



## Encapsulado de miel melipona (*Scaptotrigona mexicana*) incorporado a un producto de confitería

## Encapsulated honey melipona (*Scaptotrigona mexicana*) incorporated into a confectionery product

Martin Lazcano-Hernández<sup>1\*</sup>; Addi Rhode Navarro-Cruz<sup>2</sup>; Obdulia Verá-López<sup>3</sup>; Raúl Ávila Sosa Sánchez<sup>4</sup>; Orietta Segura Badillo<sup>5</sup>; Zared Gracia-Hernández<sup>6</sup>; Patricio Borges Maracaja<sup>7</sup>; Daniel Santiago Pereira<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Maestro en Ciencias, Universidad de la Habana, México. martin.lazcano@correo.buap.mx. <sup>2</sup>Doctor en Ciencias, Universidad Complutense, Investigadora en Facultad Ciencias Químicas, México. addi.navarro@correo.buap.mx. <sup>3</sup>Maestra en Ciencias, Universidad Autónoma de Puebla, México. obdulia.vera@correo.buap.mx. <sup>4</sup>Doutor em Ciências, Universidad de las Américas Puebla, raul.avila@correo.buap.mx; <sup>5</sup>Doctor en Ciencias, Universidad Complutense, Investigadora en Facultad de Farmacia, Chile. osegura@ubiobio.cl. <sup>6</sup>Colaborador en Laboratorio de Alimentos en Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. zaretgraciah@gmail.com. <sup>7</sup>Investigador en Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, Paraíba, Brasil. patriciomaracaja@gmail.com. <sup>8</sup>Investigador en Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Brasil. daniel.pereira@embrapa.br. \*Autor correspondiente

### ARTÍCULO

Recibido: 25/07/2023  
Aprobado: 25/11/2023  
Publicado: 29/12/2023

#### Palabras clave:

Miel melipona,  
Gomita  
Microencapsulado

#### Key words:

Honey melipónini,  
Gummy  
Microencapsulados

### RESUMEN

Miel de melipona se encuentra diferenciada por tener alta humedad y acidez, se usa curativamente para problemas oculares, llagas, manchas en la piel, dolores menstruales, afecciones respiratorias y asma. Especies de Melipona beecheii típicas de Yucatán, así como la especie Scaptotrigona mexicana conocida en comunidades de la Sierra Poblana tienen características químicas similares. En esta investigación se obtendrá una gomita de menta y eucalipto con miel Meliponini, estandarizando la composición de la materia prima (MP) así como el proceso. En MP y gomita se determina análisis fisicoquímico y microbiológico, sensorial solo para producto terminado, previo encapsulado de la miel teniendo como material de soporte la gomita. La MP presenta una humedad del 26%; 72° Brix, CE=0,5 mS/cm; pH=2.7, Pfund=87, Acidez libre=20meq/Kg, Glucosa= 2 g/Kg, Hidroximetilfurfural (HMF)=1.3 mg/Kg. Microbiológicamente para BMA, hongos y levaduras, los coliformes totales no presentan riesgo con resultados por debajo de 10 UFC/g la MP, así como la gomita. Sensorialmente solo presenta diferencias significativas en firmeza (gomita de eucalipto), sabor (gomita miel) al comparar las formulaciones encapsuladas, siendo la más aceptada la gomita con encapsulado de miel melipona. Al comparar parámetros en la gomita mejor evaluada se observa disminución de ceniza, grados brix, conductividad eléctrica, HMF indica que el proceso utilizado no afecta la miel melipona. La gominola encapsulada con miel de melipona es un medio factible de ser utilizado como producto en el mercado.

### ABSTRACT

The Meliponini honey is differentiated by having high humidity and acidity, it is used curatively for eye problems, sores, skin spots, menstrual pain, respiratory conditions, and asthma. Species of *Melipona beecheii* typical of Yucatan, as well as the species *Scaptotrigona mexicana* known in communities of the Sierra Poblana have similar chemical characteristics, varying in minerals, floral sources. In this investigation, a mint and eucalyptus gummy with Meliponini honey will be obtained, standardizing the composition of the raw material (MP) as well as the process. In MP and gummies, a physicochemical and microbiological analysis is determined, sensory only for the finished product, prior to the encapsulation of the honey, having the gummies as support material. The MP presents a humidity of 26%; 72° Brix, EC=0.5 mS/cm; pH=2.7, Pfund=87, Free acidity=20meq/Kg, Glucose=2 g/Kg, Hydroxymethylfurfural (HMF)=1.3 mg/Kg. Microbiologically for BMA, fungi and yeasts, total coliforms do not present a risk with results below 10 CFU/g for PM, as well as gummies. Sensorially, it only presents significant differences in firmness (eucalyptus gummy) and flavor (honey gummy) when comparing the encapsulated formulations, the most accepted being the melipona honey encapsulated gummy. When comparing parameters in the best evaluated gummy, a decrease in ash, brix degrees, electrical conductivity is observed, HMF indicates that the process used does not affect melipona honey. The gummy encapsulated with melipona honey is a feasible means of being used as a product in the market.

