

Universidad Nacional
Sistema de Estudios de Posgrado (SEPUNA)
Centro De Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT)
Maestría en Apicultura Tropical (MAT)

CARACTERIZACIÓN POR ZONA Y PROCEDENCIA
FLORAL Y DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA
MIEL DE *Apis mellifera* COMERCIALIZADA POR LA
EMPRESA BLUE ZONES

Emma Taylor De La O

Heredia, agosto del 2021

Trabajo presentado para optar al grado de Máster en
Apicultura Tropical. Cumple con los requisitos establecidos
por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad
Nacional. Heredia. Costa Rica.

Profesores tutores:

MSc. Eduardo Umaña Rojas
MSc. Natalia Fallas Matamoros

Profesores asesores:

MSc. Luis Sánchez Chaves
MSc. Fernando Ramírez Arias

Este trabajo se realizó bajo el auspicio del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), de la Universidad Nacional.

Agradecimientos

A Dios (YAHWEH), por toda su misericordia y su gracia para conmigo, las cuales me demuestra todos los días. La culminación de mi Maestría es una de tantas pruebas de ello.

Al Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales por la oportunidad que me ha dado de estudiar esta Maestría en Apicultura Tropical.

A la empresa Blue Zones por su disposición y colaboración para que yo pudiera tener y desarrollar mi tema de investigación y por proveerme las muestras de miel con las cuales he logrado realizar esta Práctica Profesional.

A los profesores Eduardo Umaña Rojas y Natalia Fallas Matamoros por facilitarme el uso del Laboratorio de Química Apícola del CINAT para llevar a cabo los análisis correspondientes a mi práctica, así como por toda la ayuda que me proporcionaron al realizar dichos análisis y con el seguimiento de mi Práctica Profesional.

A mis profesores asesores Luis Sánchez Chaves y Fernando Ramírez Arias por toda su colaboración y sus valiosos aportes en el desarrollo y el seguimiento de mi trabajo.

A la empresa Pollen Keepers, y especialmente a la empresaria María José Mena, por toda la ayuda que me brindó de buena voluntad en el análisis sensorial de mieles para poder llevar a cabo mi trabajo de manera adecuada.

A la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional por darme apoyo financiero para la realización de mi Práctica Profesional mediante el programa FOCAES.

Dedicatoria

A Dios, el único que merece la honra y la gloria para siempre.

A la memoria de mi papá Mario Alejandro.

A la memoria de mis abuelos Jesse y Clara.

Resumen

Se realizó un estudio de calidad a 5 muestras de mieles procedentes de diferentes zonas apícolas de Guanacaste: Nicoya, Hojancha, Palo Verde, Liberia y Tamarindo de Santa Cruz, comercializadas por la empresa Blue Zones; el objetivo fue determinar los parámetros físico-químicos y la calidad asociada al origen de tales mieles para generar valor agregado. Para ello se hicieron análisis físico-químicos, melisopalinológicos y sensoriales a cada miel. De acuerdo con la hipótesis planteada, se esperaba que las mieles comercializadas por la empresa presentaran calidades diferenciadas en cuanto a su procedencia floral y geográfica, y que cumplieran con los estándares de calidad de comercialización basados en los parámetros físico-químicos establecidos. En el análisis físico-químico se midieron en el laboratorio el contenido de agua (%), hidroximetilfurfural (HMF), actividad de la diastasa, acidez libre y el contenido de azúcares (%). Para el análisis melisopalinológico se extrajeron los granos de polen de cada muestra, se tiñeron con safranina, se colocaron en lámina fijadas y se identificaron al microscopio a nivel de especie, se realizaron conteos totales y por especie y se determinó la composición y procedencia floral de cada miel. En el análisis sensorial se determinaron mediante un panel sensorial las propiedades de aroma, sabor, grado de dulzor, de acidez y de astringencia, color, viscosidad y aptitudes de maridaje de las mieles. Los resultados del análisis físico-químico mostraron que todas las mieles cumplen con los estándares de calidad para todas las propiedades evaluadas. Los análisis de polen indicaron una naturaleza polifloral para todas las muestras, sin embargo, las mieles de Hojancha y Palo Verde presentaron características diferenciadoras especiales al resultar ser mieles de origen bifloral y oligofloral, respectivamente; las mieles de Palo Verde, Santa Cruz y Liberia podrían tener un potencial de diferenciación por denominación de origen. En el análisis sensorial, la calidad organoléptica de las mieles de Liberia, Hojancha y Palo Verde fueron afectadas por la cristalización, el calentamiento y un posible uso excesivo del humo durante la extracción; no obstante, aun fue posible determinar algunas diferencias organolépticas de interés entre las mieles que podrían aprovecharse para la generación de valor

agregado. Con base en los resultados, se concluye que todas las mieles cumplen con los estándares de calidad físico-químicos, mientras que las mieles de Palo Verde y Hojancha son las que podrían generar un valor agregado con base en la diferenciación por procedencia floral; además, las mieles de Liberia, Palo Verde y Santa Cruz podrían tener un potencial de calidad por procedencia geográfica. Finalmente, las distinciones organolépticas percibidas en las mieles podrían aprovecharse para asignarles calidades diferenciadas, lo que a su vez podría aportarles un valor agregado en este sentido, a pesar de su procedencia polifloral. No obstante, este es una investigación preliminar, por lo cual es necesario realizar más estudios melisopalinológicos, de composición botánica por zona y sensoriales más detallados.

Índice

Introducción.....	1
Pregunta de investigación	2
Planteamiento de hipótesis	2
Justificación.....	3
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
Antecedentes	5
1. Generalidades de la miel de abejas.....	5
2. Origen geográfico y botánico de las mieles	6
3. Estándares de calidad físico-químicos.....	8
4. Melisopalinología	11
5. Características sensoriales de la miel.....	11
Metodología.....	13
1. Lugar del estudio	13
2. Análisis físico-químico	13
3. Caracterización melisopalinológica.....	14
3.1. Preparación de las muestras de miel	14
3.2. Método de tinción con safranina.....	15
3.3. Observación, identificación y conteos de granos de polen al microscopio	16
4. Revisión bibliográfica sobre la flora melífera de las zonas de procedencia de las mieles.....	17
5. Caracterización organoléptica.....	17
5.1. Determinación del aroma	17
5.2. Determinación del sabor.....	18
5.3. Determinación de la astringencia	20
5.4. Determinación de la coloración	20
5.5. Determinación de la viscosidad	21
5.6. Maridaje.....	22

Resultados y discusión.....	23
1. Análisis físico-químico	23
2. Análisis melisopalinológico	28
3. Caracterización organoléptica.....	38
Conclusiones.....	44
Recomendaciones.....	45
Literatura citada.....	46
Anexo	52

Índice de cuadros

Cuadro No 1 Características físicas y químicas de la miel de abejas para consumo directo (Tomado de La Gaceta Digital, 2010).	9
Cuadro No 2 Características microbiológicas de la miel de abejas para consumo directo (Tomado de La Gaceta Digital, 2010).	10
Cuadro No 3 Límites de acción para residuos de contaminantes químicos en miel de abejas de consumo directo (Tomado de La Gaceta Digital, 2010).	10
Cuadro No 4 Clasificación de los granos de polen en la miel de acuerdo a su frecuencia de aparición (Louveanux et al., 1978).	16
Cuadro No 5 Escala de determinación de la viscosidad de la miel de abejas (Salamanca, s.f.).	22
Cuadro No 6 Resultados del análisis físico-químico de las muestras de miel de la empresa Blue Zones para los parámetros de contenido de agua, hidroximetilfurfural (HMF), diastasa, acidez libre y contenido de azúcares (fructuosa, glucosa y sacarosa).....	24
Cuadro No 7 . Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Nicoya y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.....	29
Cuadro No 8 Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Hojancha y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.	30
Cuadro No 9 Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Palo Verde y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.....	31
Cuadro No 10 Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Liberia y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.....	32
Cuadro No 11 . Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Santa Cruz y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.....	33
Cuadro No 12 Resultados del análisis sensorial de las muestras de miel de Nicoya, Hojancha, Palo Verde, Liberia y Tamarindo de Santa Cruz, de la empresa Blue Zones.	39

Índice de figuras

Figura No 1 Rueda de Sabor UC Davis para la clasificación organoléptica de miel de abejas. Fuente: Universidad de California en Davis (s.f.).	19
Figura No 2 Escala de Clasificación de Coloración de Mieles. Fuente: Marchese y Flottum (2013).	21
Figura No 3 Mapa de las zonas de procedencia de las mieles evaluadas. Fuente: Cámara de Turismo Guanacasteca (2015).	36
Figura No 4 Muestras de miel de la empresa Blue Zones en proceso de cristalización, colocadas por número de muestra en orden ascendente de izquierda a derecha: Nicoya, Hojancha, Palo Verde, Liberia y Santa Cruz. Fuente: fotografía propia.	38

Introducción

El ser humano ha utilizado a través de la historia los productos de la colmena para diversos fines. En el caso de la miel de abejas, ésta ha servido de alimento y para uso medicinal, e incluso como parte de rituales religiosos. Los verdaderos orígenes de estos productos fueron conocidos hasta hace unos pocos siglos atrás; en la actualidad es sabido que la miel proviene principalmente del néctar de las flores, que es transformado por las abejas al secretar enzimas en dicha sustancia dentro de su cuerpo (Crane, 1997), pero también éstas la pueden producir a partir de las excretas de insectos que succionan los jugos de partes vivientes de las plantas, o inclusive de las secreciones de nectarios extraflorales colectadas por ellas (Puscion-Jakuvik et al., 2020).

El agua de dichas sustancias que recolectan las abejas es evaporada mientras se mezcla con las enzimas invertasa y glucosa oxidasa dentro del organismo de la abeja obrera, produciéndose de esta forma una solución altamente sobresaturada con propiedades antimicrobianas, la cual es almacenada en las celdas del panal (Crane, 1997; Bodganov y Martin, 2002).

Debido a que las abejas utilizan el néctar de muchas plantas, e incluso de diferentes especies de plantas a la vez, así como las secreciones de otros insectos para fabricar la miel, ésta puede presentar variaciones considerables en su composición y en sus propiedades organolépticas (sabor, olor, color, sustancias bioquímicas presentes, tipos de polen presentes, etc.) (Huidobro et al., 1985). Es por esta razón que existen diferentes calidades de mieles (Huidobro et al., 1985), en cuya determinación resultan de mucha utilidad tanto el empleo de la melisopalinología (estudio del polen en la miel), como los métodos de análisis físico-químicos y el análisis organoléptico o sensorial.

Debido a que en la actualidad se promociona cada vez más la diferenciación de calidades de las mieles con respecto a su origen botánico, sus cualidades organolépticas, sus propiedades medicinales, su composición química y zona de

procedencia, la melisopalinología, el análisis físico-químico y el análisis sensorial juegan un papel importante en la clasificación de dichas calidades. Esto también constituye una herramienta ventajosa cuando se trata de detectar fraudes y equivocaciones con respecto a la “identidad” de una miel y a su pureza y cumplimiento de los estándares básicos de calidad, y contribuye a darle un valor agregado al producto, con lo cual es posible percibir mayores ganancias por su venta (Huidobro et al., 1985; Bodganov y Martin, 2002).

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los factores que generan calidad a las mieles comercializadas por la empresa Blue Zones de acuerdo con su procedencia floral, su procedencia geográfica, sus características físico-químicas y sus cualidades organolépticas?

Planteamiento de hipótesis

Las mieles comercializadas por la empresa Blue Zones presentan calidades diferenciadas en relación con su procedencia floral, su procedencia geográfica y sus características sensoriales, así como un alto cumplimiento de los parámetros físico-químicos, lo cual les brinda una alta calidad de comercialización.

Justificación

Cada vez más se le ha estado dando importancia a la diferenciación de la miel de abejas basada en aspectos como su procedencia u origen floral, la zona geográfica de la que proviene y su determinación mediante análisis palinológicos, físico-químicos y sensoriales. Aunado a esto, se debe destacar la relevancia que tiene el hecho de garantizar una miel cuya pureza, frescura y composición físico-química cumplan con los estándares de calidad establecidos, de manera que sea posible ofrecer al consumidor un producto no adulterado y que conserve intactas todas sus características y sus beneficiosas propiedades naturales. Todos estos aspectos presentan una relación directa con la calidad del producto.

En este sentido, tanto los apicultores como las empresas que se dedican a la producción y comercialización de este producto natural tienen una oportunidad de garantizar su calidad óptima y su diferenciación, de acuerdo con su zona de procedencia ligada a las principales plantas de las que se origina dicho producto y en relación con sus cualidades organolépticas, todo lo cual permita asignar un carácter especial a las mieles producidas.

El estudio de las propiedades físico-químicas, organolépticas y de procedencia botánica de las mieles pertenecientes a varias zonas apícolas de Guanacaste que son comercializadas por la empresa Blue Zones propuesto en este anteproyecto representa un trabajo pionero en lo que respecta a estas zonas. Además, dicho estudio puede contribuir con la empresa en la comprobación y regulación del cumplimiento de los estándares básicos de calidad del producto, a la diferenciación de las mieles que comercializa para la generación de valor agregado de éstas, al posicionamiento de su marca y a la adquisición de un sello de calidad, lo que se verá reflejado en un mayor crecimiento económico, reconocimiento y prestigio de la empresa.

Objetivo general

Determinar los parámetros físico-químicos, así como la calidad asociada al origen y a las propiedades sensoriales de las mieles comercializadas por la empresa Blue Zones procedentes de distintas zonas apícolas de la provincia de Guanacaste para generar valor agregado.

