

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los concretos y cera refinada, obtenidos del fruto de Arrayán (*Myrica cerífera* L.) mediante la extracción con solventes orgánicos (etanol y hexano) y agua (Recolectados de los bosques naturales del área nor-central de Guatemala).

Diego Omar Hernández Aguilar¹

¹Ingeniero Químico egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala y docente de química de la Universidad Rafael Landívar.

RESUMEN (Billmeyer, Frennd, & Max Salzman, 1976)

Se elaboró el presente trabajo de investigación. Logrando obtener información valiosa y de esta forma darles un valor agregado a diversos productos de la cera del Palo de Arrayan (*Myrica cerífera* L.).

Se utilizó la frutilla proveniente del palo de Arrayán, se realizó una separación entre la frutilla y los desechos, como las astillas y las hojas que venían adjuntas a la frutilla. A dicha frutilla, se le aplicó un proceso mediante el cual se separó el contenido de concreto de la almendra con la ayuda de solventes orgánicos (etanol, hexano) y agua. A cada uno de los concretos extraídos se les practicó diferentes evaluaciones, entre las que se pueden mencionar, determinación de la viscosidad, temperatura de reblandecimiento, índice de refracción, temperatura de fusión, color, temperatura de inflamación, penetración. Encontrando una diferencia significativa entre cada uno de los concretos, ya que estos poseen un cierto porcentaje de oleorresina y metabolitos secundarios.

A los concretos obtenidos se le sometió a un proceso de refinado, procurando no destruir la

estructura de la cera, eliminando el contenido de oleorresina, metabolitos secundarios, y el aceite esencial que se encuentra en los concretos. Durante el proceso se logró obtener un producto (cera blanqueada), a la cual se le evaluó el color, para determinar el grado de refinamiento obtenido.

A la cera refinada se le realizó otra serie de evaluaciones adicionales como los índices de saponificación, equivalente de saponificación, yodo, peróxido, acidez, % de ácidos libres, ésteres y densidad. Entre los resultados del perfil de ácidos, se encontraron el ácido mirístico y palmítico. Cada uno de los análisis realizados, tanto para los concretos como para la cera refinada se realizó conforme a las normas ASTM y COGUANOR respectivamente.

Además, se realizó una evaluación proximal de la almendra o endocarpio, obteniendo entre los resultados un contenido de nutrimentos bajos comparados con los granos de maíz, sin embargo, es potencialmente aprovechable como complementos para la nutrición animal.

Palabras clave: Cera, Arrayán, Oleorresinas, Refinado, concretos, saponificación, almendra.

ABSTRACT

Evaluation of the physicochemical properties of concrete and refined wax, obtained from the fruit of Arrayán (*Myrica cerífera* L.) by extraction with organic solvents (ethanol and hexane) and water (Collected from the natural forests of the north-central area of Guatemala).

The present research work was elaborated. Achieving valuable information and thus giving added value to various products of the wax of Palo de Arráyan (*Myrica cerífera* L.).

The strawberry from the Arrayán stick was used, a separation was made between the strawberry and the debris, such as splinters

and the leaves that were attached to the strawberry. To this strawberry, a process was applied whereby the concrete content of the almond was separated with the help of organic solvents (ethanol, hexane) and water. Each one of the extracted concretes was carried out different evaluations, among which we can mention, determination of viscosity, softening temperature, refractive index, melting temperature, color, inflammation temperature, penetration. Finding a significant difference between each of the concretes, since these have a certain percentage of oleoresin and secondary metabolites.

The concrete obtained underwent a refining process, trying not to destroy the

wax structure, eliminating the content of oleoresin, secondary metabolites, and the essential oil found in concrete. During the process it was possible to obtain a product (bleached wax), to which the color was evaluated, to determine the degree of refinement obtained.

INTRODUCCIÓN (Cardona Cabrera, 1994)

Los seres humanos al interactuar con la biodiversidad de su entorno han hecho de ella una fuente de subsistencia, especialmente en la flora, que han extraído sus componentes para su propio beneficio.

De esta manera se ha servido para progreso comercial, industrial y como resultado de ello un desarrollo económico. Actualmente se ha dado prioridad a los recursos naturales renovables en general del medio ambiente, razón que ha provocado la postulación de normas nacionales e internacionales que contemplen la protección el medio ambiente.