## INTRODUCCIÓN

La Diversidad en México de especies abejas solitarias se reportan 46 agrupadas en 16 géneros, encontrando los de mayor número en estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz Y Quintana Roo. Los meliponicultores de Mesoamérica cosechan miel de Apinae melipónini bajo diferentes denominaciones por el nombre en sus diferentes idiomas ya que posee en si misma importancia cultural y ecológica además de ser cultivadas desde milenios. Se describe Químicamente a través de características como son delicado olor y aroma floral-frutal, aromas secundarios de madera y melosa procedente según el análisis mesopalinológico de las familias Asteraceae y Melastomataceae, así como fisicoquímicamente esta miel es muy líquida con alta humedad 22-24%, acidez libre 35 meq/100g, pH de 3.6 y un color extra claro ámbar. *Scaptotrigona mexicana* es una abeja de color negro, de talla mediana de aproximadamente de 5.0 a 5.3 mm de largo cuerpo, alas color naranja cuya longitud es de 5.1 a 5.4 mm (AYALA, 1999). Al igual que *Melipona beecheii*, estos meliponinos se propagan de manera natural por medio de la enjambrazón (CASTILLO, 2019; VÁSQUEZ-GARCÍA et al., 2021; OTIS et al., 2021).

La miel de abeja sin aguijón en función del perfil de metabolitos identifica 12 metabolitos activos que contribuyeron a la actividad antioxidante de la miel, siendo estos compuestos antioxidantes potenciales; pinitol, manitol, mioinositol, ácido glucónico, glucosa, fructosa, maltosa, 3-hidroxi-4,4-dimetiloxolan-2-ona, 2-(hidroximetil)-1-metil-3,4,5-piperidinatriol, ácido 3-carboxi 2,3-didesoxi-pentárico, éster metílico del ácido 3-fenil-2-propenoico y 1,3-bis (4-metoxifenil)-2-propen-1-ona, además, ellos existen otros compuestos de la miel, que poseían actividad antioxidante la cual se respalda por mediante análisis de quimiometría con una fuerte correlación entre los metabolitos identificados y la actividad antioxidante (SHAMSUDIN et al., 2019).

Para el buen manejo de las colonias es importante familiarizarse con las estaciones de la abeja en su área. Las estaciones además de la duración de estas dependen de la región particular en la se encuentren y donde ocurre la mayor parte del enjambrazamiento, el tiempo del flujo principal de néctar en su área y programa de pecoreo, así como otras actividades de acuerdo con estas: Invierno, Precosecha, flujo de néctar, escasez de néctar. La cosecha de miel se debe hacer en la época de verano, cuando hay abundancia de flores las abejas recolectan la mayor cantidad de miel (MELO et al., 2021; ARNOLD et al., 2019).

La región de estudio Cuetzalan forma parte de la sierra norte-oriental de Puebla posee un clima semicálido-ambiente húmedo; con lluvias y neblina durante la mayor parte del año que propicia el crecimiento de una vegetación con una diversidad de flora-fauna. Es una región de relieve heterogéneo, ocupada por una vegetación de elementos tropicales y templados. Su tipo de vegetación predominante es selva mediana subperennifolia con un 8% de superficie, el bosque mesófilo de montaña 14% y bosque de pino encino con 0.29%, de la superficie total de 18,165.87 ha. que tiene el municipio. Muchos componentes bioquímicos poseen los productos apícolas similar a varios alimentos; Proteínas, sacáridos, ácidos grasos, prebióticos, probióticos, fibra fitoquímicos, bioactivos péptidos, materias minerales vitaminas y ácidos orgánicos. Además, los ácidos fenólicos,

flavonoides y carotenoides que se encuentran en el son utilizados en enfermedades como cáncer, arteriosclerosis, enfermedades cardiovasculares, debilitamiento del sistema inmunológico, enfermedad de Parkinson, Alzheimer, artritis, el fotoenvejecimiento de forma espectacular como cuestiones preventivas y curativas. Especialmente los flavonoides inhiben la eficacia de los sistemas enzimáticos que incluyen peroxidación lipídica, agregación plaquetaria, permeabilidad capilar y lipoxigenasa. Como alimentos funcionales los productos apícolas no se limitan a estos compuestos fenólicos los componentes en su estructura también tienen impacto positivo en el sistema inmunológico del cuerpo. Los productos apícolas que se obtienen por producción monofloral poseen los mismos efectos afectados por cantidad de componente fenólico los cuales muestran una alteración. La característica de alimento funcional y el efecto biológico de los productos apícolas son bastante altos además de señalar que no existen efectos nocivos, toxicológicos, o bien dosis letales al administrarse para tratamientos médicos específicos complementarios (WAISUNDARA et al., 2017; SALOMÓN et al., 2022).

Por lo que en la presente investigación se desarrolla un producto alimenticio de fácil adquisición como una gomita sabor menta, eucalipto y melipona encapsulados, verificando como afecta el proceso de obtención a la composición química, microbiológica, así como sensorialmente de la miel de *Scaptotrigona mexicana* de la región de Cuetzalan, Puebla.