Objetivos específicos

Identificar el origen botánico de la miel colectada en apiarios de diferentes zonas de la provincia de Guanacaste mediante análisis melisopalinológicos.

Identificar la flora presente en las diferentes zonas geográficas de las cuales proceden las muestras de miel.

Medir la calidad de la miel colectada mediante la aplicación de los métodos de análisis físico-químicos y organolépticos de mieles.

Antecedentes

1. Generalidades de la miel de abejas

La miel es un producto de la colmena, que podría definirse como una sustancia dulce natural producida por las abejas como alimento, cuya materia prima proviene de diferentes fuentes, ya sea del néctar de las flores que éstas visitan, o de secreciones de otras partes vivas de las plantas, o bien, de excreciones azucaradas de insectos succionadores de plantas que son recogidas por las abejas de las partes vivas de éstas, las cuales son transformadas y combinadas con sustancias específicas dentro del organismo de estos animales benéficos, y luego depositadas en las celdas del panal para su maduración (Codex Alimentario, 2001) y su posterior consumo por los individuos de la colmena. Este alimento es consumido por las abejas melíferas como un recurso energético, el cual es, a su vez, seguro y estable. La miel de abejas ha sido también apreciada por el ser humano y, al igual que las abejas, ha utilizado este endulzante natural durante milenios como una fuente de energía para el organismo (Schmidt, 1997). Las formas de consumo de la miel de abejas por el hombre varían, ya que puede ingerirse sola o acompañando otros alimentos, o bien, como un ingrediente dentro de una amplia variedad de ellos (White, 1975).

La miel es una solución sobresaturada de azúcares (glucosa, fructosa, azúcares similares a la maltosa, trazas de sacarosa) y otras sustancias en pequeñas cantidades tales como glucosa oxidasa, fenoles, peróxido de hidrógeno, terpenos, flavonoides, etc. (White, 1975). Como afirma Molan (1992), es precisamente su alto contenido en azúcares lo que le confiere a la miel de abejas sus propiedades higroscópicas, de viscosidad y de pH bajo, mientras que los compuestos fenólicos, los flavonoides, los terpenos y el peróxido de hidrógeno que forman parte de su composición son las sustancias que le dan propiedades antimicrobianas. Por otra parte, es la fructosa la principal responsable de la dulzura de la miel, mientras que su sabor es debido a la presencia de las esencias traza derivadas de diversos compuestos florales, entre ellos alcoholes,

aldehidos y ésteres (White, 1975).

Además del uso que se le da a la miel como alimento por parte del ser humano, también se le ha dado importancia a su uso medicinal, como una sustancia que favorece la salud y el bienestar de las personas; es amplia la lista de aplicaciones que se le ha dado en el área de la medicina, entre ellas, la rápida curación de heridas, quemaduras de piel y úlceras gástricas. Esto es debido a sus conocidas cualidades antimicrobianas, anaeróbicas, de remoción de fluidos y de humectación (Schmidt, 1997).

2. Origen geográfico y botánico de las mieles

Debido a que las abejas producen su miel a partir de la selección y utilización de los recursos florales en diferentes proporciones y conforme a la distribución y abundancia espacial y temporal de dichos recursos en las zonas en que se encuentran sus colmenas, existe una diferenciación entre mieles de acuerdo con su origen geográfico, como con su origen botánico (Schulz y Lueke, 1994; Girón, 1995; Porter, 2003). Esta diferenciación ha llegado a tener una creciente importancia a nivel global, ya que, entre otras razones, se ha convertido en una estrategia de mercado para generar valor agregado a la miel de abejas. Así, por ejemplo, ya es posible encontrar en establecimientos comerciales mieles diferenciadas con valores muy superiores a los de las mieles no diferenciadas; entre dichas mieles diferenciadas pueden mencionarse la miel monofloral de Acacia, mieles de España originarias de la región de Alcarria y de la isla de Córcega (Ortiz, 1992; Rodríguez, 2006; Yang et al., 2012; Nates et al., 2013).

También, Persano y Piro (2004) indican que de las más de 100 especies botánicas conocidas en Europa como fuentes de miel monofloral hay al menos 15 que son las más importantes en términos de abundancia en su producción y relevancia en el ámbito comercial. Dentro de estas mieles se mencionan las de *Brassica napus*, *Calluna vulgaris*, *Castanea sativa*, *Citrus* spp., *Eucalyptus* spp., *Helianthus annuus*, *Lavandula* spp, *Robinia pseudoacacia*, *Rosmarinus officinalis*,

Thymus spp, *Tilia* spp., Miel de Mielada y Miel de Mielada de *Metcalfa pruinosa*. Por otra parte, Malacalza et al. (2005) mencionan que en la provincia de Buenos Aires, Argentina, las más frecuentes mieles monoflorales de importancia económica que se producen proceden de *Eucaliptus* spp. *Lotus* spp. y *Helinthuss annus*.

De acuerdo con su origen geográfico, cada miel presenta cualidades propias que son producto de las condiciones biofísicas de la región a la cual pertenece; esas cualidades corresponden a características organolépticas (color, sabor, aroma, etc.), físico-químicas y palinológicas. El sello de calidad de denominación de origen está relacionado con el origen geográfico de una miel; éste garantiza que la miel en cuestión efectivamente proviene de una región determinada, para lo cual es necesario realizar estudios palinológicos, físico-químicos y organolépticos (Ortiz, 1992; Yang et al., 2012).

Por otra parte, el origen botánico está determinado por la composición floral de la que procede la miel. En este sentido, las mieles pueden clasificarse en mieles monoflorales, caracterizadas por el predominio del néctar de una especie de planta por encima de los contenidos de néctar de las demás especies presentes (presencia del polen de la especie respectiva en la miel mayor del 45 %), y multiflorales, caracterizadas por presentar una composición de néctares de varias especies vegetales en proporciones muy variables y sin predominio significativo de ninguno de ellos (Caules, 2021). De acuerdo con Louveanux et al. (1978), las categorías establecidas con base en las frecuencias de aparición de polen en las muestras de miel son las siguientes: frecuencia > 45 % = Polen predominante (monofloral), frecuencia de 16 a 45 % = Polen secundario, de 3 a 15 % = Polen de menor importancia, de 1 a 3 % = Polen menor y frecuencia < al 1 % = polen esporádico.

3. Estándares de calidad físico-químicos

El primer requisito para garantizar que una miel que se desea comercializar sea de buena calidad es que ésta cumpla con los estándares de calidad para las características generales de dicho producto exigidos por la legislación.

De acuerdo con el “Reglamento Técnico para Miel de Abejas” vigente en Costa Rica, para que la miel pueda considerarse apta para el consumo humano directo, y por tanto comercializable, ésta como tal no debe contener ingredientes adicionales, incluyendo los aditivos alimentarios y cualquier otra sustancia que no sea miel de abejas. Además, no debe haber ningún cuerpo extraño ni ningún sabor o aroma absorbidos en materias extrañas mientras se lleva a cabo el procesamiento y en el almacenamiento. Por otra parte, no debe haber fermentación (evidenciada en la presencia de efervescencia, producción de gases o excesos de espuma), ni calentamiento, ni elaboración del producto de modo que haya modificación de su composición natural y(o) que se degrade su calidad (La Gaceta Digital, 2010).

Además de lo anterior, para asegurar la buena calidad de la miel de abejas es necesario que la misma cumpla con una serie de parámetros físico-químicos (Cuadro 1), así como con las características microbiológicas establecidas (Cuadro 2) y los límites de acción para residuos de contaminantes químicos (Cuadro 3). Cabe destacar que dichos parámetros deben ser analizados mediante el seguimiento de un protocolo en laboratorios especializados.

Cuadro No 1 Características físicas y químicas de la miel de abejas para consumo directo (Tomado de La Gaceta Digital, 2010).

Características físicas y químicas	Valor
Densidad relativa a 25 °C	No menos de 1,40
Humedad en porcentaje en masa	No más de 21
Sacarosa en porcentaje en masa	No más de 5
Sacarosa en porcentaje en masa de mieles monoflorales: Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), <i>Citrus</i> spp., falsa Acacia(<i>Robinia pseudoacacia</i>), French Honeysuckle (Madreselva) (<i>Hedysarum</i>), Menzies Banksia (<i>Banksia menziesii</i>), Goma roja (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>), Leatherwood (<i>Eucryphia lucida</i>), <i>Eucryphia miligani</i> .	No más de 10
Sacarosa en porcentaje en masa de mieles monoflorales: Lavanda (<i>Lavandula</i> spp.), Borraja (<i>Borago officinalis</i>)	No más de 15
Azúcares simples: la suma de fructuosa y glucosa en porcentaje en masa ¹ .	No menos de 60
Acidez libre en meq. por cada kg	No más de 50
Cenizas en porcentaje en masa	No más de 0,6
Hidroximetilfurfural (HMF) en mg/kg ²	No más de 40
Número de diastasa (Unidades de Shade)	No menos de 8
Contenido de sólidos insolubles en agua en Porcentaje en masa ³	No más de 0,1

Notas:

1. En la Miel de Mielada la suma de la fructuosa y glucosa no debe ser menos de 45 en porcentaje de masa.
2. En el caso de la miel de origen declarado procedente de países o regiones de temperatura ambiente tropical, así como de las mezclas de estas mieles, el HMF no deberá exceder de 80 mg/kg. Así mismo, las mieles con un contenido bajo de enzimas naturales y un contenido de HMF no superior a 15 mg/kg, no deben tener menos de 3 unidades de Schade.
3. La miel denominada “Miel Prensada” no debe contener más del 0,5 del Porcentaje en masa de sólidos insolubles en agua.

Cuadro No 2 Características microbiológicas de la miel de abejas para consumo directo (Tomado de La Gaceta Digital, 2010).

Grupo de microorganismos	Microorganismos por gramo de miel
Recuento Total Aerobio	1 x 10 ⁴ UCF/g
Recuento Total de Hongos y Levaduras	1 x 10 ² UCF/g
Coliformes totales	Menos de 3 NMP/g
<i>Salmonella</i> spp.	Ausencia en 25 gramos

Cuadro No 3 Límites de acción para residuos de contaminantes químicos en miel de abejas de consumo directo (Tomado de La Gaceta Digital, 2010).

Residuos	Matriz	Límite de acción (ppb)
Cloranfenicol	Miel	0,3
Nitrofuranos	Miel	0,5
Sulfonamidas	Miel	10
Estreptomicina	Miel	40
Tilosina	Miel	40
Alfa cipermetrina	Miel	50
Esfenvalerato		
Permetrina		
Lambda cialotrina		
Deltametrina		
Fenvalerato		
Amitraz	Miel	100
Organoclorados	Miel	200
Organofosforados	Miel	100
Plomo	Miel	500
Cadmio	Miel	200

4. Melisopalinología

La melisopalinología es una rama de la palinología, cuya etimología es *melisa* (abeja) y *palinología* (tratado del polen); es decir, es el estudio del polen que se encuentra presente en la miel de abejas, lo cual se hace con el fin de determinar el origen botánico y geográfico de las mieles; para ello se llevan a cabo análisis microscópicos del polen de la miel respectiva (Huidobro et al., 1985; Gutiérrez, 2019).

Debido a que las abejas recolectan los granos de polen de las flores que visitan, junto con el néctar para utilizarlo como alimento proteico y fuente de vitaminas, llegan a encontrarse dichas estructuras en la miel cuando algunos de esos granos pasan al estómago de la abeja con el néctar durante su fabricación. Los granos de polen presentan variaciones en tamaño, color, formas, ornamentaciones de la exina, número y tipo de aberturas, etc., dependiendo de la especie de planta a la que pertenezcan; es por dicha razón que no es posible encontrar granos de polen idénticos entre plantas de especies diferentes (Huidobro et al., 1985). Tales razones son las que permiten llevar a cabo los análisis melisopalinológicos.

Mediante los análisis palinológicos que se realizan al microscopio es posible saber cuáles son las especies vegetales que han sido utilizadas por las abejas como fuentes de néctar, y en qué porcentajes. Por otra parte, al calcular el porcentaje de polen presente en la miel analizada, este hecho también permite excluir el polen de plantas no melíferas (Gutiérrez, 2019).

5. Características sensoriales de la miel

Como ya es conocido, para un producto alimenticio como la miel, es de gran importancia el conjunto de sus propiedades físico-químicas que le confieran unas características de calidad comercial y un atractivo que conlleven a su aceptación por parte de los consumidores. Sin embargo, además de dichas propiedades, las

características sensoriales también se incluyen dentro de los principales atractivos de la miel, las cuales se refieren a aquellas propiedades olfativas, gustativas, y otras particularidades que permiten en conjunto diferenciarla de las demás mieles, confiriéndole una “identidad organoléptica propia” y una calidad de valor agregado (Pacheco et al., 2016).

En efecto, de acuerdo con Pacheco et al. (2016), los aromas y los sabores de una miel se derivan de diferentes factores, entre los cuales se pueden mencionar la amplia variabilidad floral, así como el origen geográfico y la estacionalidad en que las abejas realizan sus labores de recolecta de néctar, que influyen en la producción de notas dulces, ácidas o amargas, o que incluso, al combinarlo con los colores se tienen mieles con tonalidades y sabores que las vuelven únicas.