Las plantas juegan un papel importante, ya que intervienen en la supervivencia de los seres humanos. En Guatemala contamos con una biodiversidad, amplia de flora y fauna. Entre las especies vegetales podemos mencionar las plantas ceríferas.

El aprovechamiento del arbusto de Arrayán (*Myrica cerífera* L.) como una fuente de combustible con fines de iluminación en forma

Another series of additional evaluations were performed on the refined wax, such as saponification indices, saponification equivalent, iodine, peroxide, acidity, % of free acids, esters and density. Among the results of the acid profile, myristic and palmitic acid were found. Each of the analyzes performed, both for concrete and for refined wax, was carried out in accordance with ASTM and COGUANOR standards respectively.

In addition, a proximal evaluation of the almond or endocarp was carried out, obtaining among the results a low nutrient content compared to the corn grains, however it is potentially usable as supplements for animal nutrition.

Keywords: Wax, Arrayán, Oleoresins, Refined, concrete, saponification, almond.

de candelas, para uso doméstico, en ritos religiosos y/o altares hechos en casa. Dichas

candelas son frecuentemente encontradas en mercados comunales y artesanales, regularmente en el altiplano del país.

Entre otras aplicaciones de uso de la cera de Arrayán podemos nombrar: para producir jabones y pulir cuero. Actualmente en Guatemala existe una organización que se denomina Proyecto Ecológico Quetzal, que se está orientándose a recolectar la cera cruda en la población rural, de la región nor-central de Guatemala. Dentro de sus propiedades medicinales se utiliza para gargarismos o colutorios para el tratamiento del resfrió, y para infecciones vaginales o emenagogo usándose como duchas. También tiene entre otras propiedades el ser repelente para moscas y cucarachas mediante la colocación de ramas pequeñas en los diferentes ambientes, en gabinetes o armarios.

Las aves, utilizan la frutilla como una fuente de alimento, y al momento de excretar se elimina la semilla, la cual germina con mayor facilidad

en diferentes campos. Las raíces del arbusto de Arrayán poseen rizomas que fijan el nitrógeno atmosférico al igual que las plantas leguminosas, ayudando a la recuperación de la fertilidad del suelo. En otros países es utilizado como árboles ornamentales, debido a los siguientes factores: alta densidad de follaje permanentemente verde, rápido crecimiento y la buena respuesta a la poda

El presente trabajo de graduación tuvo la intención de realizar una evaluación de las propiedades fisicoquímicas de las fracciones

cera cruda (concreto) y cera refinada, extractables que se encuentra en la fruta o drupa del Arrayán, material colectado de arbustos silvestres de dos departamentos de la Republica de Guatemala como lo son Baja Verapaz y El Progreso. La extracción de la cera, mediante su solubilización con solventes orgánicos (etanol, hexano) y fusión Soxhlet con agua. A los concretos obtenidos se evaluarán los índices de calidad físicos y químicos, también se realizarán el análisis de ácidos grasos presentes en la cera, mediante cromatografía de gases.

MÉTODOS, PROCEDIMIENTOS Y MATERIALES (ASTM, 1992)

Clasificación de las ceras

Las ceras pueden ser clasificadas de acuerdo con su origen en: animales, vegetales y minerales. La cera es un conjunto de sustancias por esteres de ácidos grasos de alto peso molecular y alcoholes de características similares. Entre los principales componentes de las ceras, se encuentra el ácido palmítico, esteárico, cerótico, lignocérico y el melístico, además las ceras están constituidas por hidrocarburos tales como el heptacoseno, tricontano y hendricontano (3). Entre la cera más conocida se puede nombrar la cera carnauba, que se extrae de la hoja de la palmera de Brasil con una molécula típica $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{30}\text{COO}(\text{CH})_{33}\text{CH}_3(14)$.

Las ceras vegetales son utilizadas por las plantas como medio de protección ante las adversidades del clima, principalmente la evaporación de líquidos como el agua. Entre los mecanismos de protección podemos nombrar:

- Cepas membraniformes
- El polvo que cubre los frutos
- Filamentos en los tallos

La mayoría de las ceras son solubles en solventes utilizados para grasas, tales como: cloroformo, éter, tolueno, hexano, etanol (11). Por lo general las ceras no son susceptibles al ranciamiento y son poco hidrolizables que las grasas. Tanto las ceras vegetales como las

animales, no son esteres de glicerina, sino mezclas de ácidos grasos de alto peso

molecular y de ciertos alcoholes alifáticos o esteroides con ácidos grasos libres, alcoholes libres e hidrocarburos.

