

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación
Efecto de la adición de jalea real y polen en la calidad química y sensorial de la miel de abeja melipona (*Tetragonisca angustula*)

Estudiante

Maria Alejandra Caballero Aragón

Asesores

Carolina Valladares, M.Sc.

Raúl Espinal, Ph.D.

Honduras, agosto 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	5
Índice de Anexos	6
Resumen	7
Abstract	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos	12
Localización del Estudio	12
Materiales.....	12
Preparación de Tratamientos	12
Análisis Químicos	13
Potencial de Hidrogeno (pH).....	13
Actividad de Agua (a_w) ²	13
Humedad (%)	13
Proteína Cruda (%)	13
Porcentaje de Valor Diario de Proteína (%)	14
Sólidos Solubles (°Brix).....	15
Análisis Sensorial Afectivo	15
Análisis de Costos Variables de Producción	16
Diseño Experimental.....	16
Resultados y Discusión.....	17
Análisis Químicos	17
Potencial de Hidrogeno (pH).....	17
Actividad de Agua (a_w)	18
Proteína (%) y Valor Diario (%).....	20
Sólidos Solubles (°Brix).....	21

Análisis Sensorial	22
Aceptación de Apariencia	22
Aceptación de Color	23
Aceptación de Olor	24
Aceptación General	25
Preferencia	26
Conclusiones	28
Recomendaciones	29
Referencias	30
Anexos	34

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Descripción de los tratamientos de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>)....	13
Cuadro 2	Resultados del análisis químico: Potencial de Hidrogeno (pH) de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	17
Cuadro 3	Resultados del análisis químico: Actividad de agua (a_w) de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	18
Cuadro 4	Resultados del análisis químico: Humedad (%) de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	19
Cuadro 5	Resultados del análisis químico: Proteína (%) de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	20
Cuadro 6	Resultados del análisis químico: Sólidos solubles (°Brix) de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	21
Cuadro 7	Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de aceptación de la apariencia de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	23
Cuadro 8	Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de aceptación de color de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	24
Cuadro 9	Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de aceptación de olor de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	24
Cuadro 10	Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de aceptación general de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	26
Cuadro 11	Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de preferencia de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	26

Índice de Anexos

Anexo A Hoja de evaluación sensorial: Miel de abeja melipona	34
Anexo B Tabla de Prueba de Basker y Kramer “Valor crítico de diferencia entre suma de categorías”	35
Anexo C Cuadro de correlación entre humedad y grados brix.....	36
Anexo D Análisis de costos variables de formulación en dólares (US\$) para producción de 100 gramos de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>)	37
Anexo E Análisis de correlación de los atributos del análisis sensorial de los tratamientos de miel de abeja melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	38

Resumen

El mercado demanda alimentos nutricionales y naturales especialmente altos en proteína y/o vitaminas. La miel de melipona es considerada un producto nutritivo, siendo rica en azúcar y otros compuestos fenólicos, pero es pobre en contenido de proteínas. Los productos apícolas polen y jalea real tiene alto contenido de proteína, pero por sus atributos sensoriales son rechazados haciendo necesaria su mezcla con productos como la miel. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la adición de jalea real y polen en las características químicas y sensoriales de la miel de abeja melipona (*Tetragonisca angustula*). Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos: miel de abeja melipona con jalea real, miel de abeja melipona con polen y miel de abeja melipona sin adiciones; estos tratamientos tuvieron tres repeticiones obteniéndose nueve unidades experimentales. Cada unidad se evaluó químicamente (pH, a_w , humedad, proteína y °brix) y sensorialmente, a través, de un análisis sensorial afectivo mediante la prueba de aceptación (atributos de color, apariencia, aroma y aceptabilidad general) y una prueba de preferencia. Se concluyó que adicionar un 20% de polen a la miel de melipona provocó un aumento en el valor de proteína y mantuvo los valores de pH, a_w y humedad, mientras que incorporar 20% de jalea real a la miel de melipona aumentó los valores de proteína, pH, a_w y humedad. La adición de polen o jalea real disminuyó la aceptación y preferencia de la miel de melipona.

Palabras clave: apariencia, costo, humedad, preferencia, proteína.