A pesar del papel que juegan las propiedades sensoriales de la miel en su aceptación por parte de los consumidores y de su gran potencial para la generación de valor agregado, en Costa Rica es poca la información relacionada con dichas características organolépticas en las mieles producidas en el país, ya que no existe una cultura de establecimiento de parámetros de calidad en este sentido. De ahí la importancia de desarrollar esta innovadora área de conocimiento a nivel nacional.

Metodología

1. Lugar del estudio

La práctica profesional se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT) y en las instalaciones de la empresa Pollen Keepers, ubicada en Barrio Escalante, San José. Las actividades de dicha práctica correspondieron al análisis físico-químico, el análisis melisopalínológico y el análisis sensorial de las muestras de miel de *Apis mellifera* comercializadas por la empresa Blue Zones, ubicada en Nicoya de Guanacaste.

Las muestras de miel provinieron de apiarios ubicados en las zonas de Palo Verde, Nicoya, Hojanca de Nicoya, Liberia y Tamarindo de Santa Cruz. Estas fueron enviadas al CINAT por el personal de la empresa Blue Zones, las cuales fueron debidamente etiquetadas.

2. Análisis físico-químico

El análisis físico-químico de las muestras de miel se realizó siguiendo los protocolos establecidos por la Comisión Internacional de la Miel (International Honey Commission, 2009), indicados en el manual "Harmonised Methods of the International Honey Commission". Los parámetros medidos en dicho análisis fueron los de contenido de agua (%), hidroximetilfurfural (HMF), actividad de la diastasa, acidez libre y contenido de azúcares (%).

No se hicieron modificaciones a dichos procedimientos, salvo en el caso del análisis de diastasa. Los cambios realizados en este caso fueron los siguientes:

Para preparar la solución de almidón se pesaron 2,1524 g de almidón en un erlenmeyer de 250 ml y se agregó 60 ml de agua destilada, luego de lo cual se procedió a agitar constantemente y calentar la mezcla hasta ebullición, dejándola hervir por 3 minutos; posteriormente se enfrió a mezcla colocando el recipiente

bajo un chorro de agua de tubo y se trasvasó cuantitativamente a un balón aforado de 100 ml y se diluyó con agua destilada hasta la marca de aforo.

Para la preparación de la solución de calibración se colocaron 5,00 ml de la solución de almidón y 10,00 ml de agua destilada en un vial; aparte se prepararon 5 beakers, en los cuales se vertieron 20,00 ml, 21,00 ml, 22,00 ml, 23,00 ml, 24,00 ml y 25,00 ml de agua destilada, respectivamente, y se adicionó a cada uno 5,00 ml de la solución de KI/I₂; posteriormente se agregó 0,50 ml de la nueva solución de almidón al contenido de cada beaker y se eligió la cantidad de agua destilada que se ajustaba al rango de absorbancia de 0,745 a 0,770 a 660 nm contra un blanco de agua destilada. Dicha cantidad de agua destilada elegida fue la de 22,00 ml, la cual fue utilizada para realizar los análisis de la actividad enzimática de la diastasa de cada muestra de miel al espectrofotómetro.

3. Caracterización melisopalinológica

Para la realización del análisis melisopalinológico se siguió la metodología de Sánchez (2001), la cual es la comúnmente utilizada en el CINAT. Al llevar a cabo dicha metodología para el presente estudio, se realizaron algunas modificaciones.

3.1. Preparación de las muestras de miel

En esta parte fue necesario realizar un tratamiento previo de descristalización de las muestras de miel de Nicoya, Palo Verde y Liberia, ya que para poder hacer los estudios melisopalinológicos era necesario que todas las mieles a analizar se encontraran en estado líquido. Debido a que la muestra de Nicoya presentó un grado leve de cristalización, únicamente fue sometida a una agitación constante en un homogenizador durante aproximadamente 20 minutos; sin embargo, puesto que las muestras de Palo Verde y Liberia presentaron un grado de cristalización más avanzado, fueron calentadas al baño maría a una temperatura máxima de 60 °C durante 20 – 30 minutos para revertir dicha

cristalización.

Se agitaron manualmente las muestras de miel en sus respectivos frascos entre 10 y 20 veces a fin de distribuir homogéneamente el polen contenido en ellas; luego se tomó una porción de cada muestra por separado, cuyas alícuotas se colocaron en beakers debidamente rotulados. Se procedió a llenar cada beaker con su respectiva muestra hasta un volumen de 60 cc, y se diluyó cada alícuota con 60 cc de agua y se homogenizaron las mezclas.

El contenido de cada muestra fue vertido en 2 tubos de ensayo rotulados, correspondientes a 2 repeticiones por muestra; los tubos se llenaron hasta aproximadamente 1,5 cm del borde y se colocaron en una centrífuga, donde se centrifugó por 5 minutos a 5000 r.p.m. Seguidamente, se decantaron los tubos de un golpe, se le adicionó agua destilada al contenido y se volvió a realizar una segunda centrifugación durante 5 minutos a 5000 r.p.m. Los tubos fueron sacados luego de la centrífuga y se volvió a decantar de un golpe, volviendo a realizar el mismo procedimiento por tercera vez.

3.2. Método de tinción con safranina

Al contenido final de cada tubo se le adicionaron 10 gotas de safranina y se dejaron las repeticiones en reposo durante 5 minutos. Luego de ese tiempo, se llenaron los tubos con glicerol hasta aproximadamente 1,5 cm del borde y las soluciones obtenidas se dejaron reaccionando por alrededor de 10 minutos, luego de lo cual se centrifugó nuevamente por 5 minutos a 5000 r.p.m.

Se volvieron a decantar los tubos y se dejaron escurrir los granos de polen contenidos en el fondo de éstos manteniendo los tubos boca abajo en posición completamente vertical sobre un papel absorbente previamente colocado en una gradilla porta tubos para recoger el exceso de glicerol. Posteriormente, se secó el contenido de los tubos en una estufa a 35 °C por al menos 24 horas.

Una vez secos los contenidos de polen de los tubos (los “botones” de polen

teñidos con safranina), se procedió a frotar un pequeño trozo de glicerina sólida sobre cada botón de polen para capturar la mayor cantidad posible del mismo. Se tomaron para cada repetición dos cargas de polen que se colocaron individualmente en un portaobjetos, el cual se calentó ligeramente sobre una plantilla para derretir la glicerina y se colocaron los cubreobjetos para luego hacer observaciones al microscopio de las láminas obtenidas.

3.3. Observación, identificación y conteos de granos de polen al microscopio

Se realizaron conteos totales al microscopio de los granos de polen en un mínimo de 4 transectos aleatorios, así como conteos específicos de los diferentes tipos de polen presentes en dichos transectos, para la obtención de sus porcentajes y su respectiva identificación botánica a nivel de familia y de especie; de esta manera, se determinó la composición floral de cada miel analizada y el polen dominante en dicha composición. Para tal efecto se utilizaron los criterios establecidos por Louveanux et al. (1978) para las frecuencias de aparición de polen en las muestras de miel, según se muestra en el Cuadro 4. Con base en los resultados obtenidos se identificó la procedencia floral de cada miel analizada.

Cuadro No 4 Clasificación de los granos de polen en la miel de acuerdo a su frecuencia de aparición (Louveanux et al., 1978).

Frecuencia de aparición de especie de polen en la muestra de miel (%)	Clasificación de polen
> 45 %	Polen predominante (monofloral)
16 % a 45 %	Polen secundario
3 % a 15 %	Polen menor importante
1 % al 3 %	Polen menor
< 1 %	Polen esporádico

4. Revisión bibliográfica sobre la flora melífera de las zonas de procedencia de las mieles

Se llevó a cabo una breve revisión bibliográfica de trabajos realizados anteriormente sobre las zonas de procedencia de las muestras de miel en Guanacaste o similares para complementar el análisis melisopalinológico en cuanto a la caracterización de dichos lugares con respecto a su composición floral. Debido a que esta breve revisión bibliográfica fue un complemento al análisis melisopalinológico, ésta se incluyó dentro del apartado de la discusión de resultados de dicho análisis.

5. Caracterización organoléptica

Para llevar a cabo la caracterización organoléptica se recibió una capacitación de iniciación en el análisis sensorial de la miel a cargo de la especialista María José Mena, de la empresa Pollen Keepers. Con los conocimientos adquiridos en dicha capacitación se realizó un panel sensorial para determinar las características organolépticas de las muestras de miel de la empresa Blue Zones y diferenciarlas de acuerdo con los resultados de dicho análisis.

El panel sensorial de las muestras de miel comprendió la determinación de las características de coloración, viscosidad, aroma, sabor, astringencia y maridaje. Es necesario aclarar que al realizar este análisis las muestras de miel ya se encontraban en proceso de cristalización y, de hecho, algunas de ellas presentaron un grado de cristalización avanzado; además, al utilizar las muestras de Palo Verde y Liberia, éstas ya habían sufrido calentamiento en la etapa del análisis melisopalinológico.

5.1. Determinación del aroma

Para caracterizar las mieles en cuanto a su aroma se procedió primero a mover con suavidad cada muestra dentro de su propio recipiente destapado, luego se colocó el recipiente directamente bajo la nariz, procurando cubrir por completo

la boca del mismo colocando las manos alrededor, esto para captar la mayor cantidad posible de sus componentes aromáticos (Gómez, 2004). Con base en los aromas percibidos, se utilizó la Rueda de Sabor UC Davis para miel de abejas (Figura 1), para su catalogación, basándose en las notas de aroma y sabor clasificadas en la misma. El uso de la Rueda UC Davis para la determinación organoléptica de cada miel se realizó clasificando las notas de aroma de la muestra partiendo desde el centro del círculo, donde se encuentran los nombres de los grupos de aromas y sabores correspondientes a la clasificación más general (familias), hacia afuera, llegando hasta los nombres de aromas y sabores ubicados en la periferia, que corresponden a la clasificación más específica dentro de la familia elegida (Marchese y Flottum, 2013).

5.2. Determinación del sabor

Después de realizar el análisis del aroma se procedió a caracterizar el sabor de las mieles, incluyendo su grado de dulzor y de acidez. Para ello se tomó una cantidad de la muestra respectiva con una cuchara plástica y se oxigenó la boca realizando con ella varias succiones de aire, seguidamente se realizó una salivación de igual proporción a la cantidad de muestra a degustar y se colocó la miel en el paladar, donde se mezcló y se disolvió con la saliva secretada y fue saboreada paseando la miel por la boca para percibir mejor los aromas por la vía retronasal, lo cual contribuyó a detectar mejor los gustos (Gómez, 2004).

Para caracterizar los sabores de las mieles se utilizó la Rueda de Sabor UC Davis (Figura 2) de la misma manera descrita para la determinación del aroma, determinando primero los gustos primarios, que en dicha rueda se clasifican como dulce, ácido, salado y amargo (cuyos nombres suelen abreviarse por sus iniciales como DASA), tal y como se observan en la sección de color blanco ubicada en la parte superior de ésta. Para clasificar el grado de dulzor y de acidez se utilizó una escala numérica de grados de intensidad proporcionada por la empresa Pollen Keepers, donde 1 representa la ausencia de dulzor o acidez y 5 representa el valor máximo de dulzor o de acidez. Seguidamente, se procedió a

identificar las diferentes notas de sabor, las cuales corresponden a la misma clasificación utilizada para los aromas en la Rueda de Sabor. Luego de determinar el sabor de una muestra fue necesario ingerir agua para limpiar la boca antes de analizar la siguiente muestra, esto para evitar interferencias provenientes de los restos de la miel evaluada previamente.



Figura No 1 Rueda de Sabor UC Davis para la clasificación organoléptica de miel de abejas. Fuente: Universidad de California en Davis (s.f.).

5.3. Determinación de la astringencia

La astringencia de cada muestra en el paladar fue determinada en el momento en que se procedió a definir su sabor, poniendo atención a la intensidad de sensación de “picor” o “raspado” percibido durante la determinación de las notas de sabor y después de haber tragado la miel. La clasificación del nivel de astringencia se realizó con base en una escala utilizada por la empresa Pollen Keepers, la cual incluye cuatro categorías: nulo, bajo, medio y alto.

5.4. Determinación de la coloración

Para determinar la coloración se utilizó la Escala de Clasificación de Coloración de Mieles (Figura 2). Esta escala presenta 7 colores designados para mieles, los cuales varían entre el blanco agua y el ámbar oscuro; además, dentro de cada color se encuentra una serie de tonalidades. El proceso de determinación del color se realizó colocando las muestras en frascos de vidrio incoloro y seguidamente se observó cada miel a la luz del día; luego se comparó el color observado en la miel con los de la escala y se eligió el color y la tonalidad dentro del mismo al que correspondía la coloración observada en la muestra respectiva.

Para realizar este procedimiento se tomó una parte de cada muestra y se desmenuzó para su observación, debido a que, de acuerdo con Marchese y Flottum (2013), en las mieles cristalizadas el color tiende a aclararse, y lo que se buscaba era poder observar su color en estado líquido.



Figura No 2 Escala de Clasificación de Coloración de Miel. Fuente: Marchese y Flottum (2013).

5.5. Determinación de la viscosidad

En esta parte se utilizó la misma miel en estado líquido que se usó para la determinación de la coloración. En este caso se observó con detenimiento la velocidad de fluidez de cada muestra y se clasificó su comportamiento de viscosidad de acuerdo con la escala establecida por Salamanca (s.f.) (Cuadro 5).

Cuadro No 5 Escala de determinación de la viscosidad de la miel de abejas (Salamanca, s.f.).