Generalidades

La familia de las Myricaceas se conforma aproximado de 15 géneros, cuyas 74 especies están distribuidas en regiones tropicales y templadas, existe referencia que el primer cultivo se dio en 1699. El Palo de cera de Arrayán es un arbusto aromático que puede crecer hasta siete u ocho metros. (Gordon & Castelli)

Sus hojas permanecen verdes, de distribución alternada y simple, de olor fragante, las hojas son dentadas, lobuladas con contenido de resina, sin estípulas. Las flores pequeñas monoicas y dioicas, amento u oblongos, flores solitarias en la bráctea, no posee periantos, flor estamínifera, de 4 a 8 estambres insertos en el receptáculo, filamentos cortos poco unidos o muy poco unidos, anteras ovoideas, células longitudinales decientes, flor con pistilo de una sola célula ovárica subtendida por 2 u 8 brácteas, óvulo solitario, ortóptero, estilo muy corto, los dos estigmas lineales, frutos o drupas pequeños, con exocarpo ceroso, semilla simple, endocarpio duro, cotiledón plano convexo.

El género *Myrica* L. cuenta con tres especies, las cuales son: *Myrica* cerífera, *Myrica* lindeliana y *Myrica* prienglei (22). Su distinción se basa en la presentación de las hojas. La *Myrica* cerífera, es de hojas agudas acuminado, dentadas en forma sinuosa o subenteras, con hojas obtusas o muy obtusas. La lindeliana presenta hojas oblongas-obloceadas, de 5 a 11 cm de longitud, conspicuentemente dentadas o aserradas en toda su longitud. Y finalmente la prienglei presenta hojas ovaladas de 1 a 4 cm de longitud, enteras o sinuosamente dentadas. (Bennet)

La cosecha del fruto de Arrayán se estima que rinde de 5 a 10 libras de cera obtenida por fusión. Distribuida ampliamente la *Myrica* cerífera, principalmente en bosques de coníferas, también en sabanas desde el nivel del mar hasta los 2500 metros. Se ubica en Alta Verapaz, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Guatemala. Escuintla, Sacatepéquez, Chimaltenango, Quetzaltenango, Quiché, Huehuetenango. Las especies mexicanas y centroamericanas son difíciles de delimitar, incluso se podría referir como especies mesoamericanas. (Billmeyer, Frend, & Max Salzman, 1976)

La especie denominada Palo de Arrayán se conoce con la siguiente abreviatura: MYRCER. Y con los siguientes sinónimos: Gua-ut, que significa comida de pájaros (Kekchí), Chac olol (Chiapas), *Morella* cerífera, *Cerotheramnus* cerífera, *Cerotheramnus* pumilus, *Myrica* carolinensis, *Myrica* pusilla, *Myrica* mexicana. Nombres comunes: Palo de Cera, Palo de Cera de San Pascual, Palo Cerero Candleberry, Wax myrtle, Bayberry (2). (Gordon & Castelli)

Análisis Físicoquímicos

La importancia de conocer las propiedades físicas que posee el concreto y la cera propiamente, puesto que con estos datos puede ampliarse aún más las aplicaciones que posteriormente se le da como materia prima de alto potencial de uso.

Al pretender darle un tratamiento de refinación al concreto, es para que sirva de base para otra variedad de manufactura de productos

agregándole colores, aromas y propiedades como dureza en el caso de las veladoras, que es ahí donde se puede encontrar la mayor aplicación.

Análisis del punto de ablandamiento

Esta prueba mide la determinación del punto de ablandamiento de resinas (incluso la colofonia) y materiales similares por medio del aparato del anillo-y-bola. En general, con los materiales de estos tipos, el ablandamiento no tiene lugar en una temperatura definida.

Con el alza de la temperatura de los materiales, estos cambian gradualmente pasando por un estado quebradizo previo a la temperatura de fundición quedando como materiales semi-líquidos más suaves, de lento-fluido y menos viscosos.

Para estas razones, la determinación del punto de ablandamiento debe hacerse por un orificio fijo, arbitrario, y estrechamente definido, en los resultados obtenidos deben ser análogos.

