

Goma de mezquite y huizache como alternativa de aprovechamiento en sistemas agroforestales*

Mesquite and huizache gum as an alternative to use in agroforestry systems

Nidia Sarahí Reséndiz Flores¹, Rosa María García Núñez², Miguel Ángel Hernández Martínez², Miguel Uribe Gómez^{2§} y Juan Antonio Leos Rodríguez²

¹Posgrado en Ciencias Agroforestería para el Desarrollo Sostenible- Universidad Autónoma Chapingo. Carretera. México- Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco 56230, Estado de México. Tel: 595 952 540. (nisaref@gmail.com). ²Universidad Autónoma Chapingo. Carretera. México- Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco. C. P. 56230, Estado de México. Tel: 595 952 1540. (nunezmaria4845@yahoo.com.mx, jleos45@gmail.com). [§]Autor para correspondencia: migueluribe123@gmail.com.

Resumen

La goma de mezquite y huizache es una arabinogalactana proteica que comparte propiedades funcionales, con la goma arábica. El objetivo de esta investigación fue evaluar la obtención de goma de mezquite (*Prosopis laevigata* Humb.) y huizache (*Acacia farnesiana*) con y sin aplicación de etileno, bajo condiciones de temporal, para potenciar su uso múltiple en sistemas agroforestales de zonas áridas y semiáridas de México. Se utilizó un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y tres unidades de muestreo, con cinco tratamientos. En mezquite, al realizar incisión en tronco principal y aplicar la dosis de etileno, se obtuvieron 209.2 g, mientras que en rama secundaria, con el mismo procedimiento se logró un rendimiento de 207.6 g. En huizache, en tronco principal, se obtuvieron 1 076.7 g y en rama secundaria 1 049.5 g. No hubo variabilidad entre los bloques, pero sí entre los tratamientos. Como resultado del análisis químico proximal se encontró, en mezquite: humedad 10.25%, cenizas 2.63%, nitrógeno total 0.61%, extracto etéreo 2.29%, fibra 75%, carbohidratos 5.96% y taninos 0.27%. En huizache: humedad 12.65%, cenizas 3.69%, nitrógeno total 1.32%, extracto etéreo 2.95%, fibra 70.22%, carbohidratos 2.20% y taninos 0.15%. La goma de estas dos especies es un buen sustituto de la goma arábica

Abstract

Mesquite gum and huizache is an arabinogalactan protein that shares functional properties with gum arabic. The objective of this research was to evaluate the production of rubber mesquite (*Prosopis laevigata* Humb.) and huizache (*Acacia farnesiana*) with and without ethylene, under rainfed conditions, to enhance their multiple use and semi-arid agroforestry systems in arid from Mexico. The design was randomized block with three replications and three sampling units, with five treatments. In mesquite, when performing incision main trunk and apply the dose of ethylene, 209.2 g were obtained, while in secondary branch, with the same procedure 207.6 g yield was achieved. In huizache in main trunk, they were obtained 1 076.7 g and 1 049.5 g secondary branch. There was variability between blocks, but between treatments. There was variability between blocks, but between treatments. As a result of chemical analysis proximal found in mesquite: moisture 10.25%, ash 2.63%, 0.61% total nitrogen, ether extract 2.29%, 75% fiber, carbohydrates 5.96% and 0.27% tannins. In huizache: moisture 12.65%, ash 3.69%, 1.32% total nitrogen, ether extract 2.95%, 70.22% fiber, carbohydrates 2.20% and 0.15% tannins. The rubber of these two species is a good substitute for

* Recibido: febrero de 2016
Aceptado: abril de 2016

presentando un potencial similar e incluso mayor. En los tratamientos 2 y 3 se obtuvieron rendimientos superiores, en especial para *Acacia farnesiana*.

Palabras clave: mesquite (*Prosopis laevigata* Humb.) huizache (*Acacia farnesiana* L. Willd), goma arábica.

Introducción

Los productos forestales no maderables constituyen un recurso que ha sido ignorado por los tomadores de decisiones, ya que existen grandes dificultades para desarrollar sistemas de plantación, producción, aprovechamiento y cosecha, así como mecanismos para incentivar su comercialización y uso sustentable. Las comunidades arbustivas de las regiones áridas y semiáridas han sido denominadas en conjunto como matorral xerófilo y ocupan alrededor de 40% de la superficie del país (Rzedowski, 1978). La cantidad de especies no maderables utilizadas es muy reducida, sin embargo tienen tal potencial y diversidad que las coloca como una alternativa económica sustentable de desarrollo para los pobladores.

Este tipo de vegetación se utiliza en la construcción y para elaborar textiles, combustible, alimento, planta medicinal y de ornato. Algunas especies han sido objeto de explotación intensiva por el comercio y la industria, lo que ha afectado la densidad natural de este ecosistema y puesto en peligro de extinción algunas especies. Paradójicamente, muchos poseedores del recurso consideran que carece de valor, por lo que realizan remociones indiscriminadas. El aprovechamiento adecuado de los recursos naturales renovables es uno de los problemas que más preocupan en la actualidad, de ahí la necesidad de reconocer con amplitud los usos que puedan tener las especies y atender los problemas relacionados con su manejo y conservación (Gómez, 1970). Los árboles de uso múltiple son uno de los componentes esenciales de cualquier sistema agroforestal, por lo que es importante conocer las especies nativas de cada región, como las de zonas áridas y semiáridas del país.