Parámetro	Número	Término	Producto de comparación
Viscosidad	1	Nada viscoso	Agua
	2	Poco viscoso	Aceite de oliva virgen
	3	Medianamente viscoso	Glucosa de maíz
	4	Viscoso	Caramelo líquido
	5	Muy viscoso	Leche condensada

5.6. Maridaje

De acuerdo con los resultados de análisis de aroma y sabor obtenidos para las mieles, se determinó brevemente los tipos de alimentos con los que podría combinar cada una, conforme a sus características organolépticas.

Resultados y discusión

1. Análisis físico-químico

En el Cuadro 6 se presentan los resultados obtenidos del análisis físico-químico realizado a las muestras de miel procedentes de Guanacaste, en referencia a los parámetros de contenido de agua, hidroximetilfurfural (HMF), diastasa, acidez libre y contenido de azúcares.

Cuadro No 6 Resultados del análisis físico-químico de las muestras de miel de la empresa Blue Zones para los parámetros de contenido de agua, hidroximetilfurfural (HMF), diastasa, acidez libre y contenido de azúcares (fructuosa, glucosa y sacarosa).

Muestra de miel	HMF (≤80 mg/kg)	Acidez libre (≤50 meq/1000g)	Contenido de agua (≤21 %)	Diastasa (≥8 DN)	Contenido de azúcares (% m/m)			
					Fructuosa	Glucosa	Sacarosa	Total
Nicoya	16 ± 2	19 ± 1	17,8 ± 0,2	20,3 ± 1,5	38,7 ± 0,8	32,6 ± 0,7	< 0,6 (LC)	72 ± 1
Hojancho	19 ± 2	23 ± 1	19,4 ± 0,2	17,0 ± 4,1	36,5 ± 0,7	32,3 ± 0,6	0,96 ± 0,02	70 ± 1
Palo Verde	25 ± 2	19 ± 1	17,4 ± 0,2	17,9 ± 1,3	38,0 ± 0,8	34,4 ± 0,7	0,88 ± 0,02	73 ± 1
Liberia	22 ± 2	20 ± 1	18,6 ± 0,2	29,4 ± 2,4	38,5 ± 0,8	33,4 ± 0,7	< 0,2 (LD)	72 ± 1
Santa Cruz	7 ± 2	24 ± 1	18,0 ± 0,2	30,6 ± 4,4	38,0 ± 0,8	32,3 ± 0,6	< 0,2 (LD)	70 ± 1

*LD = límite de detección; LC = Límite de cuantificación

De acuerdo con los resultados mostrados en el Cuadro 6, los valores obtenidos de todos los parámetros evaluados para todas las muestras se encuentran dentro de los permitidos, lo cual indica que las mieles analizadas cumplen con los estándares de calidad que las hacen aptas para su comercialización y consumo.

Se observa en dicho Cuadro 6 que los valores de hidroximetilfurfural (HMF) se encuentran muy por debajo del valor máximo permitido para este compuesto para las mieles procedentes de climas tropicales (80 mg/kg) y, de hecho, dichos valores incluso son menores que el máximo permitido de 40 mg/kg de HMF para mieles en general (Zandamela, 2008), ya que la muestra de miel de Palo Verde presentó el mayor contenido de HMF, con 25 mg/kg, y la miel de Santa Cruz presentó el valor más bajo, con 7 mg/kg.

El hidroximetilfurfural (HMF) es un aldehído cíclico que se forma a temperatura ambiente a partir de la deshidratación de la fructosa en medio ácido (valor promedio de pH 3,9); dicho proceso se acelera con el calentamiento o el almacenamiento de la miel a elevadas temperaturas (White y Siciliano, 1980; Huidobro y Simal, 1984a), por lo que el sobrecalentamiento y el grado de envejecimiento de la miel afectan su contenido (Bosch y Serra, 1986).

La tasa de formación de HMF también guarda una relación directa con la humedad (Schade et al., 1958), así como una relación inversa con la actividad enzimática existente de la diastasa (Huidobro y Simal, 1984a), por lo que con un aumento en el contenido de agua habría también un incremento del HMF presente en la miel y una disminución de la diastasa, lo que podría indicar una conservación inadecuada del producto. Por otro lado, el contenido de HMF aumenta de manera espontánea con el transcurso del tiempo a temperatura ambiente (Zandamela, 2008). Además, la adición de azúcar invertido producido por hidrólisis química a la miel puede causar también la presencia de altos contenidos de HMF (Serra y Gómez, 1986), lo que permite utilizar este parámetro como indicador de adulteración del producto.

En el caso de la acidez libre, se observa que para todos los casos ésta presenta un valor mucho menor que el valor límite establecido siendo la miel de Santa Cruz la que presentó el valor máximo de 24 meq/1000 g, mientras que el valor mínimo fue de 19 meq/1000 g, en la muestra de Palo Verde. La acidez libre aumenta durante el almacenamiento, de modo que al encontrarse un alto contenido de acidez libre en la miel, esto puede indicar que se

trata de una miel que no es fresca (Zandamela, 2008). Por otra parte, se debe indicar que el alcohol que proviene de la fermentación de los azúcares se transforma en ácido por medio de la acción microbiana (Crane, 1975), lo cual aumenta la acidez libre; este hecho también puede indicar que la miel analizada que tenga una acidez libre por encima del valor permitido presenta problemas de fermentación o conservación, o que ha sido adulterada.

Sin embargo, hay que destacar que a pesar de haberse establecido 50 meq/kg de acidez libre como el máximo permitido, existen mieles que son la excepción a la regla, ya que presentan una acidez libre mayor que dicho límite en su estado natural y recién extraídas, sin que presenten problema alguno de calidad en este aspecto (Sanz y Triguero, 1970; Riobos, 1988; Sancho et al., 1991; Frias y Hardisson, 1991; Sanz et al., 1994).

El contenido de agua para cada muestra se encuentra por debajo del máximo permitido (21 %). En efecto, se observa que los valores en las muestras para dicho parámetro van desde el 17,4 % (Palo Verde) al 19,4 % (Hojancha) de humedad. Esto es importante para garantizar la calidad de la miel, ya que ésta es un producto que presenta gran higroscopicidad, por lo que las mieles almacenadas en lugares húmedos llegan a absorber mucha agua, razón por la cual son más susceptibles de sufrir crecimiento microbiano (Sanz et al., 1995; Zandamela, 2008). Por otra parte, el contenido de humedad influye en la conservación de la miel (al efectuarse la mayoría de reacciones de transformación y alteración en la fase acuosa), su palatabilidad, su sabor, su color, su solubilidad, su peso específico y su valor comercial (Crane, 1975; McGregor, 1979; Piana et al., 1989; Zandamela, 2008).

En relación con la diastasa, se observa que para todas las muestras los contenidos de esta enzima son muy altos, ya que se encuentran muy por encima del valor mínimo (8 unidades Schade); tales contenidos se encontraron entre $17,0 \pm 4,1$ unidades Schade (Hojancha) y $30,6 \pm 4,4$ unidades Schade (Santa Cruz). La diastasa tiende a degradarse fácilmente con el calor intensivo y el envejecimiento de la miel, razón por la cual los contenidos por debajo del valor mínimo son indicadores de un sobrecalentamiento del producto y(o) de una miel con un tiempo de almacenamiento muy largo; con respecto a esto último, Zandamela (2008) afirma que la mitad del contenido de diastasa en la miel desaparece en 17 meses a temperatura ambiente.

Se debe destacar, sin embargo, que en el caso del contenido de diastasa también hay

excepciones, ya que algunas mieles como las de los cítricos se caracterizan por presentar naturalmente un bajo contenido enzimático (Huidobro y Simal, 1984b).

Según muestran los resultados obtenidos de los análisis de contenido de azúcares de las mieles, se observa que en el caso de la fructuosa los valores de todas las muestras se encuentran dentro de un intervalo en el que su contenido menor es de $36,5 \% \pm 0,7$ (miel de Hojancha) y su mayor contenido es de $38,7 \% \pm 0,8$ (miel de Nicoya). Por otra parte, los resultados de contenidos de glucosa mostraron también valores similares a los de la fructuosa para todas las muestras, ya que éstos se encontraron dentro de un intervalo con un contenido menor de $32,3 \% \pm 0,6$ (miel de Hojancha) y un contenido mayor de $34,4 \% \pm 0,7$ (miel de Palo Verde); además, como puede observarse en el Cuadro 4, en todos los casos los contenidos de glucosa fueron menores que los contenidos de fructuosa.

De acuerdo con el Reglamento Técnico para Miel de Abejas publicado por La Gaceta Digital (2010), en una miel de buena calidad comercial la suma de los contenidos de fructuosa y de glucosa no debe estar por debajo del 60 %. Con base en esta indicación, por tanto, se puede concluir que en todas las mieles analizadas se cumple dicho parámetro.

En cuanto a los contenidos de sacarosa, éstos fueron mucho menores a los contenidos de glucosa y de fructuosa, de hecho, ninguna de las muestras llegó a alcanzar el 1 % de contenido de sacarosa, siendo la miel de Liberia (muestra 4) la que presentó el menor porcentaje en el contenido de sacarosa ($0,10 \% \pm 0,02$), mientras que la miel de Hojancha (muestra 2) mostró el mayor contenido de dicho azúcar ($0,96 \% \pm 0,02$). Tales resultados son también satisfactorios, debido a que en el Reglamento ya mencionado la cantidad de sacarosa en la miel multifloral no debe superar el 5 %, mientras que para mieles monoflorales, ésta no debe ser mayor que el 10 % o el 15 %, según sea la procedencia floral de la miel en este caso (ver Cuadro 1).

Los valores de contenido total de los azúcares medidos en las muestras no fueron mayores que 73 %, el cual fue el porcentaje correspondiente a la muestra de miel de Palo Verde; por otro lado, la miel de Hojancha y la de Santa Cruz presentaron el contenido total más bajo, con un porcentaje de 70 %.

Cabe aquí destacar también que, si se toman los porcentajes de contenido agua encontrados en las mieles analizadas y se suman a los contenidos totales de los azúcares

evaluados, encontramos que tales sumatorias son menores que el 100 %, lo cual avala la veracidad de los datos para ambos parámetros, ya que los porcentajes resultantes de la diferencia entre ese 100 % y el total del contenido de agua y los azúcares corresponden a los demás componentes de la miel.

2. Análisis melisopalinológico

En los Cuadros 7, 8, 9, 10 y 11 se muestran los resultados de los estudios de polen efectuados a las diferentes muestras de miel. Es importante aclarar que las muestras de Nicoya, Palo Verde y Liberia presentaron muy poca cantidad de polen. Por otra parte, las mieles de Hojancha y Santa Cruz presentaron los mayores contenidos de polen, siendo la muestra de Hojancha la que predominó sobre la de Santa Cruz.

A continuación, se muestran en el Cuadro 7 los resultados del análisis melisopalinológico de la muestra de miel de Nicoya. En él se muestran las 14 especies de los 44 granos de polen identificados en total en dicha miel y sus respectivos porcentajes de frecuencia en ésta. Como se puede ver en el Cuadro 7, esta muestra, a pesar de contener una baja cantidad de polen fue, sin embargo, la que presentó la mayor diversidad de especies florales.

Cuadro No 7 . Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Nicoya y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.

Especie botánica	Nombre común	Porcentaje de frecuencia en la muestra (%)	Clasificación de polen
<i>Ageratum purpureum</i> (Asteraceae)	Santa Lucía	2,27	Polen menor
<i>Anacardium excelsum</i> (Anacardiaceae)	Espavel	2,27	Polen menor
<i>Bravaisia integerrima</i> (Acanthaceae)	Palo de agua	4,55	Polen de menor importancia
<i>Brosimum alicastrum</i> (Moraceae)	Ojoche	6,82	Polen de menor importancia
<i>Bursera simaruba</i> (Burseraceae)	Indio desnudo	2,27	Polen menor
<i>Combretum fruticosum</i> (Combretaceae)	Papamiel	13,64	Polen de menor importancia
<i>Merremia sp.</i> (Convolvulaceae)	---	2,27	Polen menor
<i>Paullinia cururu</i> (Sapindaceae)	---	2,27	Polen menor
<i>Senna obtusifolia</i> (Fabaceae)	Frijolillo	4,55	Polen de menor importancia
<i>Sida acuta</i> (Malvaceae)	Escobilla	2,27	Polen menor
<i>Tabebuia ochracea</i> (Bignoniaceae)	Cortez amarillo	6,82	Polen de menor importancia
<i>Tabernaemontana arborea</i> (Apocynaceae)	---	2,27	Polen menor
<i>Thouinidium decandrum</i> (Sapindaceae)	Escobillo, Sardinillo	34,09	Polen secundario
<i>Thunbergia erecta</i> (Acanthaceae)	Manto de rey	4,55	Polen de menor importancia

En el Cuadro 8 se indican las especies de polen identificadas y sus respectivos porcentajes de frecuencia en la muestra de miel de Hojancha, en la cual se contaron en total 116 granos y se determinaron 12 especies botánicas. Con base en estos resultados, se observa que esta es la muestra con más variabilidad de especies de polen después de la muestra de miel proveniente de Nicoya.

Cuadro No 8 Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Hojancha y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.

