químico, de 35.90 a 71.10 % a través de métodos enzimáticos y de 105.31 a 115.68 % por método de ultrasonido. Sin embargo, al realizar un proceso de tostado en la semilla, el rendimiento de aceite se reduce a 32.51 % por medio de extracción química y a 41.3 % mediante una extracción mecánica (Chagala-Magdaleno, 2012; Hernandez et al., 2013; Hernández-Mora et al., 2017; Ovando-Chacón, Ovando-Chacón, Borraz-Castañeda, & Meza Gordillo, 2018).

En estado crudo, la semilla de cachichín presenta una viscosidad dinámica de 25 centipoise ($0.25 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) (Hernandez et al., 2013). En semillas de otras especies de plantas la viscosidad varía en el rango de 3.78 a $938.2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ (Eromosele & Paschal, 2003; Lafont, Páez, & Portacio, 2011). Dada la baja viscosidad del aceite de cachichín, se podría considerar como materia prima para la fabricación de lubricantes automotrices.

La biodiversidad con la que cuenta México, permite disponer de especies de plantas con principios nutraceuticos. Diversas partes de estas especies están siendo utilizadas en las industrias de los alimentos, fármacos y de los bioenergéticos, y cada vez se avanza más en su conocimiento.

Los alimentos nutraceuticos cumplen una doble función, al ser fuente de alimento y a la vez de principios activos que mejoran la salud humana (Cruzado & Cedrón, 2012).

Conclusiones

El cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thoms.) es una especie oriunda de la sierra de Misantla, Veracruz, México. Esta especie es fuente importante de materias primas como madera y fibra, útiles en la construcción de casas-habitación en las comunidades rurales de la zona, como leña combustible en la cocina tradicional, y elaboración de canastos para la pesca de langostinos de agua dulce comunes en la cuenca del río Misantla. Sin embargo, la semilla del fruto es el producto de mayor utilidad y consumo de esta especie. La semilla que se obtiene contiene un importante aporte de proteínas, carbohidratos y fibra, además de ser fuente de metabolitos secundarios y ácidos grasos insaturados con principios benéficos en la salud humana. Dado que es posible que la semilla pueda contener principios activos hipoglucemiantes, en este grupo de trabajo se está analizando más a detalle la composición bioquímica y mineral de la semilla.