En este método, el punto de ablandamiento está definido como la temperatura a que un disco de la muestra sostenido dentro de un anillo horizontal, bajo el peso de una bola de acero dentro de un baño de glicerina o agua, que se extiende hacia abajo. (Bayley, 1949)

Prueba normal para el punto de fusión de la cera

Este método de la prueba cubre la determinación del punto fundición de cera de petróleo. Es usada para la cera del petróleo y para las ceras de estructura microcristalina.

El punto de fundición de la cera del petróleo es la temperatura determinada en la que los materiales cambian de estado de sólido a uno fluido, son definidas por las condiciones prescritas de la norma a utilizar. Los valores asociados en las unidades de SI serán considerados como la norma lo indica.

Un espécimen de cera fundido en un tubo de la prueba encajado con un termómetro es puesto en un baño, se rodea a su vez por un baño de agua con una temperatura de 16 a 28 °C. con

los frascos de cera, se toman lecturas periódicas de su temperatura. Cuando la solidificación de las ceras ocurre, debido las disminuciones de temperatura. La temperatura al punto que solidifica es el registrador como el punto fundición. (Chem, 1973)

Prueba normal para la preparación de ésteres de metilo de los ácidos grasos

Para la determinación de composición del ácido graso por la cromatografía de gas-líquido. Este método de la prueba cubre un procedimiento para la conversión de los ácidos grasos de animal y ácidos grasos de vegetales, en ésteres del metilo conveniente por la cromatografía de gas-líquido. (Estrada, 1994)

Este método de prueba es aplicable a los ácidos grasos de animal y de vegetales que tienen 8 a 24 átomos del carbono. Este método está basado en la esterificación de ácidos grasos con el metanol, usando el trifloruro de boro como el catalizador.

Los ésteres del metilo se extraen con el éter etílico y se recupera por la evaporación del éter. Este método proporciona un medio por que los ácidos grasos de animales o vegetales son convertidos en sus ésteres de metilo correspondientes, para que los ácidos grasos puedan ser analizados. El método de la prueba es D 1983.

Método para la determinación de la dureza

Este método de la prueba describe siete tipos de durómetros A, B, C, D, DO, O y OO, y procedimiento por determinar la dureza de identificación de sustancias clasificada como caucho, materiales celulares, elastómeros y algunos plásticos duros. (Honduras, 1989)

Este método de la prueba no es aplicable a la comprobación de tejidos. Este método permite determinar la dureza, medidas que se basaron en la identificación inicial o identificación posterior de un período especificado de tiempo, o ambos. Este método de la prueba es basado en la penetración de un tipo específico de identificador, que fuerza al material bajo las condiciones especificadas en las normas ASTM y COGUANOR.

La dureza del material se relaciona inversamente a la penetración y es dependiente en el módulo elástico y conducta de viscoelasticidad del material.

La forma de la probeta y la influencia de fuerza aplicada que los resultados obtuvieron, así no puede haber ninguna relación simple entre el resultado obtenido con un tipo de durómetro y aquellos obtenido con otro tipo de durómetro u otros instrumentos para medir la dureza. Este método es una prueba empírica. (Fredrickson, 1967)

Análisis de rigidez dieléctrica

Tiene por objeto comprobar la resistencia de los aislantes a su perforación, al ser sometidos a una tensión superior a la nominal a una temperatura próxima a la de régimen, debido a la disminución de la calidad de los dieléctricos al aumentar la temperatura.

Las normas prescriben para las pruebas de aislamientos con tensión aplicada que deben ser sólo aplicable a máquinas nuevas, siendo estas tensiones especificadas según las Normas de cada país. (Hildich) Las pruebas de rigidez dieléctrica se realizan entre:

1. Circuito y masa
2. Conductores

El método de la prueba normal para el voltaje de la avería dieléctrico y rigidez dieléctrica de sólido los materiales eléctricos a las frecuencias de poder comerciales. Este método cubre los procedimientos para la determinación si la fuerza eléctrica de materiales aislantes sólidos a las frecuencias de poder comerciales, bajo las condiciones especificadas. A menos que por otra sea parte especificado, la prueba se hará a 60 Hz.

Sin embargo, este método puede usarse a cualquier frecuencia de 25 a 800 Hz. En las frecuencias sobre 800 Hz el título dieléctrico puede dar problema. Se piensa que este método es usado junto con cualquier documento norma ASTM u otro debe especificar la opción particular a ser usada.