Especie botánica	Nombre común	Porcentaje de frecuencia en la muestra (%)	Clasificación de polen
<i>Aeschynomene sensitiva</i> (Fabaceae)	Pega - pega	7,76	Polen de menor importancia
<i>Anacardium excelsum</i> (Anacardiaceae)	Espavel	4,35	Polen de menor importancia
<i>Brosimum alicastrum</i> (Moraceae)	Ojoche	0,86	Polen esporádico
<i>Caesalpinia</i> sp. (Fabaceae)	---	0,86	Polen esporádico
<i>Cedrela odorata</i> (Meliaceae)	Cedro, cedro amargo	4,35	Polen de menor importancia
<i>Combretum fruticosum</i> (Combretaceae)	Papamiel	32,76	Polen secundario
<i>Cordia alliodora</i> (Boraginaceae)	Laurel negro	3,45	Polen de menor importancia
<i>Cuphea hyssopifolia</i> (Euphorbiaceae)	Falsa brecina, cufea	6,03	Polen de menor importancia
<i>Melicoccus bijugatus</i> (Sapindaceae)	Mamón	10,34	Polen de menor importancia
<i>Sida acuta</i> (Malvaceae)	Escobilla	0,86	Polen esporádico
<i>Thouinidium decandrum</i> (Sapindaceae)	Escobillo, Sardinillo	26,96	Polen secundario
<i>Thouinia acuminata</i> (Sapindaceae)	Palo fierro	1,72	Polen menor

En el siguiente Cuadro 9 se muestran los resultados de los análisis de polen llevados a cabo para la muestra de Palo Verde. En dicho cuadro se puede observar que se encontró polen de 5 especies botánicas en un total de 55 granos; ésta corresponde a la muestra de miel menos diversa en cuanto a su procedencia floral.

Cuadro No 9 Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Palo Verde y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.

Especie botánica	Nombre común	Porcentaje de frecuencia en la muestra (%)	Clasificación de polen
<i>Coccoloba floribunda</i> (Polygonaceae)	Papaturro	10,91	Polen de menor importancia
<i>Conocarpus erecta</i> (Combretaceae)	Mangle botoncillo, mangle Zaragoza	1,82	Polen menor
<i>Hymenaea courbaril</i> (Fabaceae)	Guapinol	41,82	Polen secundario
<i>Hura crepitans</i> (Euphorbiaceae)	Ceiba amarilla	10,91	Polen de menor importancia
<i>Lonchocarpus salvadorensis</i> (Fabaceae)	Sangre de chucho, Chaperno,	34,55	Polen secundario

Las especies de polen identificadas en la muestra de miel de Liberia se muestran a continuación en el Cuadro 10. Como se indica en este cuadro, se encontraron 9 especies botánicas, correspondientes a un total de 48 granos observados.

Cuadro No 10 Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Liberia y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.

Especie botánica	Nombre común	Porcentaje de frecuencia en la muestra (%)	Clasificación de polen
<i>Andira inermis</i> (Fabaceae)	Almendo, almendo de montaña	4,17	Polen de menor importancia
<i>Bravaisia intigerrima</i> (Acanthaceae)	Palo de agua	4,17	Polen de menor importancia
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Rubiaceae)	Madroño	16,67	Polen secundario
<i>Cecropia obtusifolia</i> (Cecropiaceae)	Guarumo	8,33	Polen de menor importancia
<i>Cordia alliodora</i> (Boraginaceae)	Laurel	4,17	Polen de menor importancia
<i>Cupaina cinerea</i> (Sapindaceae)	Candelillo, gorgojero	4,17	Polen de menor importancia
<i>Dalbergia retusa</i> (Fabaceae)	Cocobolo	33,33	Polen secundario
<i>Guazuma ulmifolia</i> (Sterculiaceae)	Capulín, guácimo	16,67	Polen secundario
<i>Justicia aurea</i> (Acanthaceae)	Pavón amarillo	4,33	Polen de menor importancia

El cuadro que se presenta a continuación (Cuadro 11) muestra 7 especies botánicas correspondientes al polen estudiado en la miel proveniente de Santa Cruz. Para esta muestra se observaron e identificaron al microscopio 62 granos de polen en total.

Cuadro No 11 . Especies botánicas de polen encontradas en la muestra de miel procedente de Santa Cruz y sus porcentajes de frecuencia en la muestra.

Espece botánica	Nombre común	Porcentaje de frecuencia en la muestra	Clasificación de polen
<i>Astronium graveolens</i> (Anacardiaceae)	Ron - rón	1,61	Polen menor
<i>Gustavia superba</i> (Lecythidaceae)	Membrillo	6,45	Polen de menor importancia
<i>Hyptis suaveolens</i> (Lamiaceae)	Chan	32,26	Polen secundario
<i>Machaerium biovulatum</i> (Fabaceae)	Jarro caliente, espino negro	19,35	Polen secundario
Especie no identificada (Poaceae)	---	1,61	Polen menor
<i>Pterocarpus officinalis</i> (Fabaceae)	Sangrillo	30,65	Polen secundario
<i>Triplaris melaenodendron</i> (Polygonaceae)	Hormigo, palo santo, tabacón	8,06	Polen de menor importancia

De acuerdo con lo reflejado por los resultados obtenidos de los análisis melisopalinológicos de las cinco muestras de miel estudiadas, se puede concluir que todas son poliflorales. Al comparar entre las muestras es posible observar que la especie botánica con el máximo porcentaje de presencia de polen fue la del guapinol (*Hymenaea courbaril*, Fabaceae), con un porcentaje de frecuencia de 41,82 % en la miel de Palo Verde; esto indica que, de acuerdo con los estándares de frecuencias de granos de polen utilizados en el análisis melisopalinológico para la caracterización de mieles según su procedencia floral principal, dicha cifra no llegó a alcanzar el porcentaje mínimo establecido para clasificar el polen de esta especie como predominante en la muestra correspondiente.

Con respecto a lo anterior, se debe recordar que la determinación de las frecuencias de clase de granos de polen para la caracterización de origen botánico de las mieles se da por la siguiente clasificación establecida: polen predominante = frecuencia mayor que 45 %; polen secundario = 16 % - 45 % de frecuencia; polen menor intermedio o de menor importancia = 3 % - 15 % de frecuencia; polen menor = 1 % - 3 % de frecuencia; polen

esporádico o traza = frecuencia menor que 1 % (Sánchez, 2001; Louveanux et al., 1978). Con base en esta información, se evidencia que, al no presentar el polen de la especie *H. courbaril* el porcentaje de frecuencia mínimo requerido para ser considerado como predominante en la muestra de Palo Verde, ésta no pondría catalogarse como una miel monofloral.

No obstante, el polen del guapinol es muy dominante en esta muestra, con un valor muy cercano al criterio de dominancia monofloral, lo que le confiere una característica especial a su origen, más aún, si se considera que la segunda especie de mayor frecuencia en la muestra, el chaperno (*Lonchocarpus salvadorensis*, Fabaceae) mostró una dominancia del 34,50 %, se le puede conferir a esta miel un origen mayoritariamente oligofloral y puede ser denominada como “miel oligofloral de guapinol y chaperno”. La clasificación como miel oligofloral concuerda con lo propuesto por Ramírez et al. (2011), quienes establecen que las mieles poliflorales pueden ser denominadas como oligoflorales cuando dos tipos florales aparecen como fuentes secundarias mayoritarias y ambas proceden de la misma familia, en este caso, ambas especies son de la familia Fabaceae. Como polen menor intermedio se encontraron el papaturro (*Coccoloba floribunda*, Polygonaceae) y la ceiba amarilla (*Hura crepitans*, Euphorbiaceae), ambos con un 10,91 % de frecuencia.

De acuerdo con los criterios anteriores, la miel de Hojancha se puede denominar como una miel bifloral, ya que presenta dos especies dominantes mayoritarias en las frecuencias de polen de los conteos: *Combretum fruticosum* (papamiel) (32,76 %) y *Thounidium decandrum* (sardinillo) (26,96 %), de las familias Combretaceae y Sapindaceae, respectivamente. Nótese aquí que esta miel no se clasifica como una miel oligofloral, como ocurre en el caso de la miel de Palo Verde; esto debido a que, a diferencia de aquella, en ésta los granos de polen predominantes ya mencionados corresponden a familias botánicas diferentes. En consecuencia, esta miel puede ser denominada como “miel bifloral de papamiel y sardinillo”. Por otra parte, se encontró el polen de Mamón (*Melicoccus bijugatus*, Sapindaceae) como polen menor intermedio (10,34 %).

El hecho de clasificar una miel con base en el grado de predominancia del polen contenido en ella se considera importante a la hora de aportar calidad al producto, debido a que las mieles monoflorales son actualmente más apreciadas que aquellas que son poliflorales, lo cual contribuye a la generación de valor agregado en el primer caso (Sánchez, 2001). Tomando esto en cuenta, los datos obtenidos de los análisis melisopalinológicos de las

muestras sugieren que las mieles de Nicoya, Liberia y Santa Cruz resultaron ser solamente poliflorales, por lo tanto, no sería posible establecer para ninguna de éstas una mayor calidad de diferenciación apoyada específicamente en su procedencia floral. Lo contrario ocurre con las mieles de Palo Verde y Hojancha, tal como se explicó, las cuales sí pueden denominarse de acuerdo con los valores obtenidos.

En cuanto a los porcentajes de frecuencia de las especies encontradas en la miel de Nicoya, el polen de *Thouinidium decandrum* fue el más abundante (34,09 %) (polen secundario), mientras que las demás especies se encontraron por debajo del 14 % de frecuencia; se encontró como polen de menor importancia a *Combretum fruticosum*. La especie dominante en la muestra de Liberia fue *Dalbergia retusa* (Fabaceae) como polen secundario (33,33 %); también aparecieron como especies de polen secundario *Guazuma ulmifolia* (16,67 %) y *Calycophyllum candidissimum*, igualmente con 16,67 %. En la miel de Santa Cruz *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) (32,26 %) y *Pterocarpus officinalis* (Fabaceae) (30,65 %) fueron las especies más frecuentes y *Machaerium biovulatum* (Fabaceae), al igual que estas especies, también apareció como especie con polen secundario pero en una frecuencia de 19,35 %.

Los resultados en las localidades de Nicoya, Santa Cruz y Liberia, con muestras mayoritariamente poliflorales, son concordantes con otros trabajos realizados en el Neotrópico, en donde, debido a la alta diversidad de especies en los diferentes ecosistemas y el traslape de floraciones, estos factores influyen en que las mieles tengan un marcado origen predominantemente polifloral (Vit et al., 2009; Ramírez et al., 2011; Castro et al., 2021).

En relación a la caracterización por origen geográfico, las especies florísticas de Santa Cruz, Palo Verde y Liberia son muy disímiles entre ellas y se diferencian también de las de Nicoya y Hojancha. Este resultado nos permite dilucidar que es posible diferenciar las primeras tres mieles mencionadas por origen geográfico, de acuerdo con su localidad de procedencia, ya que, como también se puede observar en la Figura 3, se trata de zonas apartadas entre sí, además de que la zona de Tamarindo de Santa Cruz se encuentra ubicada en la costa. Sin embargo, las mieles de Nicoya y Hojancha son más similares entre sí, estas últimas comparten a la especie *Thouinidium decandrum* como la especie más dominante, y también en ambas apareció la especie *Combretum fruticosum* como especie compartida, así como la escobilla (*Sida acuta*, Malvaceae). En el caso de estas dos

localidades, es más difícil su diferenciación geográfica, y posiblemente también influye el hecho de que ambas localidades se encuentran muy cercanas una de la otra.



Figura No 3 Mapa de las zonas de procedencia de las mieles evaluadas. Fuente: Cámara de Turismo Guanacasteca (2015).

En cuanto a las familias identificadas, fueron más las especies de polen de leguminosas las que se encontraron entre las de mayor porcentaje de frecuencia y con más del 30 % de presencia en las muestras de miel; de hecho, en todas las muestras se encontró polen perteneciente a la Familia Fabaceae y, además, esta fue la familia con la mayor cantidad de especies identificadas en todo el análisis. Con respecto a ello, Ramalho (1990) asevera que las especies botánicas de dicha familia son las que en las regiones tropical y subtropical se encuentran en mayor proporción, así como las más diversificadas y las que con mayor frecuencia visitan las abejas. También hay concordancia de estos resultados con los obtenidos por Stephen (1999), que luego de realizar muestreos de especies vegetales en los alrededores del apiario del CINAT, ubicado en San Gerardo de Chomes, Puntarenas

(una zona relativamente cercana a las de este estudio), encontró una dominancia de 21 especies de fabáceas sobre el resto de las familias de plantas, con cantidades que no superaron las 7 especies.

Además de las leguminosas, Stephen (1999) también identificó especies botánicas de las Familias Acanthaceae, Amaranthaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Cochlospermaceae, Combretaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Lamiaceae, Loranthaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Maranthaceae, Poaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Sterculiaceae, Tiliaceae, Verbenaceae y Zygophyllaceae, que en total fueron 23 familias, aunque sus muestreos fueron de un año. De todas éstas, 13 familias (más de la mitad) se incluyen dentro de las encontradas en el presente estudio (Acanthaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Combretaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Poaceae, Rubiaceae, Sapindaceae y Sterculiaceae), pero no hay que descartar, de acuerdo con esta información, que con futuras investigaciones sobre la composición floral de las zonas geográficas de las que se ocupa el presente estudio, se llegue a encontrar familias que correspondan a las familias de la localidad de Chomes que no se incluyen dentro de las observadas aquí.

Ramalho (1990) hace referencia a varias familias de plantas, afirmando que gran cantidad de especies pertenecientes a éstas se encuentran entre aquellas que visitan las abejas *A. mellifera*, a saber, Anacardiaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Moraceae, Myrtaceae, Palmae, Rubiaceae y Solanaceae. De tales familias solamente Melastomataceae, Myrtaceae, Palmae, y Solanaceae no se encontraron entre los granos de polen de las mieles analizadas.