El mezquite (*Prosopis laevigata*) y el huizache (*Acacia farnesiana*) son dos de las especies más frecuentes y sobreexplotadas, de las cuales se puede obtener una gran cantidad de productos, como harina, miel, goma, carbón, medicamentos, artesanías y forraje. Aprovecharlas en forma racional mediante la investigación, para definir usos adecuados, programas de fomento, conservación y explotación, permitiría

gum arabic presenting a similar and even greater potential. In treatments 2 and 3 were obtained higher yields, especially for *Acacia farnesiana*.

Keywords: Mesquite (*Prosopis laevigata* Humb.), huizache (*Acacia farnesiana* L. Willd), gum arabic.

Introduction

The non-timber forest products are a resource that has been ignored by decision makers, as there are great difficulties in developing systems plantation, production, harvesting and harvesting as well as mechanisms to encourage commercialization and sustainable use. Shrub communities in arid and semiarid regions have been called together as desert scrub and occupy about 40% of the land area (Rzedowski, 1978). The amount of non-timber species used is very small however have such potential and diversity that stands as a sustainable economic development alternative for the people.

This vegetation type is used in construction and for making textiles, fuel, food, medicinal and ornamental plant. Some species have been subject to intensive exploitation by trade and industry, which has affected the natural density of this ecosystem and endangered species some species. Paradoxically, many resort owners consider worthless, so they do indiscriminate removal. Proper use of renewable natural resources is one of the problems that most concern today, hence the need to recognize widely uses that may have the species and address problems related to management and conservation (Gómez, 1970). The multipurpose trees are one of the essential components of any agroforestry system, so it is important to know the native species of each region, such as arid and semiarid areas of the country.

The mesquite (*Prosopis laevigata*) and huizache (*Acacia farnesiana*) are two of the most frequent and overexploited species, which can get a lot of products such as flour, honey, rubber, coal, medicine, crafts and food. Seize rationally through research, to define appropriate uses, development programs, maintenance and operation, would improve the standard of living of the inhabitants of the arid and semiarid regions (Dávila, 1982). Gums mesquite and huizache can be an input of the cosmetic, medical and food industries, and could reduce the high demand has gum arabic, presenting an alternative for industrial use (Franco and López *et al.*, 2006).

mejorar el nivel de vida de los habitantes de aquellas regiones áridas y semiáridas (Dávila, 1982). Las gomas del mezquite y huizache, pueden ser un insumo de las industrias cosmética, medicinal y alimenticia, y podrían reducir la alta demanda que tiene la goma arábica, presentando una alternativa de uso industrial (Franco y López *et al.*, 2006).

Una ventaja de las primeras es que su producción no implica cortar el árbol completo. Actualmente, la goma de las especies mencionadas se produce en el norte del país, donde se recolecta en forma empírica: sólo la exudada de forma natural, no se aplica ningún método silvícola para su producción. Esta investigación incluye la propuesta de implementar un sistema de recolección de la goma con el apoyo de un tratamiento hormonal a base de etileno que estimula la fisiología del árbol, el cual tiene como resultado la aceleración de la secreción de goma. El experimento se llevó a cabo en una plantación agroforestal del INIFAP-Campo Experimental Bajío de Celaya, Guanajuato.

El objetivo es potencializar el uso de las resinas de *Prosopis laevigata* y *Acacia farnesiana* en sustitución de la goma arábica que actualmente es usada en el mercado como conservador natural de alimentos. Kader *et al.* (2006) han realizado estudios de composición bioquímica de la goma arábica y goma de *Acacia* spp. y *Prosopis* spp. encontrando similitudes importantes. El presente estudio pretende generar tecnología de bajo costo para la extracción de goma de mezquite y huizache y con ello proporcionar una alternativa de desarrollo productivo en sistemas agroforestales y en zonas de temporal.

Materiales y métodos

La presente investigación se llevó a cabo en dos fases: de gabinete y de campo. La primera comprendió la revisión de la literatura durante todo el proceso de investigación y/o experimentación. La de campo se dividió en etapas como: localización y características generales del área experimental; manejo de la plantación y unidades experimentales, diseño experimental y análisis; aplicación de tratamientos en campo; y, finalmente, colectas de la goma y análisis.

El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el km 6.5 de la carretera Celaya-San Miguel de Allende s/n, col. El Roque Celaya, C. P. 38110, Celaya, Guanajuato.

An advantage of the first is that its production involves not cut the whole tree. Currently, the rubber of the species mentioned occurs in the north, where it is collected empirically: only exuded naturally, no silvicultural production method is applied. This research includes a proposal to implement a system of collection of the gum with the support of a hormonal treatment based on ethylene stimulates tree physiology, which results in the acceleration of the secretion of rubber. The experiment was conducted in an agroforestry plantation INIFAP-Campo Experimental Bajío de Celaya, Guanajuato.