Abstract

The market demands nutritional and natural foods especially those that are high in protein and/or vitamins. Melipona honey is considered a nutritious product, being rich in sugar and other phenolic compounds, but poor in protein content. Bee products such as pollen and royal jelly are high in protein, but because of their sensory attributes they are rejected, making it necessary to mix them with products such as honey. The objective of the study was to evaluate the effect of the addition of royal jelly and pollen on the chemical and sensory characteristics of melipona bee honey (*Tetragonisca angustula*). A Randomized Complete Block (RCB) design was used with three treatments: melipona bee honey with royal jelly, melipona bee honey with pollen and melipona bee honey without additions; these treatments had three replicates, obtaining nine experimental units. Each unit was evaluated chemically (pH, a_w , humidity, protein and °brix) and sensorially, through an affective sensory analysis by means of an acceptance test (color, appearance, aroma and general acceptability attributes) and a preference test. It was concluded that adding 20% pollen to melipona honey caused an increase in the protein value and maintained the values of pH, a_w and humidity, while adding 20% royal jelly to melipona honey increased the values of protein, pH, a_w and humidity. The addition of pollen or royal jelly decreased the acceptance and preference of melipona honey.

Key words: appearance, cost, moisture, preference, protein.

Introducción

La miel de abeja es consumida en todo el mundo como un sustituto del azúcar por su poder edulcorante, así como también por sus propiedades nutricionales (FAO 2019). La miel es una sustancia natural dulce producida por abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas; las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje (CAC 1981).

Existen alrededor de 20.000 especies conocidas de abejas, dentro de siete a nueve familias son de abejas sin aguijón las cuales se conocen como Meliponas; estas abejas viven naturalmente en colonias y ocupan cavidades huecas y troncos de árboles vacíos (Díaz Meraz 2015). La productividad de miel por colmena de esta especie se encuentra asociada a diversos factores físico-naturales, entre los cuales están la deforestación de selvas y bosques y recientemente el cambio climático (Magaña Magaña et al. 2016).

La abeja sin aguijón almacena y modifica químicamente los néctares florales produciendo la miel popularmente conocida por consumidores a nivel mundial y apreciada por su sabor y aroma distintivos, por la textura más fluida, por la lenta cristalización lo que la hace más valiosa comercialmente (Camara et al. 2013). La miel de melipona (*Tetragonisca angustula*) puede ser incolora a marrón oscuro, el sabor y aroma van a depender según el tipo de floración de donde se recolecta el néctar, en cambio, la consistencia cambia según el estado físico en que se presente la miel (ADAB 2014). Dentro de las propiedades de la miel de melipona está el poseer alta acidez, sabores frutales fuertes, y una excelente capacidad antimicrobiana (Vargas y Sánchez 2022).

Se considera que la miel de abeja *Tetragonisca angustula* se compone principalmente por azúcares simples reductores y no reductores (principalmente fructosa, glucosa, sacarosa y maltosa), agua y cenizas con valores de humedad más elevados que la miel de *Apis mellifera*, provocando una mayor tendencia a la fermentación espontánea. La composición de la miel depende del origen de las fuentes botánicas, la madurez alcanzada en la colmena, estado fisiológico de la colonia y la época de recolección (Zuluaga et al. 2012; Damaceno do Vale et al. 2018).

El poco conocimiento de la composición de esta miel no ha permitido establecer estándares o parámetros de identidad y calidad para la miel de abejas sin aguijón por ello, aunque difiere en composición, su calidad se compara con los estándares internacionales de miel de *Apis mellifera* (CAC 2001). Actualmente, Brasil (estado de Bahía) es el único país que cuenta con una norma estatal para miel producida por abejas del género melipona (ADAB 2014).

En los últimos años, se ha observado un aumento en la búsqueda de miel melipona (Biluca et al. 2016) y los consumidores, generalmente consumen esta miel porque la consideran nutritiva y saludable por el contenido de proteínas y tipo de azúcar en comparación con otros edulcorantes. Estudios han demostrado que la miel de abeja tiene bajo contenido proteico, minerales y vitaminas caso contrario a otros productos de la colmena como el polen y jalea real (Carrera 2016).