Por otra parte, Arce et al. (2001) describen 14 de las especies de árboles melíferos correspondientes a las especies de polen estudiadas en el análisis melisopalinológico, las cuales, según afirman los autores, son abundantes o muy abundantes en la Vertiente del Pacífico de Costa Rica y son fuentes importantes de néctar y de polen; esas especies son las siguientes: *Anacardium excelsum*, *Andira inermis*, *Bravaisia integerrima*, *Brosimum allicastrum*, *Bursera simaruba*, *Calycophyllum candidissimum*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia ochracea*, *Thouinidium decandrum* y *Triplaris melaenodendron*. De acuerdo con dichos autores, 11 de las especies aquí citadas proveen a las abejas de néctar y a su vez de polen (néctar-poliníferas), siendo el néctar el recurso principal en la mayoría de los casos, mientras que dos de las especies

son nectaríferas (*B. integerrima* y *T. decandrum*) y una es polinífera (*B. allicastrum*). Esto también refleja la concordancia de los resultados del análisis realizado con lo que dice la literatura.

3. Caracterización organoléptica

En este apartado es importante aclarar que al momento de realizar el panel sensorial de las mieles, éstas se encontraban en proceso de cristalización, de las cuales las muestras de Nicoya y Palo Verde ya se habían cristalizado casi completamente, mientras que las otras muestras aún mantenían la mayor parte de su contenido en estado líquido (Figura 4).

Es siempre deseable que al realizar la catación de una miel, ésta se encuentre en estado líquido, ya que la cristalización aclara el color de la misma, debido a la concentración de la estructura de los cristales, además de que la apreciación del aroma y el sabor del producto se ve en cierto grado disminuida (Marchese y Blackiston, 2021, M.J. Mena, comunicación personal, junio del 2021). Como se indicó en la metodología, solamente en los casos de determinación del color y la viscosidad se realizó una descristalización de las muestras a temperatura de 40 °C, buscando así una mínima pérdida de esas propiedades organolépticas.



Figura No 4 Muestras de miel de la empresa Blue Zones en proceso de cristalización, colocadas por número de muestra en orden ascendente de izquierda a derecha: Nicoya, Hojancha, Palo Verde, Liberia y Santa Cruz. Fuente: fotografía propia.

A continuación, en el Cuadro 12 se muestran los resultados del análisis sensorial realizado a cada muestra de miel.

Cuadro No 12 Resultados del análisis sensorial de las muestras de miel de Nicoya, Hojancha, Palo Verde, Liberia y Tamarindo de Santa Cruz, de la empresa Blue Zones.

Muestra de miel	Características
Nicoya	<ul style="list-style-type: none"> • Aroma: fuerte a espavel, tierra mojada, lirio de cementerio. • Sabor: espavel, muy dulce, acidez baja. • Astringencia: baja. • Coloración: blanco (girasol). • Viscosidad: muy viscosa. • Maridaje: en quesos y frutas, para cocinar.
Hojancha **Posible sobreaahumado en la extracción	<ul style="list-style-type: none"> • Aroma: Ahumado, nance, mentolado ligero. • Sabor: “plano” y fuerte, nance, ahumado, muy dulce, acidez baja. • Astringencia: baja. • Coloración: ámbar claro (naranja quemada). • Viscosidad: viscosa. • Maridaje: en quesos y frutas, para cocinar.
Palo Verde **Sobrecalentada	<ul style="list-style-type: none"> • Aroma: maderoso, especiado. • Sabor: especiado (canela), muy dulce, acidez baja. • Astringencia: baja. • Coloración: blanco agua (crema). • Viscosidad: muy viscosa. • Maridaje: para cocinar.
Liberia **Sobrecalentada	<ul style="list-style-type: none"> • Aroma: fruta madura (mango), ligero ahumado. • Sabor: mango, muy dulce, acidez baja. • Astringencia: baja. • Coloración: ámbar extra-claro (albaricoque). • Viscosidad: viscosa. • Maridaje: en quesos, frutas, para cocinar.
Santa Cruz	<ul style="list-style-type: none"> • Aroma: caucho, notas animálicas (orina de gato), castaña. • Sabor: caucho, muy dulce, acidez baja. • Astringencia: baja. • Coloración: ámbar extra-claro (albaricoque). • Viscosidad: viscosa. • Maridaje: mixología.

Los resultados registrados en el Cuadro 12 reflejan claras diferencias y variabilidad en el aroma y el sabor entre las mieles evaluadas, a pesar de los factores indeseados de cristalización y calentamiento que influyeron sobre sus propiedades. Por otra parte, todas las muestras coinciden en su alto dulzor y en su acidez y astringencia bajas, por lo que no hubo diferencias en estos aspectos, sin embargo, tales características podrían ser llamativas para los consumidores que buscan mieles de ese tipo. Los valores cualitativos para la viscosidad se encontraron entre viscoso (Hojancha, Liberia y Santa Cruz) y muy viscoso (Nicoya y Palo Verde). En cuanto al maridaje, las recomendaciones de uso fueron similares para la mayoría de las mieles, aunque las notas de aroma y sabor que presentaron hayan sido distintas entre ellas.

En cuanto a los resultados de sabor y aroma, la miel de Nicoya tuvo notas de aroma floral y terroso, se destacó un aroma y sabor a espavel (*Anacardium excelsum*, Anacardiaceae), lo cual es un resultado a tomar en cuenta, ya que en esta misma muestra se encontró polen de esa especie botánica en el análisis melisopalinológico, aunque con una frecuencia muy baja, por lo que se clasificó como polen menor (ver Cuadro 7). En este caso se puede notar una relación directa entre los resultados del análisis sensorial con los del análisis melisopalinológico y se muestra la influencia de la composición floral con las cualidades organolépticas de las mieles.

Por otra parte, la miel de Hojancha presentó aroma frutal y herbáceo, con una fuerte nota de ahumado, mientras que su sabor también fue frutal y ahumado fuerte, aunque con una sensación de poca riqueza en las notas de sabor (sabor “plano”). Esto es importante, ya que aquí se puede ver el efecto que pudo haber tenido el manejo de la miel sobre dichas características organolépticas a la hora de ser extraída, la cual, como se indica en el Cuadro 12, es probable que haya habido un exceso en la aplicación del humo sobre la colmena, lo que causó una disminución en su calidad sensorial (M.J. Mena, comunicación personal, junio del 2021).

Pacheco et al. (2016) destacan la importancia que tiene el análisis organoléptico de las mieles al afirmar que su evaluación sensorial permite distinguir, no solamente aspectos relacionados con el origen botánico, sino también aquellos que guardan relación con la detección de defectos, como por ejemplo, problemas de presencia de impurezas en el producto, olores y sabores no deseados o extraños, problemas de fermentación, entre otros. Estos son defectos que, ciertamente, pueden deberse en muchas ocasiones a malas

prácticas apícolas y de conservación de la miel, lo cual debe corregirse para garantizar mieles de alta calidad físico-química y organoléptica.

En cuanto a las muestras de Palo Verde y Liberia, su calentamiento a 60 °C realizado previamente al análisis sensorial con el fin de preparar las mieles para el análisis de polen afectó su calidad sensorial en cuanto al sabor, ya que éste disminuye al aplicar calor a la miel. Al respecto, Gómez et al. (2004) afirman que el calentamiento de las mieles causa la evaporación de una importante cantidad de compuestos aromáticos, causando que en muchas ocasiones la diversidad de notas aromáticas del producto desaparezcan y que únicamente prevalezca un aroma “floral” simple o común, con lo que la miel pierde su calidad sensorial diferenciadora. Además, con la pérdida de las sustancias aromáticas también se pierde el sabor, ya que éste depende mucho de las mismas. Por otra parte, de acuerdo con los autores, cuando se da un calentamiento excesivo, parte de los azúcares de la miel llegan a caramelizarse, causando además un oscurecimiento de la miel, así como un aroma a caramelo.

A pesar de los efectos provocados sobre las calidades sensoriales de las muestras por el sobrecalentamiento, en la muestra de Palo Verde se logró determinar notas de aroma maderoso y especiado, y un sabor también especiado, mientras que en la miel de Liberia se notó un aroma a fruta tropical y de ligero ahumado, y un sabor a fruta tropical. Esto implicaría que dichas muestras, aunque perdieron sustancias aromáticas características, aún conservaron algunas de ellas. De acuerdo con Mena (comunicación personal, junio del 2021), lo ideal es nunca calentar una miel cuando se va a someter a un análisis organoléptico, por las razones ya mencionadas, sin embargo, si se cree necesario hacerlo, lo mejor es que dicho calentamiento no sobrepase los 40 °C para evitar en lo posible la degradación de su calidad sensorial.

La miel de Santa Cruz, por su parte, presentó un aroma y sabor particulares, ya que contenía notas de aroma animálicas, a caucho y a castaña, y un sabor con notas animálicas y notas que evocan al caucho. Las notas animálicas detectadas correspondieron, concretamente, a un aroma que evoca la orina de gato; sin embargo, este tipo de notas pueden encontrarse de manera natural en mieles, lo cual resulta ser muy interesante, Marchese y Blackiston (2021) se refieren al respecto, aseverando que el que haya mieles con notas consideradas como singulares es debido a la combinación especial de los

componentes volátiles que se encuentran en el néctar de cada planta Pacheco et al. (2016) también mencionan que las características de aroma y sabor de una miel se deben, sin duda, a diversos factores, como la diversidad de especies florales o la procedencia geográfica, entre otros más. En este sentido, es seguro el hecho de que la composición floral de las mieles analizadas juega un papel importante en conferirles esas características sensoriales notables en este estudio, que las diferencian unas de otras. Además, la procedencia geográfica de dichas mieles también podría estar influyendo, piénsese, por ejemplo, en el caso de las mieles provenientes de zonas más alejadas entre sí (Palo Verde, Liberia y Tamarindo de Santa Cruz); sin embargo, para determinar esto con exactitud sería necesario realizar estudios a más profundidad.

En general, las notas de aroma y sabor encontradas en las mieles estudiadas pueden conferirles calidades diferenciadas que permiten que sean utilizadas de diferentes formas, en lo que respecta al maridaje. Así, las mieles con notas animálicas son más adecuadas para ser utilizadas en mixología, como la miel de Santa Cruz, mientras que las que tienen notas frutales, florales y herbáceas se emplean para cocinar, y también son ideales para utilizarlas en quesos y en frutas como “toppings”, como en el caso de las muestras de Nicoya, Hojancha y Liberia; por otra parte, las mieles con notas maderosas, especiadas y tierrosas son ideales también para cocinar, tales como las muestras de Nicoya y Palo Verde (M.J. Mena, comunicación personal, junio del 2021).

En lo que respecta al color, se observaron también diferencias, a excepción de las muestras de Liberia y santa Cruz, que mostraron una coloración muy similar, como se observa en el Cuadro 12, mientras que las otras mieles mostraron mucha diferencia en este aspecto, siendo la miel de Palo Verde la de coloración más clara de todas, mientras que la miel más oscura fue la de Hojancha. De acuerdo con Gómez (2004), la coloración de una miel se relaciona con la presencia de ciertos componentes orgánicos de las plantas de las que fueron producidas, así como de la cantidad de sales minerales de procedencia botánica que contienen. Aquí se observa una vez más la relación que guardan las características sensoriales de una miel determinada con su origen floral.

Por otra parte, según Marchese y Blackiston (2021), las mieles de coloraciones más claras suelen mostrar aromas y sabores más suaves, mientras que aquella más oscuras tienden más a presentar notas más fuertes. Esto en particular no fue posible comprobarlo para el caso de las mieles de Palo Verde y Hojancha, debido a los factores que influyeron sobre

sus características sensoriales.

En adición, es importante destacar que el mayor valor que se le da al color de una miel es en relación con su apreciación en el mercado, así como su uso, siendo que, por lo general, las mieles con más aceptación suelen ser las de coloraciones claras, aunque en algunos países europeos se prefieren las mieles oscuras, ya que se asocian con un mayor contenido de polifenoles y sus derivados (Belay et al. 2015). De acuerdo con esto, las mieles de Nicoya y Palo Verde podrían tener, en general, mayor aceptación en el mercado que las de Hojancha, Liberia y Santa Cruz, sin embargo, la miel de Hojancha, en este aspecto, quizás podría tener un potencial de nicho específico (por ejemplo, el mercado europeo) por la razón ya mencionada.

Finalmente, en referencia a la viscosidad, como se observa en el Cuadro 12, todas las mieles fueron clasificadas como viscosas o muy viscosas; las más viscosas fueron las de Nicoya y Palo Verde, mientras que el resto fueron menos viscosas. La viscosidad se encuentra muy relacionada con el contenido de humedad de la miel, siendo que las mieles menos viscosas poseen un mayor contenido de agua, y las más viscosas tienen un menor porcentaje de humedad; también la viscosidad es influenciada por la temperatura. Todo esto es importante al determinar la calidad de la miel en relación con su procesamiento (Pacheco et al., 2016). En el caso particular de este análisis se encontró que las mieles evaluadas mostraron una viscosidad que guardaba relación con su contenido de humedad, ya que las menos viscosas fueron las que presentaron un mayor contenido de humedad según los resultados del análisis físico-químico, mientras que a menor contenido de agua hubo una tendencia a una mayor viscosidad.