Puede usarse a varias temperaturas, y cualquier medio gaseoso o líquido conveniente. Este método no se piensa por medir la rigidez dieléctrica de materiales que son fluidos bajo las condiciones de prueba. En esta prueba normalmente, el usuario determina el voltaje de la muestra dieléctrica a través del espesor de un espécimen de la prueba (la perforación). También puede usarse para determinar el voltaje de la muestra dieléctrica a lo largo de la interfaz entre un espécimen sólido y el medio gaseoso o líquido (el flashover). El voltaje alterno, a una frecuencia de poder comercial 60 Hz. Se aplica a un espécimen de prueba.

El voltaje se aumenta del cero o forma un nivel debajo del voltaje de la avería, en uno de tres métodos prescritos de aplicación de voltaje, hasta el filo dieléctrico del espécimen de la prueba.

El voltaje de la prueba mediante los electrodos simples, aplicados en las caras opuestas de especímenes. Los especímenes pueden amoldarse, o en forma de hoja plana o plato. Pueden usarse otro electrodo él y configuraciones del espécimen para acomodar la geometría del material, o para simular una aplicación específica para que evaluarse el material. (Monzón Valdez, 1994)

Método de la prueba normal para la viscosidad de Saybolt

El método de prueba cubre los procedimientos empíricos por determinar la viscosidad Saybolt o Universal el Saybolt, las viscosidades de Furol del producto del petróleo a las temperaturas especificados entre en 21 y 99 °C. un procedimiento especial para los productos cerosos es indicar la temperatura de ejecución y las velocidades obtenidas.

Los valores declarados en el sistema internacional (SI) será considerado como la norma.

El tiempo de elución en segundos de 60 mL de muestra que fluye a través de un orificio calibrado, es moderado bajo las condiciones cuidadosamente controladas. Este tiempo se corrige por un factor del orificio y se informará

como la viscosidad de la muestra a esa temperatura.

Análisis de penetración

Este método de prueba cubre la determinación de la penetración de un semisólido o sólido bituminoso. Materiales que tienen las penetraciones debajo de 350 pueden ser probados por el aparato normal y procedimiento. Materiales que tienen las penetraciones entre 350 y 500.

Para la determinación se utiliza el aparato especial llamado Penetrómetro y las modificaciones a las probetas deben de estar de acuerdo con la norma aplicada. La muestra se funde y enfría bajo las condiciones controladas. La penetración es moderada con el penetrómetro que contiene una aguja normal se aplica a la muestra bajo las condiciones específicas (ver apéndice).

La prueba de penetración se usa una medida de consistencia. Los valores superiores de penetración indican la consistencia más suave que puede o posee el material a analizar.

Descripción de color

Para describir el color, se debe hablar de ambas acciones físicas, un cuerpo sobre el cual absorba la longitud de onda y la onda de luz que es emitida, un estímulo en forma de luz y como resultado subjetivo, recibir e interpretar el estímulo en el ojo y el cerebro. (Otero Anelle)

Desde el punto de vista completamente físico, la producción de color requiere tres cosas: una fuente de luz y objeto que ilumina, el ojo para percibir el color. Alternativamente, el ojo puede reemplazarse por un descubridor fotosensible y equipo auxiliar que aproxima su acción en la luz detector. Mientras una fuente de iluminación puede verse directamente como tener el color sin iluminar algo. (Pavia)

La luz, al atravesar un prisma de cristal, se descompone en los siete colores del espectro. De éstos, se aceptan tradicionalmente tres como colores primarios o fundamentales, que son el rojo, el amarillo y el azul.

Luego hay tres colores secundarios: anaranjado (rojo más amarillo), verde (azul más amarillo) y morado (rojo más azul). La combinación de un secundario y un primario en el que predomina el último da lugar a los colores terciarios y así sucesivamente hasta formar la inmensa gama de tonos. Hay colores cálidos, o sea, que expanden luz y éstos son el rojo y el amarillo. (Pérez Cardoza, 1994)

También hay colores fríos, que absorben luz, como el verde, el morado y el azul. Los colores complementarios son los que, al mezclarse, dan blanco. Esto ocurre entre el rojo y el verde, el anaranjado y el azul, y el morado con el amarillo.

Índices de calidad

Índice de saponificación

Es la cantidad de álcali necesaria para saponificar una cantidad determinada de muestra, y se expresa en miligramos de hidróxido de potasio (KOH) por gramo de sustancia de grasa.