Se estima que en 100 mL los valores nutricionales de la miel de *Tetragonisca angustula* son de 180 calorías, 40 gramos de carbohidratos, sin ningún tipo de grasa y 2 gramos de proteína (Zuluaga et al. 2012; Santacruz et al. 2016). Acorde con el Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.01.60:10 (2012) una persona debería de consumir 50 gramos de proteína al día y para lograr determinar si un producto cuenta con un porcentaje que ayude a suplir esta necesidad es preciso utilizar el porcentaje de valor diario (%VD) (FAO 2020). Si un alimento contiene más de 10% del porcentaje de valor diario de proteína por 100 gramos o este no presenta tener menos de 5% del porcentaje de valor diario de proteína por 100 mL en un producto se le puede considerar como un alimento fuente o fortificado de proteína (RTCA 67.01.60:10 2012).

La miel de melipona sin adiciones no tiene los requerimientos para ser considerada de ninguna de las anteriores formas, pero al agregar productos apícolas considerados proteicos, como la jalea real o el polen, podrían provocar un aumento en contenido de proteína de la miel de *Tetragonisca angustula* y cumplir así la necesidad del consumidor.

La jalea real de la abeja *Apis mellifera* es el producto de secreción resultante de la acción combinada de las glándulas faríngeas (secreción clara) y glándulas mandibulares (secreción blanca lechosa) de las abejas nodrizas de 5 a 15 días de edad. Es una sustancia lechosa secretada de las abejas

obreras nodrizas que la utilizan para alimentar las larvas de las abejas, así como también a las abejas reinas (CONACYT 2003). La jalea real puede contener entre 12 - 15% de proteínas, agua (60 - 70%), azúcares totales (10 - 12%), lípidos (3 - 7%), minerales, aminoácidos y vitaminas (Šimúth et al. 2003). Acorde con Carrera (2016), la jalea real cosechada en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, contiene? 10.67% de proteína mientras que Portillo (2012) encontró que la proteína de la jalea real oscila entre 11 - 15%.

La composición química del polen de la abeja *Apis mellifera* varía según la especie vegetal, las condiciones ambientales, la edad, y el estado nutricional de las plantas (Hernández 2020). Generalmente el polen puede contener hasta 25% de proteína (Román 2017) y en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano se colecta polen con 17.22 - 27.54% de proteína (Ibarra (2017) ; Ramírez (2016).

La investigación se basó en los siguientes objetivos: evaluar el efecto de la adición de jalea real y polen en las características químicas de la miel de abeja melipona (*Tetragonisca angustula*), determinar el efecto de la adición de jalea real y polen en las propiedades sensoriales de la miel de abeja melipona (*Tetragonisca angustula*).

Materiales y Métodos

Localización del Estudio

La investigación se realizó en las instalaciones del Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana situada en el valle del río Yegüare, ubicado a 30 km al Este de Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras. Los tratamientos fueron preparados en la Planta Apícola, los análisis químicos se efectuaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) y el análisis sensorial se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA).

Materiales

Para este estudio las muestras de miel de abeja melipona (*Tetragonisca angustula*), polen y jalea real son de las cosechas de noviembre 2021 y marzo 2022; se recolectaron en las colmenas que se encuentran ubicadas alrededor de la Planta Apícola y en el apiario de zona tres. Las abejas recolectaron la miel de muchas especies de plantas haciendo, por consiguiente, una miel multifloral.

La miel de melipona (*Tetragonisca angustula*) se filtró para eliminar cualquier residuo (insectos u hojas) y posteriormente se almacenó en barriles de plástico a granel. En el caso del polen, este paso por un proceso de secado, el cual redujo el contenido de humedad. Además, la jalea real fue filtrada y refrigerada inmediatamente después de su recolección, ya que, esta comienza su proceso de degradación al tener contacto con el aire, la luz y las altas temperaturas (Pérez y Jimeno 1988).

Preparación de Tratamientos

La miel de abeja melipona (*Tetragonisca angustula*) se calentó a baño maría (para eliminar la formación de cristales) a temperatura próxima a 50 ± 1 °C por un periodo de 20 minutos. Previo a la mezcla, el polen paso un proceso de molido manual mientras que la jalea paso por un proceso de filtración para eliminarle restos de cera. Luego del mezclado se colocó el producto de cada tratamiento en un recipiente de vidrio con capacidad para contener 100 g. En el Cuadro 1 se observa la descripción de los tratamientos establecidos.