En general, se observa que puede haber un buen potencial de diferenciación de las mieles con respecto a sus características sensoriales; sin embargo, por ser este análisis sensorial de carácter preliminar y debido a la falta de entrenamiento y experiencia suficientes al llevarlo a cabo, pueden darse sesgos en cuanto a los resultados obtenidos. Debido a esto, es importante realizar análisis más adecuados y con más experiencia y conocimiento.

Conclusiones

Los valores obtenidos de todos los parámetros físico-químicos evaluados para todas las muestras se encuentran dentro de los permitidos, lo cual indica que las mieles analizadas presentan altos estándares de calidad que permiten su comercialización y consumo.

Los resultados de los análisis melisopalinológicos realizados mostraron que la miel de Palo Verde es oligofloral y la miel de Hojancha es bifloral, lo cual puede influir positivamente en su denominación por origen botánico y generar así una diferenciación relacionada a valor agregado. Mientras tanto, las otras mieles analizadas provenientes de Nicoya, Santa Cruz y Liberia, a pesar de ser mieles poliflorales, tienen características especiales asociadas a su origen geográfico que les puede conferir un carácter especial en razón de su calidad. De estas mieles tanto la de Hojancha como la de Nicoya tendieron a ser más similares entre sí.

Hubo diferencias sensoriales entre las muestras estudiadas. Sin embargo, factores como el manejo de las colmenas, la cristalización y el calentamiento influyeron sobre la calidad y la percepción de sus características organolépticas naturales.

De acuerdo al origen botánico y geográfico de las mieles, sus propiedades organolépticas, le confieren un potencial de calidad diferenciada a esas mieles que puede ser explotado para la generación de valor agregado.

Al ser este un trabajo preliminar, los resultados obtenidos de los diferentes análisis realizados solamente dan una idea de las posibles calidades de diferenciación asociadas a las mieles estudiadas, además, en cuanto al aspecto sensorial, hace falta mucha experiencia y conocimiento para llevar a cabo este tipo de pruebas. Debido a esto, se requiere de más investigación.

Recomendaciones

Se recomienda evitar el uso excesivo del ahumador en las colmenas a la hora de extraer la miel, ya que esto afecta su calidad organoléptica.

Se debe procurar realizar el análisis sensorial de las muestras de miel antes de que cristalicen.

Para un adecuado análisis organoléptico de la miel no se debe sobrecalentar la misma, para que no pierda propiedades sensoriales debido a la degradación de enzimas, y los elementos volátiles, en caso de que se requiera desicralizar, la muestra la temperatura no debe exceder los 40 °C.

Se recomienda realizar estudios más profundos de procedencia botánica en relación con la zona geográfica y tomar más muestras de polen para una caracterización geográfica más adecuada.

Además, es importante continuar con los análisis sensoriales y con muestras de miel que conserven todas sus propiedades organolépticas para confirmar su potencial de diferenciación sensorial.

Literatura citada

Álvarez, J. M., Giampieri, F., Brenciani, A., Mazzoni, L., Gasparri, M., Gonzalez, A. M., Santos, C., Morroni, G., Simoni, S., Forbes, T. Y., Afrin, S., Giovanetti, E. y Battino M. (2018). Apis mellifera vs Melipona beecheii Cuban polyfloral honeys: A comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. *LWT - Food Science and Technology* 87:272-279

Arce, H.G., Sánchez, L.A., Slaa, J., Sánchez, P.E., Ortiz, A., van Veen, J.W., Sommeijer, M.J. (2001). Árboles melíferos nativos de Mesoamérica. Herbario Juvenal Valerio Rodríguez. Heredia, Costa Rica. 208 p.

Belay, A., Solomon, W.K., Bultossa, G., Adgaba, N. y Melaku, S. (2015). "Botanical origin, colour, granulation, and sensory properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia". *Food Chem.* 167, 213–219.

Bogdanov, S. y Martin, P. (2002). Honey authenticity. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, (93), 232-254.

Bosch, J., Serra, J. (1986). Evolución del contenido en hidroximetilfurfural en las mieles procesadas y situadas en el mercado español. *Alimentaria*, 179, 59 p.

Cámara de Turismo Costarricense. (2015). Mapa de provincia de Guanacaste (mapa). CATURGUA. <http://caturgua.com>

Castro, E., Quicazán, M., Mojica, A. y Zuluaga-Domínguez, C. (2021). Bioactive and physicochemical profile of honey collected from Colombian organic and conventional coffee growing areas. *Journal of Apicultural Research*, 27 p. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1889221>

Celada, A. O. y Jovel, F.J. (2020). Identificación de flora apícola y análisis para diferenciación de miel de abeja en Cuilco, Huehuetenango. *CRIA OCCIDENTE*. 114 p.

Caules, J. (2021). Denominación de origen de la miel. En línea. Disponible en: www.meliuntis.com

Codex Alimentarius Commission. (2001). Codex Alimentarius Commission Standards. Codex Stan, 12-1981

Crane, E. (1975). Honey: A Comprehensive Survey. International Bee Research Association (IBRA). Ed. Heinemann. Londres, Inglaterra.

Crane, E. (1997). The Past and Present Importance of Bee Products to Man. En: Bee Products Properties, Applications, and Apitherapy. Mizrahi, A.; Lensky, Y. (Eds.). Springer Science+Business Media. New York, Estados Unidos. 268 p.

Frias, I., Hardison, A. (1991). Estudio comparativo entre mieles comerciales y artesanales de Santa Cruz de Tenerife. Alimentación, Equipos y Tecnología, 129-131 pp.

Girón, M. (1995). Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. *Bol Mus Ent Univ Valle*, 3(2), 5-54 pp.

Gómez, A. (2004). *Mieles de España y Portugal: conocimiento y cata*. Montagud Editores.

Gutiérrez, C.J. (2019). Caracterización fisicoquímica y origen botánico de muestras de mieles de *Apis mellifera*, de la Provincia de Chiriquí-Panamá. Trabajo presentado para optar al grado de Máster en Apicultura Tropical. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 49 p.

Huidobro, J.F. y Simal, J. (1984a). Parámetros de calidad de la miel VI: hidroximetilfurfural. *Offarm*, 3(12), 767 p.

Huidobro, J.F. y Simal, J. (1984b). Parámetros de calidad de la miel V: índice de diastasas. *Offarm*, 3(11), 705 p.

Huidobro, J.F., Simal, J. y Terradillos L.A. (1985). El polen: melisopalinología y polen apícola. 83-87 pp.

International Honey Commission. (2009). Harmonised Methods of the International Honey Commission. World Network of Honey Science. 63 p.

La Gaceta Digital. (2010). RTCR 432: 2009 *Reglamento Técnico para Miel de Abejas*. San José, Costa Rica. N°. 79, 6-8 pp.

Linhares, S., Affonso M. C. Soares A., y W.de Sousa. (2019). Floral Diversity in Different Types of Honey. *Agriculture, Agribusiness and Biotechnology*, Vol.62: e19180241. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-2019180241>

Louveaux, J., Maurizio, A. y Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World* 59:139–157.

Malacalza, N. H., Caccavari, M. A., Fagúndez, G. y Lupano, C. E. (2005). Unifloral honeys of the province of Buenos Aires, Argentine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85:1389–1396. DOI:10.1002/jsfa.2105

Marchese C. M. y Blackiston H. (2021). *Honey For Dummies*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, Estados Unidos. 362 p.

Marchese, M. y Flottum, K. (2013). *The Honey Connoisseur*. Black Dog & Leventhal Publishers, Inc.

McGregor, S.E. (1979). La apicultura en los Estados Unidos. Ed. Limusa, México.

Molan, P.C. (1992). The Antibacterial Activity of Honey I. The Nature of the Antibacterial Activity. *Bee World*, 73, 5-28 pp.

Nates, G., Montoya, P.M., Chamorro, F.J., Ramírez, N., Giraldo, C. y Obregón, D. (2013). Origen geográfico y botánico de mieles de *Apis mellifera* (Apidae) en cuatro departamentos de Colombia. *Acta biol. Colomb.* 18(3), 427-438 pp.

Ortiz, A. (1992). *Contribución a la denominación de origen de la miel de la Alcarria*. (Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid). Madrid, España. 311 p.

Pacheco, N, Ayora T., García, N., González, T., Patrón, J., Sánchez, A. y Ramos, A. (2016). Capítulo IV: Características fisicoquímicas, sensoriales y técnicas analíticas en la calidad de la miel. En: Producción y comercialización de miel y sus derivados en México: desafíos y oportunidades para la exportación. Ramos A.L.; N.A. Pacheco. (Eds.). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Mérida, México. 68-96 pp.

Persano, L. y Piro, R. (2004). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie* 35, S38–S81

Piana, G., Ricciardelli, G. y Isola, A. (1989). La Miel. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 21-45 pp.

Porter, L. (2003). La apicultura y el paisaje maya: estudio sobre la fenología de floración de las especies melíferas y su relación con el ciclo apícola en La Montaña, Campeche, México. *Mex Stud.* 19(2), 303-330 pp.

Puścion-Jakubik, A., Borawska, M. H., y Socha, K. (2020). Modern Methods for Assessing the Quality of Bee Honey and Botanical Origin Identification. *Foods*, 9, 1028. doi:10.3390/foods9081028

Ramalho, M. (1990). Important Bees Plants for Stingless Bees (*Melipona* and Trigonini) and Africanized Honeybees (*Apis mellifera*) in Neotropical Habitats: A Review. *Apidologie*, 21, 469-488 pp.

Gómez, A. (2004). *Mieles de España y Portugal: conocimiento y cata*. Montagud Editores.

Huidobro J.F., Simal J. y Terradillos L.A. (1985). El polen: melisopalinología y polen apícola. 83-87 pp.

International Honey Commission. (2009). Harmonised Methods of the International Honey Commission. World Network of Honey Science. 63 p.

Ramírez, E. (2011). Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*, 50, 40–54 [http://DOI: 10.1080/00173134.2010.537767](http://DOI:10.1080/00173134.2010.537767)

Riolobos, S. (1988). Anotaciones sobre la composición de las mieles de Villuerca-Ibores (Extremadura) para los parámetros de la norma de la miel. III Congreso Nacional de Apicultura. Excma. Diputación Provincial de Guadalajara, 263-265 pp.

Rodríguez, M. (2006). Oportunidades comerciales para productos apícolas. Biocomercio

Sostenible, Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 41 p.

Salamanca, G. (s.f.). Criterios relativos al análisis sensorial de mieles. 14 p.

Sánchez, L. (2001). Métodos palinológicos de análisis. Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales. 32 p.

Sancho, M.T., Muniategui, S., Huidobro, J.F. y Simal, J. (1991). Mieles del País Vasco I: pH y tipos de acidez. *Anales de la Bromatología*, XLIII-1, 77-86 pp.

Sanz, B. y Triguero, A. (1970). Composición química y espectro polínico de mieles españolas. *Anales de Bromatología*, XXII, 377-406.

Sanz, S., Gradillas, G., Jimeno, F., Pérez, C. y Juan, T. (1995). Fermentation Problem in Spanish North-Coast Honey. *Journal of Food Protection*, 58(5), 515-518.

Sanz, S., Pérez, C., Herrera, A., Sanz, M. y Juan, T. (1994). La Rioja Honey Composition. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 34(5), 540-552.

Schade, J.W., Marsh, G.L. y Eckert, J.E. (1958). Diastase Activity and Hidroxymethylfurfural in Honey and Their Usefulness in Detecting Heat Alteration. *Foods Res.*, 23, 446-463.

Schulz, E. y Lueke, M. (1994). A Two Year Pollen Calendar for Traditionally Produced Honey Types From Gaya, Southern Niger. *Grana*. 33(4):254-259 pp.

Schmidt, J.O. (1997). Bee Products: Chemical Composition and Application. En: Bee Products Properties, Applications, and Apitherapy. Mizrahi, A.; Lensky, Y. (Eds.). Springer Science+Business Media. New York, Estados Unidos. 268 p.

Serra, J. y Gómez, A. (1986). Determinación de la miel adulterada. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 4, 143 p.

Stephen, E. P. (1999). *Estudio de las principales plantas apícolas presentes en la zona de San Gerardo de Chomes, Puntarenas, Costa Rica*. (tesis de Licenciatura, Universidad

Nacional.) Heredia, Costa Rica. 98 p.

Universidad de California en Davis. (s.f.). Rueda de sabor UC Davis (dibujo). Universidad de California en Davis.

Vit, P., Rodríguez-Malaver, A., Roubik, D. W., Moreno, E., Almeida Souza, B., Sancho, M. T. Fernández-Muiño, M., Almeida-Anacleto, D., Marchini, L. C., Gil, F., González, C., Aguilera, G. y Nieves, B. (2009). *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 1(3): 72-81. [https://DOI 10.3896/IBRA.4.01.3.03](https://DOI.10.3896/IBRA.4.01.3.03)

White, J.W. (1975). Composition of Honey. En: *Honey A Comprehensive Survey*. Crane, E. (Editor). Londres, Inglaterra. 157-206 pp.

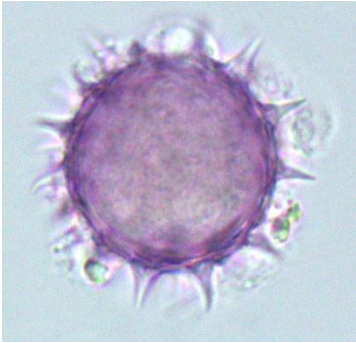
White, J.W. Jr.y Siciliano, J. (1980). *Journal of the AOAC*, 63(1), 7-10.