- Carballo, L. (1996). *Análisis físicoquímico de alimentos e identificación de tóxicos de Oecopetalum mexicanum ("cachichín") y Dioon spinulosum ("chicalito")* (Tesis de Licenciatura). Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Castillo-Campos, G. (1991). Vegetación y flora del municipio de Xalapa. In Publicación 30 (1st ed., Vol. 30). Instituto de Ecología, A.C. & H. Ayuntamiento de Xalapa.
- Chávez-Quinones, E. (2010). Plantas comestibles no convencionales en Chiapas. In Publicación (1st ed.). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-Facultad de Ingeniería. pp. 8–9.
- Chagala-Magdaleno, A. (2012). *Obtención de aceite de cachichín (Oecopetalum mexicanum) aplicando tecnología emergente* (Tesis de Licenciatura). Universidad Veracruzana, Orizaba, Veracruz, México.
- Centurión, H. D., Espinoza, M. J., & Cázares, C. J. G. (2000). Catálogo de plantas de uso alimentario tradicional en la región sierra de estado de Tabasco. In Publicación Fundación Produce Tabasco - ISPROTAB, México. pp. 1–26.
- Covarrubias, M., López-Acosta, J. C., Lascurain-angel, M., Rebolledo, V., Pedraza, R. A., & Avendaño-Reyes, S. (2018). Oligarchic forests of *Oecopetalum mexicanum* enriched with native species of sierra de Misantla, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 24(3), e2431596. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431596>
- Cruzado, M., & Cedrón, J. C. (2012). Nutracéuticos, alimentos funcionales y su producción. *Revista de Química PUCP*, 26(1-2), 33–36.
- Eromosele, C. O., & Paschal, N. H. (2003). Characterization and viscosity parameters of seed oils from wild plants. *Bioresource Technology*, 86(2), 203–205. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(02\)00147-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00147-5)
- Giambastiani, G., & Casanoves, F. (1998). Calidad fisiológica de semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) con distintos grados de madurez. *Agriscientia*, 15(4), 41–46.
- Greenman, J. M., & Thompson, C. H. (1914). Diagnoses of flowering plants, chiefly from the southwestern United States and Mexico. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1(4), 405–418. <https://doi.org/10.2307/2990140>
- Gutiérrez-Báez, C., & Duno de Stéfano, R. (2014). La familia Icacinaceae en México. *Foresta Veracruzana*, 16(2), 11–22.
- Gutiérrez Báez, C. (1994). Icacinaceae. *Flora de Veracruz*, 80, 1–16.
- Hernández-Mora, A. E., Castillo-Morales, M., García-Montalvo, E. A., & Flores-Andrade, E. (2017). Prueba de toxicidad aguda oral del aceite de la semilla *Oecopetalum mexicanum* en ratones BALB/c. *Journal CIM* 5(2), 1043–1050.
- Hernández-Urban, H. A., Angulo, D. F., Lascurain-Rangel, M., Avendaño-Reyes, S., Can, L. L.,..., de Stefano, R. D. (2019). Systematics and phylogeny of *Oecopetalum* (Metteniusaceae), a genus of trees endemic to North and Central America. *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 888–900. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i4.33367>
- Hernandez, B., Luna, G., García, O., Mendoza, M. R., Azuara, E.,..., Jimenez, M. (2013). Extraction and characterization of *Oecopetalum mexicanum* seed oil. *Industrial Crops and Products*, 43(1), 355–359. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.07.022>
- Howard, R. A. (1942). Studies of the Icacinaceae IV. Considerations of the new world genera. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University*, 142, 3–60.
- Kårehed, J. (2001). Multiple origin of the tropical forest tree family Icacinaceae. *American Journal of Botany*, 88(12), 2259–2274. <https://doi.org/10.2307/3558388>
- Lafont, J. J., Páez, N. S., & Portacio, A. A. (2011). Extracción y caracterización físicoquímica del aceite de la semilla (Almendra) del marañón (*Anacardium occidentale* L.). *Información Tecnológica*, 22(1), 51–58. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642011000100007>
- Lascurain-Rangel, M. (2012). *Estudio integral de la fruta silvestre comestible Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps., de la Sierra de Misantla, Veracruz (Tesis de Maestría). Universidad Internacional de Andalucía, Sevilla, España.
- Lascurain-Rangel, M., Avendaño-Reyes, S., López-Binnqüist, C., López-Acosta, J. C., Covarrubias-Báez, M., & Duno de Stéfano, R. (2013). Uso y flora leñosa asociada a *Oecopetalum mexicanum* (Icacinaceae): Una especie comestible nativa de la Sierra de Misantla, Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 9(4), 477–484.
- Lascurain, M., López, C., & Zamora, P. (2009). Production chain of *Oecopetalum mexicanum* ('cachichín'): a tropical fruit tree from Mexico. *Acta Horticulturae*, 806, 519–524. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2009.806.65>
- Lascurain, M., Angeles-Álvarez, G., Ortega-Escalona, F., Ordóñez-Candelaria, V. R., Ambrosio, M., & Avendaño, S. (2007). Características anatómicas y propiedades mecánicas de la madera de *Oecopetalum mexicanum* Greenm. & C.H. Thomps. (Icacinaceae) de la sierra de Misantla, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 13(2), 83–95. <https://doi.org/10.21829/myb.2007.1321230>
- Lascurain, M., Avendaño, S., López, C., López, J. C., & Covarrubias, M. (2012). Ecological, productive and cultural values of cachichín (*Oecopetalum mexicanum*): an edible wild fruit from Veracruz, Mexico. *BGjournal*, 9(2), 13–16. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(96\)01124-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(96)01124-3)

Fin de la versión en español

- Lascurain, M., López-Binnqüist, C., & Emery, M. R. (2016). Culture and environment in the Sierra de Misantla, Veracruz, Mexico: The case of *Oecopetalum mexicanum*. *Madera y Bosques*, 22(3), 11–21. <https://doi.org/10.21829/myb.2016.223489>
- Oro, T., Ogliari, P.J., Amboni, R.D.M.C., Barrera-Arellano, D., & Block, J.M. (2008). Evaluación de la calidad durante el almacenamiento de nueces Pecán [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch] acondicionadas en diferentes envases. *Grasas y Aceites*, 59(2), 132–138. <https://doi.org/10.3989/gya.2008.v59.i2.501>
- Ovando-Chacón, S. L., Ovando-Chacón, G. E., Borraz-Castañeda, D. A., & Meza-Gordillo, R. (2018). Optimización de la extracción acuosa enzimática del aceite de *Oecopetalum mexicanum*. *Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 7(18), 71–91. <https://doi.org/10.31644/imasd.7.2018.a04>
- Stull, G. W., Duno de Stéfano, R., Soltis, D. E., & Soltis, P. S. (2015). Resolving basal lamiid phylogeny and the circumscription of Icacinaceae with a plastome-scale data set. *American Journal of Botany*, 102(11), 1794–1813. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500298>