The aim is to maximize use of resins *Prosopis laevigata* and *Acacia farnesiana* replacing gum arabic is currently used in the market as a natural food preservative. Kader *et al.* (2006) have conducted studies of biochemical composition of gum arabic and *Acacia* spp. and *Prosopis* spp. finding important similarities. This study aims to generate low-cost technology for extracting and mesquite gum huizache and thereby provide an alternative productive development in agroforestry systems and seasonal zones.

Materials and methods

This research was conducted in two phases: cabinet and field. The first involved the review of literature throughout the process of research and/or experimentation. The field was divided into stages as: location and general characteristics of the experimental area; plantation management and experimental units, experimental design and analysis; application of treatments in the field; and finally gum collections and analysis.

The work was developed in the Experimental Bajío (CEBAJ) belonging to the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), located at km 6.5 of the highway Celaya-San Miguel de Allende s/n, col. Roque Celaya, C. P. 38110, Celaya, Guanajuato.

The CEBAJ coordinates are 20° 32' north latitude and 100° 48' west longitude, altitude of 1 752 meters above sea level; precipitation and average annual temperature is 19.8 °C and 578 mm, respectively (Guanajuato Produce, 2012). The drought period comprising from november to may; june first rain falls and the highest temperature recorded year. The highest rainfall recorded in july, although it is considered low compared with southern regions of Mexico. The soil

Las coordenadas del CEBAJ son 20° 32' de latitud norte y 100° 48' de longitud oeste, altitud de 1 752 msnm; la precipitación y temperatura media anual son 578 mm y 19.8 °C, respectivamente (Guanajuato Produce, 2012). El periodo de sequía comprende de noviembre a mayo; en junio cae la primera lluvia y se registra la temperatura más alta del año. La precipitación más alta se registra en julio, aunque se considera baja en comparación con regiones del sur de México. El suelo se clasifica como vertisol, con textura arcillosa, pH de 7.8, con un contenido de materia orgánica de 2.31%, nitrógeno N 5.6 mg kg⁻¹, fósforo P 12.3 mg kg⁻¹ y potasio K, 1 016 mg kg⁻¹.

El área agroforestal experimental del INIFAP Bajío de Celaya, tiene varias parcelas con diferentes especies arbóreas nativas del semiárido mexicano. Las plantaciones agroforestales tienen 10 años de establecimiento en el campo experimental, sin manejo alguno, expuestas a las condiciones naturales propias del ambiente semiárido. La superficie donde se ubican los tres bloques de mezquite es el denominado lote 26 del campo experimental del Bajío. En otra área del campo experimental se ubica el lote 34, denominado Arboretum, donde se localiza el huizache.

Cada bloque de mezquite tiene dimensiones de 12 m x 15 m, con un espaciamiento de 6 m entre surco y 3 m entre individuo; cada bloque tiene 15 individuos que hacen un total de 45 que se muestrearán. Por su parte, los bloques de huizache tienen una dimensión de 6 m x 15 m, con un espaciamiento de 3 m entre surcos y 3 m entre individuos; cada parcela tiene 15 individuos, de los cuales sólo muestreamos 12, debido a que en cada parcela había tres individuos que participaban en otra experimentación; por lo mismo, el experimento se llevó a cabo con un total de 36 individuos. Durante la fase de campo se consideraron características lo más similar posible de las unidades de muestreo (Vernon *et al.*, 2000). A partir de 0.6 m aproximadamente de la base del tallo principal se realizó la incisión donde se aplicó el tratamiento,

Los árboles tuvieron un rango de 0.08 a 0.13 m de diámetro, y de altura 2.5 a 5 m, por lo que se consideró una categoría óptima diamétrica y una altura favorable para realizar el aprovechamiento de ambas especies (mezquite y huizache). Para esta actividad se utilizó una forcípula o cinta diamétrica y una regla o estadal de 2 m. En cuanto a las ramas secundarias, las heridas se realizaron a la altura del pecho. Se observó el estado fenológico de ambas plantaciones agroforestales, considerando que se encontraban despertando de su dormancia de invierno. En general los árboles se encontraron estresados, sin gran cantidad de follaje y sin florecencia.

is classified as vertisol, loamy texture, pH 7.8, containing organic matter 2.31%, nitrogen N 5.6 mg kg⁻¹, phosphorus P 12.3 mg kg⁻¹ and potassium K, 1 016 mg kg⁻¹.



Figura 1. Localización del área del CEBAJ- INIFAP.
Figure 1. Location of area CEBAJ-INIFAP.

The experimental agroforestry INIFAP Bajío area of Celaya, has several plots with different native tree species of semiarid Mexican. Agroforestry plantations have 10 years of establishment in the experimental field, no management, exposed to the natural conditions of the semiarid own environment. The area where the three blocks are located mesquite is called batch 26 of the experimental field of Bajío. In another area of the lot 34 experimental field, called Arboretum, where huizache is located.