Cuadro 1

Descripción de los tratamientos de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Descripción de tratamientos	Miel de Melipona (<i>Tetragonisca angustula</i>) (g)	Jalea Real (g)	Polen (g)
Miel melipona con jalea real	80	20	0
Miel melipona con polen	80	0	20
Miel melipona sin adiciones	100	0	0

Nota. 100 gramos por tratamiento.

Análisis Químicos

Potencial de Hidrogeno (pH)

Se empleo el método AOAC 962. 19 con el potenciómetro “Large Display pH pen” de la Planta Apícola, este fue calibrado previamente con las soluciones buffer de 4, 7 y 10. Se realizaron tres repeticiones, tomando en cada repetición un dato por cada tratamiento.

Actividad de Agua (a_w)²

Se determinó la actividad de agua (a_w) mediante el método AOAC 978.18, utilizando el Aqualab® (modelo 3 TE) que se encuentra dentro del laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano (LAAZ). El dispositivo utilizó el principio de equilibrio de presión de vapor con una escala de 0 a 1 y una temperatura aproximada de 25 °C. Por cada tratamiento se realizaron tres repeticiones.

Humedad (%)

Se empleo el método AOAC 983.17 usando el Pocket Digital Refractometer (modelo PAL 225) para analizar la humedad de cada uno de los tratamientos por repetición. Después de evaluar cada muestra, se limpió el lente del equipo acorde con las instrucciones de manejo.

Proteína Cruda (%)

El método AOAC 2001.11 fue utilizado para la evaluación de la proteína haciendo uso del equipo FOSS Kjeltex 8200 para este proceso y con ello se establece la cantidad de nitrógeno orgánico que se encuentra dentro de la muestra asociándolo con proteína. Se peso 1 g de muestra luego verterlo dentro de los tubos Kjeltex. A cada tubo se le agregaron dos tabletas Kjeltex (tabletas de

catálisis) mas 12 mL de ácido sulfúrico dando inicio el proceso de digestión que tardo 60 minutos y luego se continuo con el proceso de destilación en el equipo FOSS Kjeltec 8200. Se corrió el programa cuatro y cinco para lavar y calentar el equipo y luego se corrió el programa uno en donde se emplearon 80 mL de agua, 50 mL de hidróxido de sodio al 40% y 30 mL de ácido bórico al 4%. Al concluir el proceso del equipo se prosiguió con la titulación de la muestra destilada agregándole ácido clorhídrico hasta que esta se tornara a un color rosado. Se anotó el volumen usado el cual es necesario para el cálculo del % de nitrógeno. El peso de la muestra y el volumen del ácido que se utilizó se insertó en la Ecuación 1.

$$\text{Nitrógeno (\%)} = \frac{(V_S - V_B) \times M \times 14.01}{W \times 10} \quad [1]$$

Donde:

V_S= Volumen (mL) de HCl gastado en la muestra

V_B= Volumen (mL) de HCl gastado en el blanco

M= Molaridad de HCl

W= Peso (g) de la muestra

Después ese porcentaje se multiplico por 6.25 para obtener el porcentaje de proteína cruda.

Como se presenta en la Ecuación 2.

$$\text{Proteína cruda (\%)} = \text{Nitrógeno (\%)} \times 6.25 \quad [2]$$

Para determinar la cantidad de proteína por porción en un producto se debe de utilizar la Ecuación

3.

$$\text{gramos de proteína} = \left(\frac{\%}{100} \right) * \text{tamaño de porción} \quad [3]$$

Porcentaje de Valor Diario de Proteína (%)

Se utilizó los Valores Diarios de Referencia de Nutrientes (RTCA 67.01.60:10 2012), que son los rangos que se deberían de consumir a lo largo del día. Para este cálculo se utilizó la Ecuación 4.

$$\%VD = (\text{cantidad de proteína por porción}/50) * 100 \quad [4]$$

Alimento Alto/Buena Fuente.

Contiene 20% del valor de referencia del nutriente (VRN) por porción del alimento.

Alimento Fuente/Fortificado.

Contiene no menos del 10% del valor de referencia del nutriente (VRN) por porción del alimento.