Yang, Y., Battesti, M.J., Djabou, N., Muselli, A., Paolini, J., Tomi, P., et al. (2012). Melissopalynological Origin Determination and Volatile Composition Analysis of Corsican "Chestnut Grove" Honeys. *Food Chem.* 132(4):2144-2154.

Zandamela, E.M.F. (2008). *Caracterización físico-química y evaluación sanitaria de la miel de Mozambique*. (Tesis doctoral para optar al grado de Doctor en Veterinaria). Bellatera (Cerdanyola del Vallès). 290 p.

Anexo

Especies botánicas de polen encontradas en las muestras de miel estudiadas



Ageratum purpureum
(Asteraceae)



**Espavel (*Anacardium excelsum*,
Anacardiaceae)**



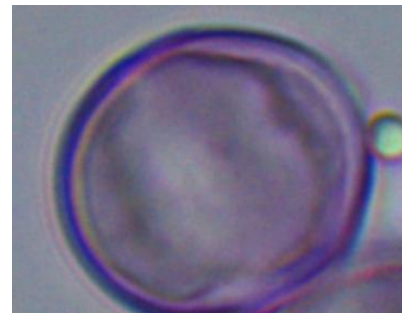
**Palo de agua (*Bravaisia integerrima*,
Acanthaceae)**



**Ojoche (*Brosimum alicastrum*,
Moraceae)**



**Imdio desnudo (*Bursera simaruba*,
Burseraceae)**



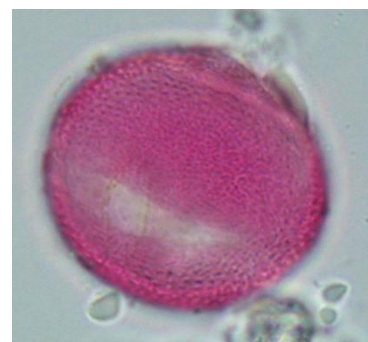
**Papamiel (*Combretum fruticosum*,
Combretaceae)**



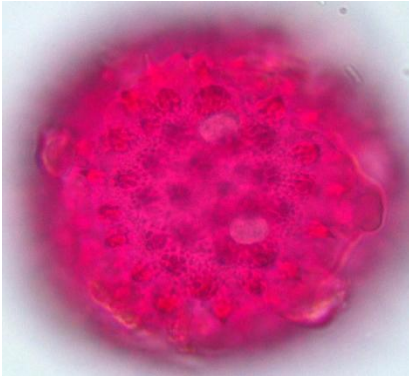
***Merremia* sp.**
(Convolvulaceae)



Paullinia cururu
(Sapindaceae)



**Frijolillo (*Senna obtusifolia*,
Fabaceae)**



**Escobilla (*Sida acuta*,
Malvaceae)**



**Sardinillo (*Thouinidium*
decandrum, Sapindaceae)**



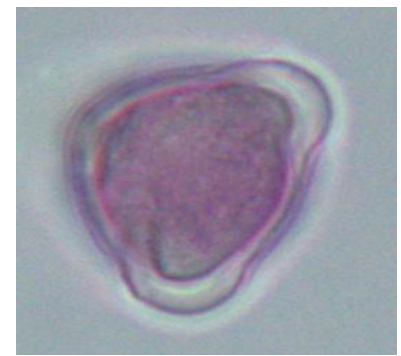
**Cortez amarillo (*Tabebuia*
ochracea, Bignoniaceae)**



**Manto de rey (*Thunbergia*
erecta, Acanthaceae)**



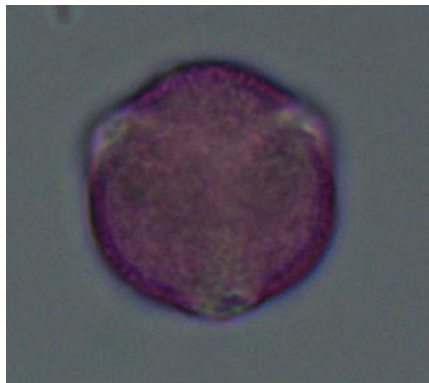
***Tabernaemontana arborea*
(Apocynaceae)**



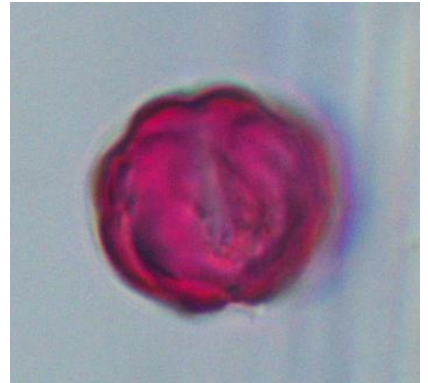
**Mamón (*Melicoccus*
bijugatus, Sapindaceae)**



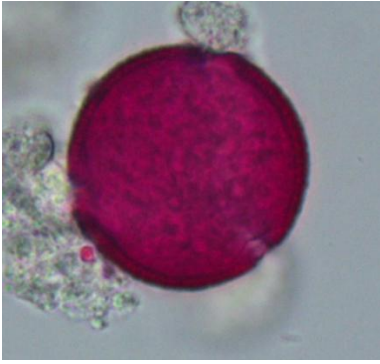
**Pega - pega
(*Aeschynomene*
sensitiva, Fabaceae)**



***Caesalpinia* sp. (Fabaceae)**



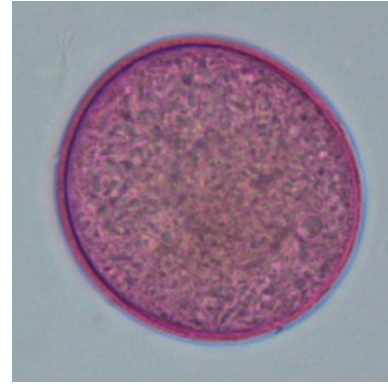
**Cedro, cedro amargo
(*Cedrela odorata*,
Meliaceae)**



Laurel negro (*Cordia alliodora*, Boraginaceae)



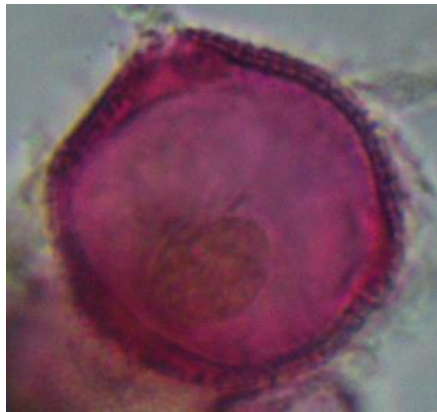
Falsa brecina, cufea (*Cuphea hyssopifolia*, Euphorbiaceae)



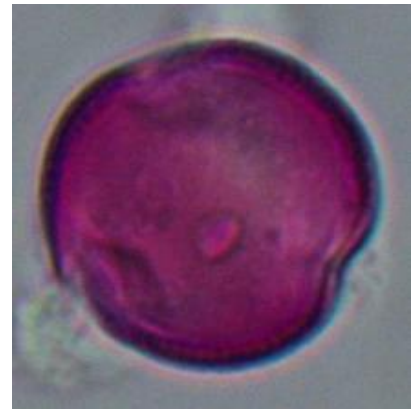
Poaceae



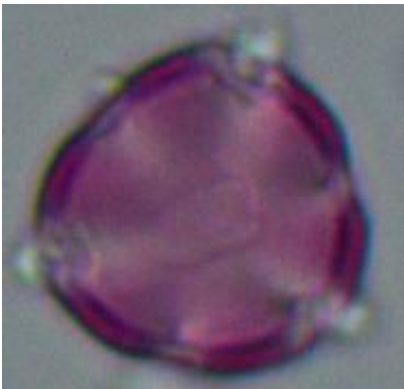
Palo fierro (*Thouinia acuminata*, Sapindaceae)



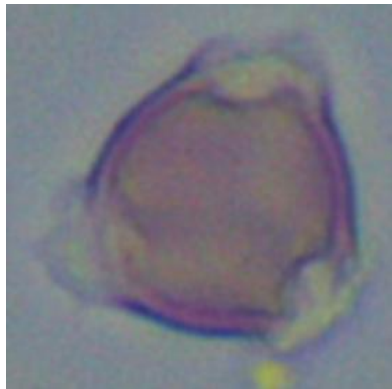
Ron – rón (*Astronium graveolens*, Anacardiaceae)



Membrillo (*Gustavia superba*, Lecythidaceae)



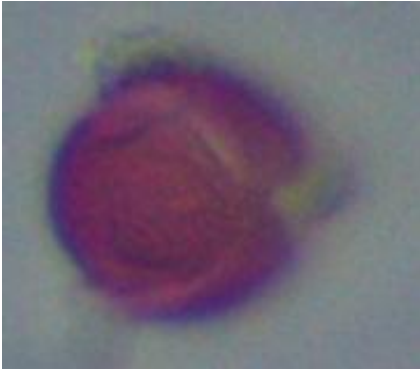
Chan (*Hyptis suaveolens*, Lamiaceae)



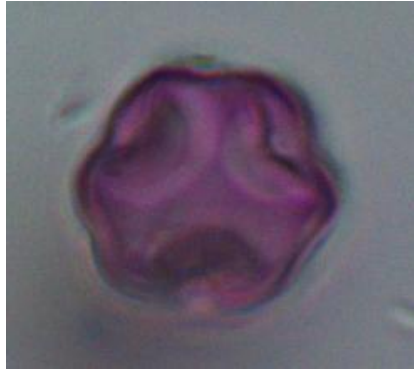
Jarro caliente, espinillo (*Machaerium biovulatum*, Fabaceae)



Sangrilo (*Pterocarpus officinalis*, Fabaceae)



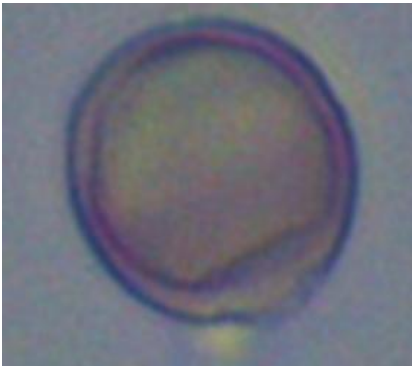
Hormigo, palo santo, tabacón (*Triplaris melaenodendron*, Polygonaceae)



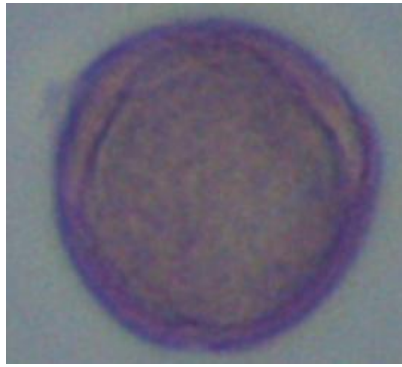
Mangle botoncillo, mangle Zaragoza (*Conocarpus erecta*, Combretaceae)



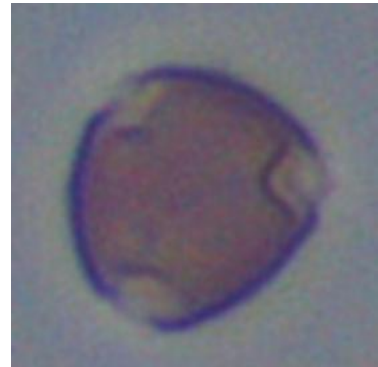
Papaturro (*Coccoloba floribunda*, Polygonaceae)



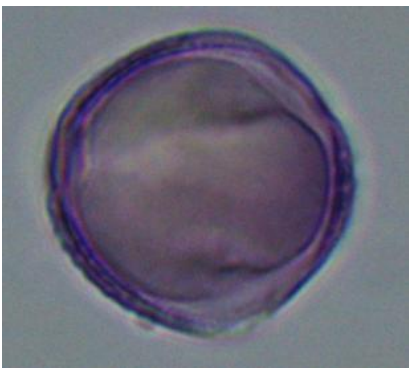
Guapinol (*Hymenaea courbaril*, Fabaceae)



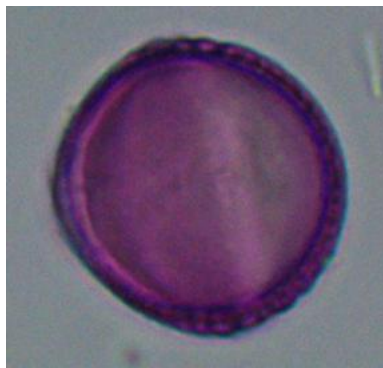
Ceiba amarilla (*Hura crepitans*, Euphorbiaceae)



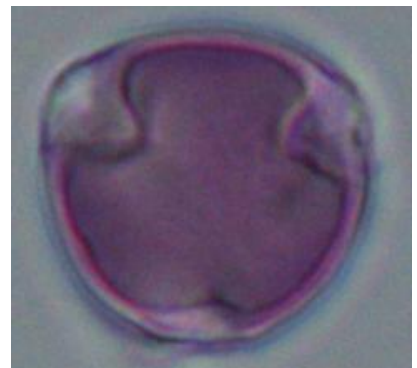
Sangre de chucho, chaperno (*Lonchocarpus salvadorensis*, Fabaceae)



Cocobolo (*Dalbergia retusa*, Fabaceae)



Guácimo, capulín (*Guazuma ulmifolia*, Sterculiaceae)



Madroño (*Calycophyllum candidissimum*, Rubiaceae)