## MATERIAL Y METODOS

Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y producto en base a los siguientes métodos; Determinación de pH: Calibrar el potenciómetro con soluciones reguladoras para asegurar la calibración en la determinación del valor del pH. Introducir los electrodos del potenciómetro en la solución preparada de miel y anotar la lectura. Humedad por índice de refracción.: Se obtiene el porcentaje correspondiente de humedad (porcentaje m/m), en base al índice de refracción que nos proporcione la muestra en el refractómetro, calibrada la temperatura. Determinación de Acidez por titulación: En un vaso de precipitados colocar 10 ml de miel melipona, titular con NaOH 1 N, anotar el valor obtenido y realizar los cálculos en base a la norma para la miel. Grados Brix por refractometría: Este método se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de la separación de dos medios, en los cuales es distinta la velocidad de propagación, se mide a través de un refractómetro y los resultados deben expresarse en grados Brix. Conductividad eléctrica: reste la humedad obtenida a un 100% de miel y con el dato obtenido calcule 5 g específicos, pesar los gramos de miel obtenidos y agregar 10 ml de agua, homogeneizar, pasar la solución a un matraz y aforar a 25 ml, medir con potenciómetro la muestra (conductímetro). Método de Hidroximetilfurfural (HMF) por método Reflectoquant Merck (MR). El HMF reacciona con un derivado del barbitúrico y un derivado de aminofenazona dando un compuesto violeta rojizo que se determina por Reflectometría. Test de glucosa por tira reactiva MERCK: La acción catalítica de la glucosa-oxidasa sobre glucosa es transformada a lactona del ácido glucónico. El peróxido de hidrógeno que aquí se forma reacciona en presencia de peroxidasa con un indicador redox orgánico dando un colorante verde azulado. La

concentración de glucosa se determina semicuantitativamente por comparación visual de la zona de reacción de la tira de ensayo con las zonas de una escala colorimétrica preestablecida. Colorímetro de PFUND: El color característico de una miel esta dado por el método de referencia con escala de PFUND. Se coloca glicerol en una celda para calibrar el colorímetro, colocar la muestra de miel en la celda del colorímetro, se observa la pantalla, se anota el valor.

El diseño de la formulación de gomita base consta de 120 ml de Agua purificada, 120 g de azúcar, 40 g de glucosa, 40 g de miel, 14 g de gretina hidratada en 40 ml de agua purificada. Después de pesar todas las cantidades, se mezcla el agua con el azúcar y la glucosa, se deja hervir por 15 minutos a fuego lento o hasta llegar a la temperatura de bola dura (118-125°C), se retira del fuego y se agregará la gretina previamente hidratada fría, se homogeniza con el jarabe, se controla la temperatura 40 a 50°C se agrega la miel y posteriormente el micro encapsulado del sabor a elegir.

Encapsulado de miel melipona: 6 ml de Miel melipona adicionada a 4ml de agua purificada con 0.2 gr de alginato de sodio, se homogeniza en termociclador a una temperatura no mayor a 40 °C con ayuda de un agitador magnético durante 15 minutos, la mezcla obtenida transcurrido ese tiempo con ayuda de un gotero es suspendida en 100 ml de solución de Cloruro de calcio 0.1 M, posteriormente se coloca sobre un embudo con papel filtro, se filtra el encapsulado, se extiende el papel filtro con el encapsulado sobre una superficie plana y se deja secar por 20 minutos a temperatura ambiente.

Encapsulado de menta y eucalipto: 1 ml esencia (menta o eucalipto) en 9 ml de agua purificada, homogenizado por 15 minutos a 35 °C y posteriormente suspendidos por goteo con ayuda de una jeringa en 100 ml de solución de Cloruro de Calcio al 0.1 M, se filtra y deja secar al ambiente por 30 minutos. La mezcla junto con el encapsulado se coloca sobre el molde previamente engrasado y se refrigera por 30 minutos, al término de este tiempo se corta con el molde el modelo deseado.

Se desarrollan tres formulaciones; gomita miel con encapsulado-eucalipto, gomita miel con encapsulado-menta, gomita sin sabor con micro encapsulado-miel melipona, se establecieron varias concentraciones de sabor miel para cada una y obtener una formulación estable, donde la gomita sea aceptada sensorialmente. Se realizará una evaluación sensorial con panelistas no entrenados (n=100) sin distinción de género, utilizando una boleta estructurada, escalar, numérica, bimodal de 5 puntos donde 1=me disgusta mucho, 3=no gusta ni disgusta y 5=me gusta mucho. Agua simple para poder enjuagarse la boca entre muestras, con un peso para cada gomita de 3-4 g con 6 encapsulados para cada una.