Sólidos Solubles (°Brix)

Se empleo el método AOAC 983.17 usando el Pocket Digital Refractometer (modelo PAL 225) para analizar los grados Brix de cada uno de los tratamientos por repetición. Después de evaluar cada muestra, se limpió la lente de equipo según instructivo de uso.

Análisis Sensorial Afectivo

Se llevo a cabo un análisis sensorial afectivo mediante una prueba de aceptación con 35 panelistas (no entrenados) por cada repetición y se realizaron tres repeticiones en las cuales se evaluaron los atributos de apariencia, color, olor y aceptación general de los tratamientos. Para valorar los tratamientos los panelistas hicieron uso de una escala hedónica de nueve puntos, donde uno correspondía a “me disgusta extremadamente” y nueve a “me gusta extremadamente” (Anexo A).

Además, se ejecutó una prueba de preferencia con 100 panelistas quienes ordenaron los tratamientos de mayor a menor usando una escala de ordenamiento de 3 puntos, en donde 1 es “el más preferido” y 3 es el “menos preferido”. Los resultados se interpretaron definiendo al tratamiento con menor puntaje como el “más preferido” y posteriormente se usó la tabla de Prueba de Basker y Kramer (Anexo B) para definir el valor crítico considerando el número de panelistas y tratamientos del estudio para finalmente establecer diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$).

Análisis de Costos Variables de Producción

Un costo variable es cualquier gasto que cambia en función de la producción, en otras palabras, estos aumentan junto con el incremento de la producción y disminuyen cuando hay una disminución de la misma (GoCardless 2021). Se registraron los costos variables de producción de todos los tratamientos acorde con la formulación establecida para cada tratamiento (Anexo D).

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y tres repeticiones, obteniéndose un total de nueve unidades experimentales. Se ejecutó un análisis de varianza para definir la significancia del modelo y una separación de medias Duncan para obtener las diferencias entre los tratamientos. Este análisis se efectuó utilizando el programa SAS 9.4 “Statistical Analysis System” con una probabilidad < 0.05 .

Resultados y Discusión

Análisis Químicos

Potencial de Hidrogeno (pH)

Acorde con los resultados reportados en el Cuadro 2, no existieron diferencias significativas en el valor de pH de los tratamientos ($P > 0.05$) por lo que en este estudio la adición de jalea real o la adición de polen no afectó el valor de pH de la miel de melipona (*Tetragonisca angustula*). Estudios demuestran que los valores de pH de estos productos apícolas se encuentran en rangos similares y dependen principalmente de la floración de los alrededores de la colmena (Ortiz 2018; Anzueto 2019). El pH de la miel de abeja melipona (*Tetragonisca angustula*) oscila entre los valores 3.66 – 4.22 (Zuluaga et al. 2012; Ascencio 2014; Santacruz et al. 2016), los rangos de pH de jalea real oscilan entre 3.57 – 4.06 (Adaškevičiūtė et al. 2019) y el pH del polen puede oscilar entre 4.56 y 4.70 (Araneda et al. 2014; Ramírez 2016).

Cuadro 2

Resultados del análisis químico: Potencial de Hidrogeno (pH) de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamientos	Media \pm D.E.
Miel de melipona con jalea real	3.27 \pm 0.31 ^a
Miel de melipona con polen	3.80 \pm 0.44 ^a
Miel de melipona sin adiciones	3.50 \pm 0.35 ^a
CV (%)	10.91

Nota. ^a= Medias con letras iguales indican que estadísticamente los tratamientos fueron iguales ($P > 0.05$). C.V. Coeficiente de Variación.

D.E. Desviación Estándar.

El pH es una medida cuantitativa de la acidez o la basicidad (también llamada alcalinidad) de una disolución, que se usa para simplificar expresiones complejas de la concentración de iones de hidrógeno (Aconsa 2021) y puede controlar la regulación de reacciones químicas, bioquímicas y microbiológicas. En los productos apícolas el pH puede variar según la variedad de la planta, la madurez, el área geográfica, las prácticas de manejo y las operaciones de mantenimiento y procesamiento (Casaubon P et al. 2018).