Each block has dimensions mesquite 12 m x 15 m, with a spacing of 6 m between groove and 3 m between individual; each block has 15 individuals for a total of 45 that were sampled. Meanwhile, the blocks have a dimension huizache 6 m x 15 m, with a spacing of 3 m between rows and 3 m between individuals; each plot has 15 individuals, of which 12 sampled only because in each plot were three other individuals involved in experimentation; therefore, the experiment was conducted with a total of 36 individuals. During the field phase characteristics as similar as possible to the sampling units (Vernon *et al.*, 2000) were considered. From approximately 0.6 m from the base of the main stem the incision where the treatment was performed,

The trees ranged from 0.08 to 0.13 m diameter and height 2.5 to 5 m, so an optimal category diametric and favorable for the use of both species (mesquite and huizache) height was considered. A caliper or diameter tape and a ruler or estadal of 2 m was used for this activity. As for the secondary branches, wounds were made at chest height. The phenological state

El diseño experimental fue de bloques al azar (DBA), con cinco tratamientos, tres repeticiones y tres unidades muestra por tratamiento (árbol). Posteriormente, de esa misma manera (al azar) se realizó para cada uno de los bloques y/o repeticiones de cada una de las especies estudiadas los diferentes tratamientos. Para el análisis estadístico se utilizó el programa de SAS, versión 9.3 con DBA. Después de registrar las observaciones, diámetro, altura y estado fenológico, se prosiguió a la aplicación de tratamientos:

- T1= exudado en forma natural (testigo)
- T2= incisión con aplicación de etileno en concentración a 10% (Wilde, 1971), en tronco principal a 0.6 m de la base
- T3= incisión con aplicación de etileno en concentración a 10% (Wilde, 1971), en rama secundaria
- T4= incisión en tronco principal a 0.6 m de la base, sin aplicación hormonal
- T5= incisión en rama secundaria sin aplicación hormonal.

La aplicación de los tratamientos se realizó una sola vez. Para mezquite el 20 de marzo de 2012 y para huizache al día siguiente, cuando los árboles comienzan a despertar de su dormancia de invierno. Se etiquetó a cada individuo o unidad experimental (árbol) con su respectivo tratamiento asignado al azar.

Para la incisión o herida en el tronco principal o rama secundaria se utilizó un cincel y un martillo que perforó a una profundidad de 1 cm aproximadamente para no interferir de manera negativa en el flujo de agua y nutrientes del árbol. La incisión se hizo a un ángulo de 45°. También se usó una jeringa de 3 ml con aguja, un recipiente, etileno (ethrel) en proporción a 10%; es decir, se homogeneizó con 0.5 ml de agua destilada y 0.5 ml de etileno para los tratamientos que así lo requirieron (T2 y T3) y únicamente incisión en T4 y T5. La colecta se realizó mensualmente en los tres meses posteriores a la aplicación, en la estación de verano. Con el objetivo de proporcionar el tiempo suficiente de recuperación a la especie para la siguiente exudación de la goma, en los árboles experimentales de huizache y de mezquite se realizaron tres fechas de colecta: 18 y 19 de abril (f1), respectivamente; 17 de mayo (f2) y 20 de junio (f3) del mismo año.

En la colecta se utilizó una pequeña espátula para despegar la goma que ya se había solidificado por fuera formando grandes aglomerados o terrones, aunque por dentro se encontraba fresca. Posteriormente se dejó secar sobre bolsas de papel de estraza mientras se despegaban y colectaban los demás terrones de goma. La colecta de los terrones

of both agroforestry plantations was observed, considering that they were awakening from their winter dormancy. In general stressed trees were found, no large amount of foliage without efflorescence.

The experimental design was randomized blocks (DBA), with five treatments, three repetitions and three sample treatment units (tree). Later in that same way (random) was performed for each of the blocks and/or repetitions of each of the species studied different treatments. For statistical analysis program SAS, version 9.3 with DBA was used. After recording the observations, diameter, height and phenological state, he continued to the implementation of treatments:

- T1= exudate naturally (witness)
- T2= incision with application in ethylene concentration to 10% (Wilde, 1971), in main trunk to 0.6 m from the base
- T3= incision with application of ethylene concentration to 10% (Wilde, 1971), secondary branch
- T4= incision main trunk to 0.6 m from the base, without hormone application
- T5= secondary branch incision without hormone application.

The application of the treatments was performed once. To mesquite on March 20, 2012 and huizache the next day, when the trees begin to awaken from their winter dormancy. It was labeled to each individual or experimental unit (tree) with their respective randomized treatment.

A chisel and a hammer drilled to a depth of approximately 1 cm to not interfere negatively on the flow of water and nutrients from the tree was used for the incision or wound on the main trunk or secondary branch. The incision is made at an angle of 45 °C. the 3ml syringe needle was also used, a container, ethylene (ethrel) in proportion to 10%; i.e., homogenized with 0.5 ml of distilled water and 0.5 ml of ethylene to the treatments required so (T2 and T3) and only incision T4 and T5. The collection was made monthly in the three months after the application, in the summer season. In order to provide sufficient recovery time to the species for the following exudation of rubber trees in experimental huizache and mesquite three dates collection they were performed: 18 and 19 April (f1), respectively; May 17 (f2) and June 20 (f3) the same year.

A small spatula to take off the rubber had already solidified out large agglomerates or lumps forming used in the collection, but inside it was cool. Then allowed to dry on

pequeños fue sencilla, ya que se despegaban fácilmente y su extracción se realizó manualmente. También fue necesario un plumón para identificarlos correctamente. El traslado de campo al laboratorio se realizó en las bolsas de papel de estraza. Para pesar ambas gomas se utilizó una balanza granataria, registrando los resultados en una base de datos. Posteriormente se llevaron a laboratorio para su análisis y determinación de calidad según especie, época y tratamiento.