El análisis de resultados de la prueba sensorial se utiliza ANOVA con el método de Duncan, para la comparación entre muestras y conocer estadísticamente cual es la más aceptada. La formulación de mayor aceptación sensorial (Producto) se les realizara las siguientes determinaciones fisicoquímicas: acidez, pH, conductividad eléctrica, grados Brix, humedad, acidez, color, hidroximetil furfural (HMF), azúcar total y glucosa, utilizando métodos similares a los de materia prima completándolo tanto a materia prima como producto terminado con determinaciones microbiológicas; Bacterias Mesofilicas Aerobias (BMA) por NOM-092-SSA1-1994, Coliformes totales (CT) por NOM-112-SSA1-1994, Hongos y Levaduras (H-L) por NOM-111-SSA1-1994.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diferentes categorías de calidad de la miel obedecen a factores diversos como las estaciones, condiciones de empaque, procesamiento, fuente floral, origen geográfico y periodo de almacenamiento. Además, las propiedades dieléctricas están directamente relacionadas cenizas, contenido de agua, acidez que indica el grado de frescura de la miel. En todo tipo de miel predomina la fructosa, glucosa es el segundo azúcar más importante. Las técnicas multivariadas son herramientas eficientes para la evaluación de la calidad y la autenticidad de los alimentos. Los parámetros como la conductividad eléctrica como el pH, HMF son los parámetros químicos que más se usan para predecir el origen floral de las muestras de miel; además, se encontró que es viable usar la espectroscopia de impedancia como un método rápido para la determinación del origen floral de la miel, lo cual puede proporcionar suficiente información para la clasificación y distinción de la fuente botánica de mieles. Junto con estas propiedades agregando algunas pruebas, pueden utilizarse para la detección de miel adulterada. Para miel melipona no existen regulaciones aplicables a nivel internacional, aunque se han hecho esfuerzos en algunos Países por establecerla con sus valores propios para cada especie nativa como Brasil, Costa Rica, Colombia (BALLESTEROS et al., 2019; RIBEIRO et al., 2022; CARDONA et al, 2019). Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la materia prima (miel melipona), en base a la normativa de miel de *Apis mellifera*.

La miel de *Scaptotrigona mexicana* utilizada como muestra comparada con la Norma vigente para comercialización en mieles de *Apis* cumple para todos los parámetros que marca, encontrando inclusive que cumple para acidez y humedad (más alto en un 2%) que no es un signo de no aceptación a nivel internacional para su exportación en las condiciones que se manejan (Tabla 1).

**Tabla 1.** Parametros fisicoquímicos de miel de *Scaptotrigona mexicana* (Miel melipona-Cuetzalan, Puebla).

Determinación	Resultado	Referencia
Humedad (%)	26.0	10 a 20
°Brix (%)	72.0	78 a 88
Cenizas (%)	0.40	0.60
Color (mm Pfund)	87.0	0.0-110
Acidez (meq/kg)	20.0	Menos de 50
pH	2.74	3.8
Conductividad Eléctrica (mS/cm)	0.48	Menos de 0.8
Glucosa (g/kg)	2.00	8
HMF (mg/L)	1.31	Máximo 40

La determinación de humedad arroja un resultado de 26%, junto con la acidez de 20 meq/kg son parámetros característicos de melipona. Esta acidez es baja con respecto a la mayoría de melipona que puede presentar valores hasta 21-40 según la especie, se explica dicho valor por ser una miel recién recolectada no mayor a un mes después de su proceso de fermentación natural que presenta esta miel. Las abejas recolectan néctares o mielada con humedades altas, al incorporarlo a la olla aumenta el contenido de agua llevando una fermentación como proceso de madurez haciendo que sea más estable durante su almacenamiento lo que provocara de igual manera una mayor acidez en miel Meliponini siendo un distintivo y como método de conservación para cada miel

según la especie de abeja sin aguijón, a su vez también la define sensorialmente estableciendo la diferencia con una miel de Apis. Este es un común denominador para las diferentes especies de abejas sin aguijón, teniendo rangos variables entre parámetros, especies y regiones donde se localiza el enjambre. Las meliponas que enjambran en ollas el néctar lleva un proceso de transformación y maduración obteniendo un producto líquido con humedades altas mayores que las desarrolladas en la colmena de Apis. El contenido de glucosa es bajo, para Brix se encuentra en rango alto de varias especies de abejas determinando que es una miel fresca corroborado por otros parámetros. Estos parámetros nos ayudan a determinar

que es una miel madura, propicia para alimento o aplicaciones terapéuticas (NORDIN et al., 2018; CARDONA et al., 2019; SALOMÓN et al., 2022).

El valor de pH obtenido nos indica un valor muy alto de acidez que presenta la miel de melipona, esto esta correlacionado con los microorganismos asociados que pueden cambiar la textura y estabilidad en la muestra, este valor es un indicativo del tipo de floración que ingiere el insecto además de presencia del estado fermentativo, aunque investigadores reportan un pH de 3.8-4.4 para que exista esta correlación pero descartable para las especies de abejas, algunos otros reportan valores de hasta 6.9 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Parámetros fisicoquímicos de diferentes especies de *Melipona* encontrado en la literatura

Autores	Humedad (%)	Glucosa g/100g	SAC. g/100g	HMF mg/kg	COND.ELE. mS/cm	pH	Acides me g/kg	TSS °Brix	AZUC. RED. (%)	Diastasa (E.Shade)
Wong et al. 2019	30.8-36.4	19.8-23.4	0.04	0.21-0.48	ND	2.9-3.3	ND	ND	ND	03-23
Pires et al. 2020	24-28.4	ND	0.27-3.27	0.4-31.6	453-1025	3.6-6.9	1.8-23	68-74	69-84	ND
Salomón et al. 2022	23-25	26-31	1.03-1.09	ND	0.0-5.95	4.7-4.9	48.7-54.7	ND	ND	ND
Cardona et al. 2019	25.1-29.2	ND	ND	1.46-10.5	0.19-1.5	3.3-4.4	20.2-46.8	65-71	ND	2.14-14.0
Nordin et al. 2018	13.2-45.0	12.3-37.8	0.02-32.3	30	102-877	3.3-4.3	5.9-85	12-75	39-72	9.0-23.0