Índice de yodo

Es una medida de insaturación de los cuerpos grasos y se expresa en gramos de yodo absorbidos por 100 gramos de sustancia grasea.

Índice de peróxido

Es la cantidad de total de sustancias que oxidan el yoduro de potasio en las condiciones del ensayo, y se expresa en miliequivalentes de oxígeno peróxido por kilogramo de

muestra. Generalmente se asume que estas sustancias son peróxidos y otros productos similares provenientes de la oxidación de las grasas.

Índice de refracción

El índice de refracción de una sustancia (i) a unas longitudes de onda determinada (i) está dado por la relación $i = c/v_i$ donde v_i es la velocidad de propagación de la luz en un medio y c es la velocidad de la luz en el vacío.

El índice de refracción depende entre otras variables de la longitud de onda del haz luminoso, la temperatura, de la composición y concentración del medio. Donde se produce la propagación del haz, y por lo tanto puede utilizarse esa técnica para medir concentraciones o identificar sustancias. (Públicas, 1972)

El índice de refracción depende fuertemente de la temperatura, principalmente del efecto que esta produce en la densidad del medio. Los refractómetros dependiendo del intervalo de medición; puede calibrarse con agua (de pureza adecuada), con distintos líquidos de índice de refracción certificados o vidrios con índice de refracción previamente.

Análisis proximal

Análisis en las harinas de origen vegetal

Análisis en el cual se evalúa los diferentes contenidos tanto proteínicos, humedad, fibra cruda, grasa cruda o extracto etéreo y cenizas de las harinas.

DISCUSION DE RESULTADOS

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas a los concretos y ceras refinadas

1. Para las temperaturas de reblandecimiento existe diferencia significativa entre lotes 1 y 2 de concretos extraídos con hexanos, no así para los concretos extraídos con etanol
2. Para las temperaturas de fusión no existe diferencia significativa entre lotes y tampoco entre concretos extraídos con los tres solventes seleccionados, pero si existe

y agua, además las ceras refinadas tampoco presentan diferencia significativa entre lotes.

diferencia significativa entre los concretos y las ceras refinadas. Los puntos de fusión son mayores en las ceras refinadas en una magnitud de 6 a 11 grados Celsius. Esto refleja el efecto de los metabolitos secundarios que constituyen los componentes de la oleorresina y que están presentes en los concretos respectivamente. Se observa que la temperatura de fusión reportada en la literatura del concreto de bayberry es significativamente menor que el de los concretos guatemaltecos estudiados.

3. Para la temperatura de flameo (*Flash point*) existe diferencia significativa entre lotes y entre concretos, así como entre concretos y ceras refinadas.

Se observa que independientemente del lote la temperatura de flameo se incrementa desde los concretos etanólicos a los hexánicos seguidamente los acuosos y las mayores corresponden a las ceras refinadas.

4. Para la evaluación de la consistencia se evaluaron los parámetros de penetración a diferentes masas de carga encontrándose diferencia significativa por lotes, también diferencia significativa por tipo de concreto y por lote de cera blanqueada y un efecto creciente en el grado de penetración por incremento de la masa de carga.

5. En relación con la dureza shore como parámetro de evaluación de la consistencia existe diferencia significativa por lote y por tipo de concreto. Es de notar que la dureza con indentador tipo D-2 es para materiales suaves y el indentador tipo A-2 es para materiales duros en lo que la consistencia de los concretos y cera corresponde a materiales semiduros. La dureza reportada por la literatura para el concreto de bayberry es correspondiente para el concreto de arrayán guatemalteco obtenido por fusión con agua.

6. Se consideró evaluar la rigidez dieléctrica para enfatizar el valor de los concretos y cera refinada como materiales industrializables de manera que se observa

que no existe diferencia significativa de esta propiedad entre lotes y tampoco entre tipos de concreto o cera y el carácter aislante de la cera de Arrayán guatemalteco es similar a la cera de abeja.

7. La viscosidad medida en el rango de temperatura para la cera refinada fundida no presenta diferencia significativa por lote y disminuye con el incremento de la temperatura en el rango estudiado.

8. El índice de refracción medido en el rango de temperatura para la cera refinada fundida no presenta diferencia significativa por lote y disminuye con el incremento de la temperatura en el rango estudiado.