Hasta ese momento no se encontró en la literatura la aplicación de etileno en algún sistema agroforestal o cualquier manejo con tratamiento en árboles, sin embargo sí se detectó su uso para la maduración de frutas. En esta investigación se consideró la aplicación de etileno en dos tratamientos con el fin de observar el comportamiento de los árboles y acelerar la emanación del exudado, estimulación que obedeció a sus condiciones de estrés. También se registró el vigor y fisiología del árbol antes y después de la aplicación del etileno así como la parte que exudó la mayor cantidad de goma.

La clasificación de las gomas se hizo visualmente de acuerdo a su integridad (entera, fraccionada o pulverizada), tamaño (mayor a 1 cm), tonalidad de lágrima (clara, oscura, negra) e impurezas, utilizando el modelo propuesto por Yolanda I. López Franco, del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (ACCIADAC) y CONAFOR, en julio de 2009. Dicho procedimiento se realizó para ambas especies. Una vez clasificadas, se pesaron 20 g de cada una de la categoría A y se colocaron en bolsas chicas de papel encerado para ser llevadas al laboratorio de biotecnología de alimentos del INIFAP-Cebaj. (Cuadro 1 y Figura 2).

brown paper bags while others took off and collect rubber lumps. The collection of small lumps was simple, as they are easily peeled off and extraction was performed manually. A marker to identify them properly was also necessary. Moving field to the laboratory was conducted in brown paper bags. Weighing both gums one granataria balance was used, recording the results in a database. Later they took laboratory for analysis and determination of quality according to species, age and treatment.

Until that time was found in the literature the application of ethylene in some agroforestry system or handling treated in trees, however other use for ripening fruit was detected. In this research the application of ethylene in two treatments in order to observe the behavior of trees and accelerate the emanation of exudate stimulation due to stress conditions was considered. Vigor and tree physiology was also recorded before and after application of ethylene and the part that exuded as much gum.

The classification of the gums was visually according to their integrity (whole, fractional or powdered), size (greater than 1 cm), hue tear (light, dark, black) and impurities, using the method proposed by Yolanda I. López Franco model, Research Center for Food and Development (ACCIADAC) and CONAFOR, in July 2009. This procedure was done for both species. Once classified, 20 g of each of the category A were weighed and placed in small bags of waxed paper to be taken to the laboratory of food biotechnology INIFAP- CEBAJ (Table 1 and Figure 2).

Cuadro 1. Clasificación manual de las gomas de mezquite (GM) y goma de huizache (GH).
Table 1. Manual classification of mesquite gum (GM) and huizache gum (GH).

Características	Clases y categorías de GM y GH			
	GAMA	GMB	GMC	Remanente
Integridad de la lágrima	Entera	Entera	Enterada y fraccionada	Entera y pulverizada
Tamaño por lágrima	> 1 cm	> 1 cm	Diverso	< 100 mesh
Totalidad en lágrima entera	Clara, ambarina, clara	Ambarina	Oscura	Negra
Impurezas	Ninguna	Trazas	Notorias abundantes	Muy abundantes

A continuación se muestran las imágenes de la clasificación de las gomas:

Para determinar el análisis químico proximal, se siguieron los siguientes métodos:

Proteína cruda. El contenido de proteína total se determinó, de acuerdo con Villegas y Mertz (1970), por el método de Micro-Kjeldahl.

Humedad. El contenido de humedad se determinó de acuerdo con la AOAC (1990).

Cenizas. El contenido de cenizas se determinó de acuerdo con la AOAC (1990). La ceniza de un producto alimentario es el residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica. La cantidad de cenizas representa el contenido total de minerales en los alimentos.

Extracto etéreo. El contenido de extracto etéreo se determinó de acuerdo con la AOAC (1990); la denominación extracto etéreo corresponde al empleo de hexano como disolvente.

Fibra dietaria total. Se utilizó el método gravimétrico enzimático descrito por Prosky *et al.* (1988) con ligeras modificaciones.

Carbohidratos. Este componente se determinó por la diferencia de peso con 100 g de muestra, restando la suma del contenido de proteína, extracto etéreo, cenizas y fibra dietaria total.

Taninos. Se cuantificaron los taninos condensados de acuerdo al ensayo de vainillina de Desphande y Cheryn (1985).

Resultados y discusión

Los meses de recolección de datos fueron en abril, mayo y junio, para evitar que la lluvia escurra la goma. La cantidad de GM para cada una de las unidades experimentales se muestra en el (Cuadro 2).

Para la GH se registraron (Cuadro 3) las siguientes cantidades de las unidades experimentales.

Then the images of the classification shown gums:



Figura 2. Clasificación manual de las gomas. Fuente: CIAD, A. C y CONAFOR, 2009.

Figure 2. Manual classification of the gums. Source: CIAD, A. C and CONAFOR, 2009.

To determine the proximate analysis, the following methods were followed:

Crude protein. The total protein content was determined according to Villegas and Mertz (1970), by the method of Micro-Kjeldahl.

Humidity. The moisture content was determined according to AOAC (1990).

Ashes. The ash content was determined according to AOAC (1990). Ash of a food product is the inorganic residue remaining after burning organic matter. The ash represents the total content of minerals in foods.