ND=NO DETERMINADO, SAC=Sacarosa, HMF=Hidroximetilfurfural, COND.ELE.=Conductividad Eléctrica, Sol.=sólidos, TSS= Sólidos totales, AZUC.RED=Azúcares Reductores

La CE de la muestra es baja por lo que su contenido mineral es bajo correlacionado con cenizas. Por el contenido bajo encontrado determina que es una miel floral, no mielada que junto con el polen y compuestos fenólicos dan color a la miel. Estas difieren también por la forma de cosecha no tecnificada, sitio de cosecha y utensilios al extraer del pote el líquido, lo que a su vez adquiere contaminantes como polen de los hexágonos en las mancuernas. Valores diferentes se marcan entre especies por el pecoreó de flora que prefieren o se encuentran en su entorno encontrando en el suelo un bajo contenido, que se encuentra relacionada con la concentración total de minerales, sales, ácidos orgánicos, proteínas y azúcares complejos formando parte del néctar. Establecen esta sinergia de minerales que dependen de la especie y no de la época del año. De aquí que los métodos de conservación propuestos por Wong et al. (2019) y Pires (2020) durante la fermentación sea por un proceso de refinación en humedad, deshumificación o de pasteurización.

Son parámetros muy correlacionados la acidez, CE y el color (Tabla 1) que presentan estas mieles, comercialmente poseen un valor más alto las mieles claras, aunque las oscuras en regiones del mundo son más aceptadas por su mejora en antioxidantes, fenoles y muy apreciados usos medicinales difiriendo de la miel de Apis. La mayor intensidad de color se reporta en *Tetragonisca angustula* de Brasil y la menor intensidad de color se detectó en *Melipona ilota* de Perú, no existe un conjunto estándar para la miel en términos de color. La muestra posee un valor 87 mm en la escala de Pfund catalogando la muestra como Ámbar claro, propia de una miel comercializada como característica de melipona que está en dependencia de la flora y clima de Cuetzalan, Puebla. Así como el método de producción y prácticas agrícolas el color de la miel puede variar de amarillo claro a casi negro. Esta propiedad depende del contenido de minerales, fenoles y polen, el color de la miel determina en gran medida su origen geográfico (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2013).

En las abejas sin aguijón, el color de la miel oscila entre 26 Pfund y 150 Pfund cuando se mide con un fotómetro (Tabla 2). Los datos tienen una media de 92,9 Pfund, pero con una desviación estándar de 39 valores en la escala Pfund. La mayor intensidad de color se detectó en miel de *Tetragonisca angustula* de Brasil y la menor intensidad de color se detectó en *Melipona ilota* de Perú. No existe un conjunto estándar para la miel en términos de color.

El posible deterioro o adulteración de esta miel esta dado por HMF, índice de Diastasa y acidez Dado por el manejo después de la cosecha, sobrecalentamiento, inadecuado almacenamiento o por el método de conservación en el envase. Es asociada a la composición, período de cosecha y recursos florales, son indicadores de lo sucedido en la fermentación del pote o fuera de él, que de forma espontánea se lleva a cabo en las mancuernas propias de la región de Cuetzalan. Pueden aumentar por el período que se deja madurar esta miel por lo que es muy controlado este tiempo. Bajo contenido de HMF, acidez y pH de la muestra es una miel con poco o nada riesgo de deterioro o adulteración, así como la define como una miel fresca con todas sus propiedades intactas, mejor valoradas para efectos terapéuticos (NORDIN et al., 2018; PIRES et al., 2020; CARDONA et al., 2019).

### Análisis Sensorial de Formulaciones de Gomita con Microencapsulados

Además de los estándares químicos para la miel, los atributos sensoriales clave juegan un papel como soporte analítico para confirmar su origen entomológico y autenticidad. Nos permite de manera similar establecer diferencias y similitudes sensoriales entre miel falsa y genuina producida por *A. mellifera* y *Meliponini* (VIT et al., 2017).

La elaboración de gomita se realiza por lote con Azúcar 120 g, Miel melipona 12 ml, Glucosa 50 g, Agua 120 ml, Grenetina 24 g, con los microencapsulado de esencia de eucalipto, esencia menta y miel melipona sin miel como

ingrediente, pero si con todos los demás. De cada lote se obtienen 32 gomitas de 2-4 g de peso, con 6 microencapsulados cada una.

El microencapsulado se obtiene siguiendo la técnica descrita en la metodología, utilizo; Agua 18 ml, Miel melipona 12 ml, Alginato de Sodio 0.4g, cloruro de calcio 100 ml estandarizando tiempos y temperaturas para el proceso de elaboración y ser distribuido de manera uniforme en una placa hasta enfriar a manera de un rectángulo de 1.5 cm de grueso, para finalmente ser cortado obteniendo cuadrados uniformes con cantidad repartida en cada cuadro del microencapsulado (ASBAHANI et al., 2015).