Evaluación de los índices de calidad de los concretos y ceras refinadas

a) En los índices de calidad de las ceras refinadas en general se observa que no existe diferencia significativa entre lotes. Al comparar el índice de saponificación si existe diferencia significativa entre concretos extraídos con diferente solvente inclusive diferencia entre cera refinada y concretos. También se puede observar que los índices de saponificación incrementan en su valor desde las ceras refinadas a concreto hexánicos y este concreto su índice es menor que el del etanólico hasta que el concreto acuoso es el mayor.

b) Para el índice de acidez se puede concluir que no existe diferencia significativa entre lotes y tampoco entre concretos y ceras.

c) La evaluación mediante cromatografía de gases de los ácidos grasos componentes de la cera puede concluirse que no existe diferencia significativa entre lotes la composición es similar, notándose que los ácidos palmíticos (16,0) y mirístico (14,0) son los componentes mayores, mientras que el esteárico (18,0) y oleico (18,1) su contenido es menor.

d) En relación con el color mediante el sistema CIE el porcentaje de reflectancia

presenta diferencia significativa entre el rango de longitud de onda del espectro visible de radiación electromagnética entre lotes y no alcanza la blancura del estándar de referencia catalogándose en forma cualitativa como un blanco gris verdoso.

Evaluación del análisis proximal de la semilla o endocarpio

Los resultados obtenidos en la determinación del análisis proximal realizado a la semilla del fruto del Arrayán quedan descritos en la tabla del anexo 2, y la interpretación a dichos resultados es la siguiente:

a) No existe diferencia significativa en el contenido de proteína por lotes y comparado al contenido en el maíz este es menor. Pero para propósitos nutricionales puede tener valor por ejemplo en alimentación animal (avícola y porcina).

b) No existe diferencia significativa en el contenido de grasa por lotes y comparado al contenido en el maíz este es mayor. Nutricionalmente puede tener valor en alimentación avícola y porcina.

c) No existe diferencia significativa en el contenido de fibra cruda por lotes y comparado al contenido en el maíz es notablemente mayor.

d) No existe diferencia significativa en el contenido de carbohidratos por lotes y comparado al contenido en el maíz es notablemente menor.

e) No existe diferencia significativa en el contenido de cenizas por lotes y comparado para este caso al contenido de cenizas en el maíz que es similar.

CONCLUSIONES

1. Las propiedades fisicoquímicas obtenidas para cada uno de los concretos del fruto de Arrayán presentan variaciones significativas por lotes estudiados en la mayoría de los parámetros evaluados. Como resultado de los factores ambientales en que se desarrollan las plantas.

2. El efecto por el contenido de oleoresina que presentan los diferentes concretos obtenidos del fruto de Arrayán en las propiedades fisicoquímicas estudiadas, denotan diferencias significativas con relación a las propiedades que se evalúan en las ceras refinadas obtenidas de dichos concretos.

3. El perfil de ácidos grasos presentes en la cera

obtenida de cada lote estudiado es similar y contiene principalmente ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0) y trazas de ácidos grasos C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C20:0 y C22:1.

4. El análisis proximal de la semilla de cada lote estudiado es similar y refiere un contenido de nutrimentos bajos, potencialmente aprovechables como complementos alimentarios para nutrición animal (aviar y porcina).

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio acerca del rendimiento de concretos extraídos del fruto de Arrayán, con los solventes orgánicos –etanol y hexano- y con

agua.

- Por el contenido de los ácidos mirístico y palmítico realizar pruebas para la

producción de jabón, como otra forma de darle un valor agregado a la cera. Ya que la cera posee un mercado cotizado como materia prima dentro de la industria.

- Realizar un estudio fitoquímico en el fruto del Arrayán (*Myrica cerífera* L).

- Realizar estudios para determinar nuevos nichos para el aprovechamiento de la cera cruda del fruto de Arrayán como materia prima.