Ether extract. The content ether extract according to AOAC (1990); the ethereal extract name corresponds to the use of hexane as a solvent.

Dietary total fiber. Enzymatic gravimetric method was used described by Prosky *et al.* (1988) with slight modifications.

Carbohydrates. This component is determined by the weight difference with 100 g sample, subtracting the sum of the content of protein, ether extract, ash and total dietary fiber.

Tannins. Condensed tannins were quantified according to the test of vanillin Desphande and Cheryn (1985).

Results and discussion

The months of data collection was completed in April, May and June, to avoid the rain drip off the rubber. The amount of GM for each of the experimental units shown in (Table 2).

Cuadro 2. Producción de goma de mezquite (GM).**Table 2. Production of mesquite gum (GM).**

Tratamiento/Colecta	F1	F2	F3	Goma (g)
1	9.3	0	0	9.3
2	89.1	58.1	62	209.2
3	56.3	86.3	65	207.6
4	11.5	0	0	11.5
5	0	0	0	0

f1= 18 de abril; f2= 17 de mayo y f3= 20 de junio, goma (g)= rendimiento, cantidad de goma obtenida. Fuente: elaboración con datos tomados en el Campo Experimental Bajío INIFAP 2012.

Cuadro 3. Producción de goma de huizache (GH).**Table 3. Production of gum huizache (GH).**

Tratamiento/Colecta	F1	F2	F3	Goma (g)
1	0	0	0	0
2	709.6	251.7	115.4	1076.7
3	640.3	266.2	143	1049.5
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0

f1= 19 de abril; f2= 17 de mayo y f3= 20 de junio, Goma (g)= rendimiento, cantidad de goma obtenida. Fuente: Elaboración con datos tomados en el Campo Experimental Bajío. INIFAP 2012².

Enseguida se muestra un gráfico comparativo (Figura 3), para resaltar la diferencia de rendimiento entre el exudado de la GM y GH.

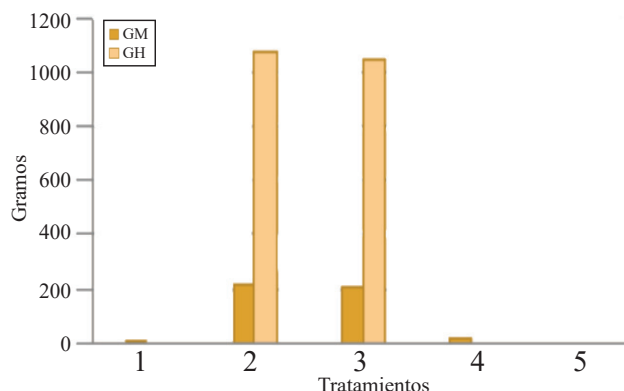
Los resultados de los Cuadros 2 y 3 muestran que la emanación de goma en cantidad más promisoría fue con la especie de *Acacia farnesiana* ya que se registró una cantidad de 1 077 y 1 050 g aproximadamente. Se realizó un análisis de varianza con el programa Statyscal Analysis System (SAS, 2010), versión 9.0, con el siguiente modelo estadístico de diseño de bloques al azar: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$ (Cuadro 4).

Cuadro 4. ANOVA de goma de mezquite (GM).**Table 4. ANOVA mesquite gum (GM).**

FV	GL	CM	FC	0.05	0.01
Bloques	2	68.096	0.40636699	4.459	8.6491
Tratamiento	4	4124.44103	24.6128507	3.8379	7.0061
Error	8	167.572667			

For GH were recorded (Table 3) the following amounts of the experimental units.

Immediately a comparative graph (Figure 3) is shown to highlight the performance difference between exudate GM and GH.

**Figura 3. Rendimiento de la producción de GM y GH.**

Fuente: elaboración con datos tomados en el Campo Experimental Bajío. INIFAP 2012.

Figure 3. Performance GM production and GH. Source: prepared with data taken in the Experimental Bajío. INIFAP (2012).

The results of Tables 2 and 3 show that the emanation of gum amount was more promising with *Acacia farnesiana* species as an amount of 1 077 and 1 050 g approximately registered. An analysis of variance with Statyscal Analysis System program (SAS, 2010), version 9.0, with the following statistical model randomized block design was performed: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$ (Table 4).

Huizache results are presented in Table 5.

Finding that for both gums no significant differences for blocks showing high significance values for treatments.

The proximal chemical analysis were conducted in late June and July 2012, at the INIFAP-CEBAJ in food biotechnology laboratory with the methods described in the following Table 6.

Los resultados del huizache se presentan en el Cuadro 5.

In the results for each variable can be observed and analyzed in Table 7.

Cuadro 5. ANOVA de goma de huizache (GH).

Table 5. ANOVA gum huizache (GH).

FV	GL	CM	FC	0.05	0.01
Bloques	2	5635.742	1.20152491	4.459	8.6491
Tratamiento	4	113044.735	24.1008311	3.8379	7.0061
Error	8	4690.49117			

Encontrando que para ambas gomas no existen diferencias significativas para bloques mostrando altos valores de significancia para tratamientos.

The similarity between the huizache and mesquite is known, but not with gum huizache, according to the results obtained in its proximal chemical composition, exceeds in quality.