Las formulaciones son gomita de miel melipona con microencapsulados de eucalipto (GME), menta (GMM) y melipona (GMP) sin agregar como ingrediente a la gomita. El análisis de los datos que se obtuvieron se realiza mediante ANOVA por método de Duncan, con un nivel de significancia ( $\alpha < 0.5$ ). La evaluación sensorial se realiza por escala hedónica de 5 puntos, bimodal, escalar, con grupos (n=100) de comparación con un rango de 19 a 24 años, misma cantidad de hombres y mujeres estudiantes de Ciencias Químicas, BUAP obteniendo los siguientes resultados (Tabla 3).

Se puede observar que para panelistas las muestras en color, olor, apariencia general no hay diferencia, por lo que se deduce que no son determinantes para la preferencia del consumidor. La GME y GMM con una apariencia similar, presentan una diferencia en intensidad del sabor para menta, aunque no fue significativa, sin embargo, se distingue como un mejor sabor la formulación GMP la cual posee la mejor aceptación para todos los parámetros evaluados. La diferencia significativa en firmeza se explica por qué el microencapsulado se tiene que dejar secar y enfriar previamente se realiza un jarabe con la miel melipona a punto de bola suave junto con los demás ingredientes, en GMP no se le agrega miel a la mezcla puesto que se encuentra en el microencapsulado.

se encuentra en el microencapsulado por lo que no necesitara disminución de temperatura por agitación para la obtención de la gomita. Aunque los panelistas fueron no entrenados para la gomita de miel melipona, siendo sensorialmente diferente a la miel de Apis se tuvo la capacidad de diferenciarlas e incluso compararla con sabores conocidos de gomita (COSTA et al., 2018; CHAMBERS, 2019; CARVALHO et al., 2009; ZAVALA et al., 2014).

**Tabla 3.** Análisis sensorial de gomitas con microencapsulados de menta (GMM), eucalipto (GME), miel melipona (GMP).

Muestra	Color	Olor	Firmeza	Apariencia general	Sabor
GME	3.6 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.9 <sup>b</sup>	3.9 <sup>b</sup>	3.6 <sup>a</sup>
GMP	3.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>b</sup>
GMM	3.4 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>

a: No hay diferencia entre tratamiento; b: Existe diferencia entre tratamientos.

Una vez determinada sensorialmente que la gomita con microencapsulado que más agrado a los panelistas fue la gomita con microencapsulados de melipona, se le realizo una serie de pruebas microbiológicas para verificar su riesgo y si cumple con las normas de higiene para su consumo. Resultados similares son obtenidos para la MP con conteos de BMA menores a 10 UFC, 0 UFC para CT y H-L determinando que no posee riesgos sanitarios su consumo de manera directa, por

lo que establecerá si el procedimiento, manipulación o ingredientes modifica o influye en posible contaminación microbiológica del producto a obtener (Table 4). Difícilmente una miel suele presentar crecimiento de microorganismos, existen fuentes primarias de contaminación como polen, abeja, extractos digestivos.

**Tabla 4.** Resultados del análisis microbiológico de la gomita con microencapsulado de miel melipona (*Scaptotrigona mexicana*).

Determinación	Resultado	Referencia*
BMA	< 10 UFC/g	Menos de 100 UFC/g
Coliformes totales	< 10 UFC/g	Menos de 10 UFC/g
Hongos y Levaduras	< 10 UFC/g	Menos de 10 UFC/g

\*Norma Mexicana NMX-F-036-NORMEX,2006

Por condiciones de recolección y almacenamiento la miel de Meliponini se permiten valores de  $10^{3-4}$  UFC para hongos-levaduras ya que los mos. osmofílicos y osmotolerantes son los que pueden sobrevivir y proliferar, pero el bajo pH además de la poca disponibilidad de nutrientes inhibe la germinación, así como crecimiento del micelio. No es un riesgo su consumo para el humano, aunque se desconoce la armonía, interrelación y en la maduración con la flora microbiana dentro del pote (o colmena) siendo las investigaciones muy limitadas al respecto. No obstante, por su aplicación terapéutica más que como alimento la calidad sanitaria de miel de melipona no es clara en su estandarización de criterios microbiológicos y es un factor importante por considerar para la comercialización como producto por la alta humedad que presenta. Los resultados (Tabla 4) obtenidos para el producto en su elaboración se realizó de manera higiénicamente adecuada (CARDONA et al., 2019; SALOMÓN et al., 2022; NORDIN et al., 2018).

Los resultados fisicoquímicos obtenidos (Tabla 5) mostrarán como afecto el proceso de obtención del producto o bien los ingredientes usados. La referencia se toma la composición de la materia prima que es la miel de *Scaptotrigona mexicana* procedente de Cuetzalan, Puebla se encontraron dentro de los valores considerados como seguros por las Normas Mexicanas por lo que se puede afirmar que las gomitas elaboradas son seguras para su consumo desde el punto de vista sanitario y su comercialización. La humedad de la gomita aumento 1% por lo que el posible riesgo riego microbiológico no se manifiesta y se refuerza por los grados brix, glucosa y sacarosa con valores bajos. A pesar de ser usada sacarosa como ingrediente, glucosa semisólida siendo una superficie a base de grenetina natural, haciendo una dilución al obtener la gomita, pero como se protege la miel por el microencapsulado solo al consumirla deja un sabor agradable según los panelistas no entrenados con la cantidad adecuada para apreciarse, pero si fue detectada con el microencapsulado de menta y eucalipto en conjunto con el saborizado de la miel melipona. El contenido de ceniza reflejo del contenido mineral en el alimento, redujo por lo que el tratamiento térmico de la gomita más el procedimiento del microencapsulado afectaron, más la interacción con los ingredientes utilizados. Esto influye sensorialmente en positivo en la gomita en no ser tan penetrante el olor y sabor acido de la materia prima. La acidez obtenida influye nuevamente en el sabor y olor del producto junto con el pH bajo determinan un método de conservación