ANEXO

Absoluto	Esencias que se obtienen a partir de los concretos o de los resinoides. Estos se lavan repetidas veces con alcohol, posteriormente las soluciones líquidas glasean (cristalizan) y filtran para separar las ceras y finalmente se concentran por rota evaporación a presión reducida para separar el alcohol.
Arbusto	Planta leñosa de dimensiones modestas, con ramas desde la base.
Baya	Fruto con el endocarpio y mesocarpio carnosos y con varias semillas menudas.
Concreto	Es el producto sólido o semisólido obtenido tras la extracción de los principios activos de ciertas materias primas de origen vegetal, mediante el uso de solventes volátiles (hexano, benceno, etc.). Es una mezcla pastosa sólida de moléculas odoríferas, ceras y pigmentos, llamados resinoide cuando proviene del tratamiento de raíces, granos, musgos bálsamos, gomas, resinas, etc. Y concreto cuando proviene especialmente de las flores y frutos.
Dioica	bot. Especie cuyas flores masculinas y femeninas están en pies separados, es decir, cada planta tiene todas las flores del mismo sexo.
Drupa	bot. Pericarpio carnosos que tiene un solo hueso.
Emenagogo	Agente que produce o regulariza la menstruación.
Maceración	Operación que consiste en sumergir una planta o fragmentos de la planta en un solvente para extraer de estas las partes de ella.
Metabolitos secundarios	-principio activo- Es (son) aquella (s) molécula (s) responsable (s) del efecto terapéutico comprobado que una planta medicinal o aromática posee. En general casi todos los principios activos provienen del metabolito secundario de la planta
Furol	Una sigla de combustible y aceites del camino.
Saybolt la viscosidad de Furol:	El tiempo de la emanación en segundos de 60 mL de muestra, que fluye a través de un orificio de Furol abreviado SFS, calibrado bajo los

	segundos especificados en la Norma ASTM, a una temperatura específica.
Saybolt la viscosidad Universal:	El tiempo de la emanación corregido en segundos de 60 mL de muestra que fluye a través de un orificio Universal, calibrado bajo las condiciones específicas. La viscosidad Saybolt valora los Segundos Universales, abreviado SUS, a una temperatura específica.
Ppenetración del material bituminoso	Expreso como la distancia en décimo de milímetro que una aguja normal penetra una muestra del material de forma vertical, bajo las condiciones de carga, tiempo, y temperatura.
Perfil de ácidos grasos	Contenido de la composición de ácidos orgánicos y alcoholes presentes en una muestra orgánica
Punto de fundición de la cera del petróleo	Es la temperatura en la que los materiales cambian de estado de sólido a uno fluido, esta varía según el material a evaluarse.

BIBLIOGRAFÍA

- ASTM. (1992). *Test Methods/Volumens: D-604:03; D-70/04.04; D-88/05.01; D-92/04.05; D-149/801; D-2240/08/.02;E-28/06.03*. EUA.
- Bayley, L. (1949). *Manual of cultivated plants*. EUA: Macmillan.
- Bennet, F. (s.f.). *Industrial Waxes Vol I y Vol II*.
- Billmeyer, Frennd, & Max Salzman. (1976). *Principles of color technology*.
- Cardona Cabrera, C. (1994). *Evaluación del proceso de blanqueo de la cera de Arrayán (Myrica cerífera L.) en suspensión con hipoclorito de calcio a diferentes concentraciones y valores de pH*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Chem, C. (1973). EUA.
- Estrada, H. (1994). *Evaluación preliminar de la cera extraída de; árbol de arrayán (Myrica lindeliana)*.
- Fredrickson. (1967). *New Eng J. Med*. EUA.
- Gordon, T., & Castelli. (s.f.). *AMEA*. EUA.
- Hildich, T. (s.f.). *The industrial chemistry of the fast and waxes*. Inglaterra: Tindall and Cox.
- Honduras, U. N. (1989). *Estudio de la prefectibilidad de la cera de San Pascual*.
- Monzón Valdez, V. (1994). *Evaluación del proceso de blanqueo de la cera del fruto de Arrayán (Mírca cérifera L.) a pH = 5 y diferentes concentraciones de Hipoclorito de calcio, y tiempos de contacto*. Guatemala: Universidad de San Carlos.

- Otero Anelle, E. (s.f.). *Análisis de grasas, ceras y sus mezclas comerciales*. España: DOSSAT.
- Pavia, F. (s.f.). *El mundo de los perfumes*. España: Ultramar.
- Pérez Cardoza, G. (1994). *Evaluación de la temperatura y el tiempo de proceso en el blanqueo de la cera de Arrayán (Mirica cérifera L.) crudo fundido con hipoclorito de calcio di-hidratado*. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Públicas, M. d. (1972). *Atlas Nacional de Guatemala*. Guatemala: Instituto geográfico nacional.