Los análisis químicos proximales se realizaron a finales de junio y julio de 2012, en el INIFAP-CEBAJ en el laboratorio de biotecnología de alimentos, con los métodos descritos en el siguiente Cuadro 6.

The GM is not approved for FDA and FAO-WHO, CODEX. Although Mexico has already been approved by the Ministry of Health (SS) in 1996 for use in processed foods; especially in the soft drink industry. Both mesquite gum and huizache gum contain polyphenolic compounds or tannins; however it has not been observed that present risk to the

En los resultados obtenidos por cada variable se pueden observar y analizar en el Cuadro 7.

Cuadro 6. Variables y métodos realizados para el análisis proximal.

Table 6. Variables and methods performed for proximal analysis.

Variabes	Método
Proteína cruda	Micro-Kjeldahl
Humedad	AOAC (1990)
Cenizas	AOAC (1990)
Extracto etéreo	AOAC (1990)
Fibra dietaria total	Gravimétrico enzimático. Prosky <i>et al.</i> , (1988)
Carbohidratos	Por diferencia. 100 g de muestra -PC, C, EE, FDT
Taninos	Ensayo de la vainilla de Desphande y Cheryn (1985)

Cuadro 7. Composición química proximal de la goma de mezquite y huizache.

Table 7. Proximal chemical composition mesquite and huizache gum.

Especies/variables	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Carbohidratos	Taninos
Mezquite	9.25	2.55	3.25	2.56	73.23	9.17	0.23
Mf1	9.67	2.72	3.31	2.58	80.13	1.6	0.24
Mf2	11.04	2.61	4.38	2.06	69.98	9.94	0.31
Mf3	11.05	2.66	4.5	2.01	76.65	3.14	0.29
Huizache	13.08	4.76	6.25	3.01	72.65	0.25	0.15
Hf1	12.81	4.75	6.25	2.92	68.89	4.37	0.17
Hf2	12.26	2.52	10.38	2.91	71.55	0.38	0.21
Hf3	12.44	2.74	10.25	3	67.79	3.79	0.15

Fuente: elaboración con datos obtenidos en laboratorio de biotecnología.

La similitud entre la goma arábica y de mezquite es conocida, pero no, con la goma de huizache, que según los resultados obtenidos en su composición química proximal, la supera en calidad. La GM no está aprobada por la FDA y FAO- WHO, CODEX. Aunque en México ya fue aprobada por la Secretaría de Salud (SS) en 1996 para su uso en alimentos procesados; en especial en la industria refresquera. Tanto la goma de mezquite, huizache y la arábica contienen compuestos polifenólicos o taninos; sin embargo no se ha observado que presente riesgo a la Salud de la población (Goycoolea *et al.*, 2000). Los estándares mínimos para la goma arábica de buena calidad han sido definidos en la Farmacopea de los Estados Unidos, Edición XVII (1965) de la siguiente forma: 4% de cenizas totales (máximo), 0.5 % de cenizas insolubles al ácido (máximo), 1% de residuo insoluble en agua (máximo). En el Cuadro 8 se realiza la comparación respectiva en cuanto a los parámetros establecidos para cada una de las gomas.

Cuadro 8. Comparativo de parámetros de goma de mezquite, goma de huizache y goma arábica.
Table 8. Comparative parameters mesquite gum, huizache gum and arabic gum.

Parámetro	Goma de mezquite (%)	Goma de huizache (%)	Goma arábica (%)
Humedad	10.25	12.65	10 a 20
Cenizas	2.63	3.69	5
Nitrógeno total	0.61	1.32	NR
Proteína	4.72	7.94	2.1 ± 0.2
Extracto etéreo	2.29	2.95	NR
Fibra	75	70.22	NR
Carbohidratos	5.96	2.2	NR
Taninos	0.27	0.15	0.49 ± 0.04

*NR= no reportado. Fuente: elaboración con datos de laboratorio CEBAJ del INIFAP, Celaya, Guanajuato.

Es importante mencionar, que ambas gomas son potencialmente sustitutas de la goma arábica pues cumplen con todas las especificaciones e incluso son superadas en algunos parámetros.

Conclusiones

El mezquite y huizache respondieron en forma satisfactoria a la aplicación de los tratamientos establecidos para acelerar la extracción de goma. Con la aplicación de etileno en los tratamientos 2 y 3 se obtuvieron mayores rendimientos de goma de mezquite y goma de huizache. Sin embargo, la

health of the population (Goycoolea *et al.*, 2000). Minimum standards for gum arabic good quality have been defined in the Pharmacopoeia of the United States, Edition XVII (1965) of as follows: 4% of total ash (maximum), 0.5% acid insoluble (maximum) ash, 1% of water-insoluble residue (maximum). Table 8 shows the respective comparison as to the parameters established for each of the gums is done.

It is important to mention that both tires are potentially substitute for gum arabic meet all specifications and are even surpassed in some parameters.