para el producto, ambos al igual que los grados Brix disminuyeron (15%) suficiente para la estabilidad de la gomita como alimento siendo consecuencia de adición de agua para la obtención de superficie de gretina, así como por el tratamiento térmico empleado al que fue sometido el cual no influye en definitiva al proteger la miel por el microencapsulado.

**Tabla 5.** Resultados físicoquímicos de gomita de miel melipona (*Scaptotrigona mexicana*).

Determinación	Resultado	Referencia*
Humedad (%)	27.0	26.0
Cenizas (%)	0.20	0.40
Acidez (mEq/Kg)	2.00	20.0
HMF (mg/L)	1.33	1.31
pH	2.72	2.74
Grados (°Brix)	62.0	72.0
CE (mS/cm)	0.10	0.48
Sacarosa (gr/L)	1.64	1.88
Glucosa (gr/Kg)	1.70	2.00

\*Valores obtenidos de miel melipona de *Scaptotrigona mexicana* procedente de Cuetzalan, Puebla

La glucosa y sacarosa disminuyeron debido al efecto térmico aplicado durante la cocción de la mezcla para la obtención de la gomita; afectando también al HMF, la disminución de Grados Brix, un pH bajo, que muestra un alimento con vida de anaquel prolongado, más la presión osmótica del producto por lo azucares, corrobora las investigaciones de que la MP presenta mayor estabilidad a la producción de HMF. Se podría señalar que el proceso térmico gomita y de Termización-Agitación en la obtención del encapsulado afectaría la Miel, los resultados demuestran lo contrario. En general el microencapsulado protege la miel melipona en sus características sensoriales, microbiológicas, terapéuticas, aunque la dosis aplicada en la gomita es baja.

## CONCLUSIONES

La miel de *Scaptotrigona mexicana* como materia prima posee una humedad alta, olor aceto-alcohólico por su proceso de maduración natural y aroma característico, convirtiéndola en un manejo difícil para conservar sus propiedades. Se establece la formulación y estandariza la técnica de microencapsulación de miel de género melipona, así como esencias de menta y eucalipto con base miel melipona, de igual manera para obtener gomita con miel-menta, miel-eucalipto y solo microencapsulado de miel melipona. La gomita con mayor aceptación sensorial (microencapsulado de miel melipona) se le determina análisis físicoquímicos y microbiológicos. Físicoquímicamente la gomita mejor evaluada nos indica que se reducen los grados Brix, cenizas, glucosa. El HMF y acidez con valores bajos, se mantienen en el producto infiriendo que la transformación tecnológica no modifica sustancialmente el perfil químico de la miel por lo que mantendrán las propiedades medicinales y de salud. Microbiológicamente la gomita posee inocuidad al elaborar la gomita, sin riesgos a la salud. Las gomitas elaboradas permiten diversificar la elaboración de los productos derivados de las abejas sin aguijón, y proponen una alternativa para incrementar su consumo mediante la elaboración de productos de confitería.

## REFERENCIAS

- ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; STRAMM, K. M.; HORITA, A.; BARTH, O. M.; FREITAS, A. S.; ESTEVINHO, L. M. Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. International Journal of Food Science and Technology. 48(8): 1698–1706. 2013. [10.1111/ijfs.12140](https://doi.org/10.1111/ijfs.12140)
- ARNOLD, N.; ZEPEDA, R.; DÁVILA, M. V.; MAYA, M. A. Las abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, México. Con catálogo de especies. ECOSUR, CONABIO. 2019.
- ASBAHANI, E. A.; MILADI, K.; BADRI, W.; SALA, M.; ADDI AIT, H. E.; CASABIANCA, H.; MOUSADIK, A.; HARTMANN, D.; JILALE, A.; RENAUD, R. N. F.; ELAISSARI, A. Essential oils: From extraction to encapsulation. International Journal of Pharmaceutics. 483(1-2): 220-243. 2015. [10.1016/j.ijpharm.2014.12.069](https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.12.069)
- AYALA, R. Revisión de las Abejas sin Aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Folia Entomológica Mexicana. 106: 1-123. 1999.
- BALLESTEROS, E. P.; RIVEROS, A. C.; ACUÑA, F. R. T. Determinantes físicoquímicos de la calidad de la miel: una revisión bibliográfica. Cuadernos de Desarrollo Rural, 16(83): 1-15. 2019. [10.11144/Javeriana.cdr16-83.dfcm](https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr16-83.dfcm)
- CARDONA, Y.; TORRES, A.; HOFFMANN, W. Colombian stingless bee honeys characterized by multivariate analysis of physicochemical properties. Apidologie, 50: 881-892, 2019. [10.1007/s13592-019-00698-5](https://doi.org/10.1007/s13592-019-00698-5)
- CARVALHO, C. A. L.; SODRÉ, G. S.; FONSECA, A. A. O.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A.; CLARTON, L. Physicochemical characteristics and sensory profile of honey samples from stingless bees (Apidae: Meliponinae) submitted to a dehumidification process. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 8(1): 143-149, 2009. [10.1590/S0001-37652009000100015](https://doi.org/10.1590/S0001-37652009000100015)
- CASTILLO H. M. Estudio transdisciplinario de la meliponicultura en la región de Cuetzalan, Puebla; análisis etnocientífico, etnoarqueológico y etnobiológico de la producción de miel virgen. Instituto de Investigaciones Antropológicas: México. 2019. 220 p.
- CHAMBERS I. V. E. Analysis of Sensory Properties in Foods: A Special Issue. Foods. 8(8):291. 2019. [10.3390/foods8080291](https://doi.org/10.3390/foods8080291)
- COSTA, A. C. V.; SOUSA, J. M. B.; SILVA, M. A. A.; GARRUTI, D. S.; MADRUGA, M. S. Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the brazilian semiarid region. Food Research International. 105: 110-120. 2018. [10.1016/j.foodres.2017.10.043](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.043)
- MELO, G. A. R. Stingless Bees (Meliponini). En: STARR, C. K. (Eds) Encyclopedia of Social Insects. Springer, Cham. 2021. 884-900pp. [10.1007/978-3-030-28102-1\\_117](https://doi.org/10.1007/978-3-030-28102-1_117).

NORDIN, A.; SAINIK, N. Q. A. V.; CHOWDHURY, S. R.; SAIM, A. B.; BT HJIDRUS, R. Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73: 91-102. 2018. [10.1016/j.jfca.2018.06.002](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.002)

OTIS, G. W. Honey and Social Insects. En: STARR, C. K. (eds.) *Enciclopedia de Insectos Sociales*. Springer, Cham. 2021. [10.1007/978-3-030-28102-1\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-030-28102-1_57)

WONG, P.; LING, H. S.; CHUNG, K. C.; YAU, T. M. S.; GINDI, S. R. A. Chemical Analysis on the Honey of *Heterotrigona itama* and *Tetrigona binghami* from Sarawak, Malaysia. *Sains Malaysiana* 48(8): 1635–1642. 2019. [10.17576/jsm-2019-4808-09](https://doi.org/10.17576/jsm-2019-4808-09)

PIRES, A. P.; SILVA, A. D. S. L.; NETO, J. S. N. M.; NEVES, N. M. P.; CANTO, V. C.; CHAVES, M. D. N. A.; OLIVEIRA APARECIDO, L. E. Análise sensorial de méis de duas espécies de abelhas sem ferrão de Santarém, Pará. *Brazilian Journal of Development*, 6(9): 72680-72693. 2020. [10.34117/bjdv6n9-642](https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-642)

RIBEIRO, M. F.; SILVA, Z. R.; DOMINGOS, N. R. Quality of Honey Produced by Four Species of Stingless Bees in the Central Region of the State of Tocantins. *Sociobiology*. 69(2): e7322. 2022. [10.13102/sociobiology.v69i2.7322](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v69i2.7322)

SALOMÓN, V. M.; BRODKIEWICZ, I. Y.; GENNARI, G. P.; MALDONADO, L. M.; ROMERO, C. M.; VERA, N. R. Argentine stingless bee honey: bioactive compounds and health-promoting properties. *Natural Resources for Human Health*. 2(2): 236-245. 2022. [10.53365/nrfhh/144727](https://doi.org/10.53365/nrfhh/144727)

SHAMSUDIN, S.; SELAMAT, J.; SANNY, M.; RAZAK, S. B. A.; JAMBARI, N. N.; MIAN, Z.; KHATIB, A. Influence of origins and bee species on physicochemical, antioxidant properties and botanical discrimination of stingless bee honey. *International Journal of Food Properties*, 22(1): 239-264. 2019. [10.1080/10942912.2019.1576730](https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1576730)

VÁSQUEZ-GARCÍA, A.; SANGERMAN-JARQUÍN, D. M.; SCHWENTESIUS RINDERMAN, R. Caracterización de especies de abejas nativas y su relación biocultural en la Mixteca oaxaqueña. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(1), 101-113. 2021. [10.29312/remexca.v12i1.2788](https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2788)

VIT, P.; PEDRO, S. R.; VERGARA, C.; DELIZA, R. Ecuadorian honey types described by kichwa community in rio chico, Pastaza province, Ecuador using free-choice profiling. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27: 384-387. 2017. [10.1016/j.bjp.2017.01.005](https://doi.org/10.1016/j.bjp.2017.01.005)

WAISUNDARA, V.; SHIOMI, N. Superfood and Functional Food - An Overview of Their Processing and Utilization. En: YUCEL, B.; TOPAL, E.; KOSOGLU, M. Bee products as functional food. *IntechOpen*. 2017. [10.5772/65477](https://doi.org/10.5772/65477)

ZAVALA, O. J. A.; COLOMO, G. I.; HIGUERA P. J. El análisis sensorial de miel y la formación de un panel de cata entre los apicultores. *Memorias 23º Congreso Internacional de Actualización Apícola. XV CONGRESO ANMEA*. 2014. 59-62 pp.