Conclusions

Mesquite and huizache responded satisfactorily to the application of established treatments to accelerate the extraction of rubber. With the application of ethylene in

treatments 2 and 3 higher yields of mesquite gum and huizache gum they were obtained. However, the amount of gum huizache is greater than mesquite gum presenting a growth ratio of 5 to 1. It was also found by proximal chemical analysis of both gums mesquite and huizache have similarity and even improves the parameters required by the Food and Drug Administration for the use of gum arabic in the food industry, impurities and tannins are lower gums *Acacia farnesiana* and *Prosopis laevigata* finding in this research values of 0.15 and 0.27% respectively; while in gum arabic contains up 0.49% tannins.

So both gums (mesquite and huizache) can be a substitute product. However, it is important to mention that although mesquite gum was already approved in Mexico for use in

cantidad de goma de huizache es mayor que la goma de mezquite presentando una relación de crecimiento de 5 a 1. También se comprobó mediante el análisis químico proximal que ambas gomas de mezquite y huizache tienen similitud e incluso mejora los parámetros requeridos por la Food and Drug Administration para el uso de la goma arábica en la industria alimenticia, las impurezas y los taninos son inferiores en las gomas de *Acacia farnesiana* y *Prosopis laevigata* encontrando en esta investigación valores de 0.15 y 0.27% respectivamente; mientras que en la goma arábica contiene hasta 0.49% de taninos.

Por lo que ambas gomas (de mezquite y huizache) pueden ser un producto sustituto. Sin embargo, es importante mencionar que aunque la goma de mezquite ya fue aprobada en México para su uso en la industria alimenticia por la Secretaría de Salud desde 1996; aún existen retos importantes para la aprobación por la Food and Drug Administration y otras dependencias europeas para poder competir a nivel mundial. Es posible adoptar este manejo con etileno en comunidades productoras de ambas leguminosas; es decir, que árboles de mezquite y de huizache localizados de manera silvestre pueden ser manejados con dicho sistema y ser revalorizados como árboles y arbustos de usos múltiples importantes como lo es la extracción de sus gomas, restauradores de procesos erosivos en el suelo (fijadores de nitrógeno), forraje (alimentación para ganado) miel, carbón. Además de constituir un ingreso considerable para las comunidades de zonas áridas y semiáridas del país.

Literatura citada

- AOAC. (1990). Official methods of analysis, 15 th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- CONAFOR. (2002). Diversificación productiva y aprovechamiento del mezquite *Prosopis* spp. en el estado de Sonora. Comisión Nacional Forestal. México.
- Dávila, A. H. (1982). La distribución del mezquite en México. Segunda reunión Sobre ecología, manejo y domesticación de las plantas útiles del desierto. Memorias, 28-30 pp.
- Emprove. (2010). Goma arábica secada por pulverización, adecuada para uso como excipiente. Artículo número 104228, Versión 5.6. 07/11/2010.
- Gómez, L. (1970). Importancia económica de los mezquites (*Prosopis* spp.) en algunos estados de la República Mexicana. En: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, editores, Mezquites. México, DF. 1-69 pp.

the food industry by the Ministry of Health since 1996; there are still major challenges for approval by the Food and Drug Administration and other European agencies to compete globally. It is possible to adopt this management with ethylene in producing communities of both legumes; i.e. that mesquite trees and huizache located in the wild can be managed with this system and be revalued as trees and bushes important multipurpose as is the removal of your gums, restorers erosion processes in soil (fixers nitrogen), fodder (livestock feed) honey, coal. Besides being a significant income for communities in arid and semiarid areas of the country.

End of the English version



- Polisacáridos aislados del mezquite y otras plantas del desierto. Memorias del II Simposium Internacional sobre la Utilización y Aprovechamiento de la Flora Silvestre de Zonas Áridas. Hermosillo, Sonora, México, 245-260 pp.
- Franco, Y. L. L., Goycoolea, F. M., Valdez, M. A., & de la Barca, A. C. (2006). Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 31(3), 183-189.
- Goycoolea F.M., Cárdenas A., Hernández G., Lizardi J., Álvarez G., Soto F.J. 2000. Polisacáridos aislados del mezquite y de otras plantas del desierto. II Simp. Int. Utilización y Aprovechamiento de la Flora Silvestre de Zonas Áridas. Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, 245-260 pp.
- López F.Y., Goycoolea M. F., Valdéz M.A., Calderón A.M. (2006). Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. *Asociación Interciencia*. Caracas, Venezuela. Vol. 31. Núm. 003. 189 p.
- Prosky, L., & Asp, N. (1988). G., Schweizer, TF, DeVries, JW, and Furda, I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 713017, 1988.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Editorial Limusa, México, DF. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica mexicana. *Acta Botánica Mexicana*. 14:3-21.
- Rzedowski, G. D., & Rzedowski, J. (2001). Flora fanerogámica del Valle de México, Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- SE. (2005). Importaciones por país para la subpartida 1301.20 (Goma arábica). Secretaría de Economía. México. www.economia-seni.gob.mx.
- Vernon-Carter, E. J., Beristain, C. I., & Pedroza-Islas, R. (2000). Mesquite gum (*Prosopis* gum). *Developments in food science*. 41: 217-238.
- Villegas, E., & Mertz, E. T. (1970). Screening technique used at CIMMYT for protein quality maize. *Technical Bull*, (20).
- De Wilde, R. C. (1971). Practical applications of (2-chlorethyl) phosphonic acid in agricultural production. *HortScience*. 6(4):364-370.