De acuerdo con Chavarrías (2013), si el grado de pH en un alimento es mayor a 7, se plantea que este es alcalino, sin embargo, un valor inferior a 7 sugiere un alimento ácido; se estima que la mayor parte de los microorganismos patógenos crecen a un pH más bien neutro, entre 5 y 8. Da Silva et al. (2016), explican que los valores normales de la miel (*Apis mellifera*) oscilan entre 3.2 y 4.5, de tal manera que esta acidez natural podría inhibir el crecimiento de microorganismo y conservar la miel.

Actividad de Agua (a_w)

El Cuadro 3 muestra que hubo diferencias significativas entre la miel de melipona con jalea real con los tratamientos de miel de melipona con polen y miel de melipona sin adiciones ($P < 0.05$). La a_w en la miel de abeja melipona (*Tetragonisca angustula*) oscila entre 0,562 y 0,71 (Gaggiotti et al. 2018) mientras que los valores de a_w en la jalea real se encuentran entre 0.39-0.78 (Mesa 2015). En la Escuela Agrícola Panamericana la a_w de la jalea real es próxima al valor de 0.96 (Anzuetto 2019), por lo que adicionar la jalea real pudo provocar el aumento del valor de a_w mientras que Carrera (2016) y Ortiz (2018), muestran que el polen cosechado en institución presentó a_w de 0.555 y 0.60. Estos últimos valores de a_w son similares a los valores de la miel de melipona por lo que la adición de polen pudo no cambiar los valores de la mezcla con dicha miel.

Cuadro 3

Resultados del análisis químico: Actividad de agua (a_w) de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamiento	Media \pm D.E.
Miel de melipona con jalea real	0.75 \pm 0.03 ^a
Miel de melipona con polen	0.63 \pm 0.06 ^b
Miel de melipona sin adiciones	0.64 \pm 0.03 ^b
CV (%)	2.63

Nota. ^{a-b} = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). C.V. (%) =

Coficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar.

La actividad de agua se usa como un indicador de estabilidad microbiológica para el control de calidad de los alimentos. Un alimento con actividad de agua debajo de 0.60 es considerado estable microbiológicamente debido a que minimiza las reacciones bioquímicas, evitando así la proliferación

de microorganismos (Ascencio 2014). Existen ciertas levaduras y mohos que crecen con una actividad de agua de 0.60, es así como la actividad de agua presente en las muestras de mezclas con miel presentadas en este estudio pudo considerarse riesgosa pues los valores estuvieron el nivel adecuado para la proliferación de mohos y levaduras.

La miel de melipona *Tetragonisca angustula* con jalea real presentó mayor actividad de agua y pudo ser propenso a la proliferación de microorganismos tales como: *Salmonella spp.*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, levaduras, *Clostridium botulinum*, *Lactobacillus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, moho y *Saccharomyces spp.* (Clayton et al. 2015).

Humedad (%)

Los resultados reportados en el Cuadro 4 indican que no existieron diferencias significativas en el valor de humedad entre los tratamientos con miel de melipona *Tetragonisca angustula* más polen y la miel de melipona *Tetragonisca angustula* sin adiciones ($P > 0.05$). El tratamiento con jalea real fue diferente del resto. El porcentaje de humedad del polen de la Escuela Agrícola Panamericana fue de 9.84% (Castillo 2015) y pueden presentar valores dentro del rango de 8.8 y 13.8% (Saavedra et al. 2013).

Zuluaga et al. (2012) y Gaggiotti et al. (2018) obtuvieron un rango de humedad en miel de melipona entre 13 – 25.2%. y los rangos de humedad de la jalea real se encuentran entre 62.34 y 64.02% (Salamanca 2014), por lo anterior la miel de melipona con jalea pudo alcanzar el mayor valor de humedad.

Cuadro 4

Resultados del análisis químico: Humedad (%) de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamiento	Media \pm D.E.
Miel de melipona con jalea real	31.13 \pm 1.99 ^a
Miel de melipona con polen	22.43 \pm 1.78 ^b
Miel de melipona sin adiciones	22.17 \pm 2.70 ^b
CV (%)	2.55

Nota. ^{a-b} = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). C.V. (%) =

Coficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar.

En el Reglamento Técnico sobre Identidad y Calidad de la Miel de abejas sociales sin aguijón, género *Melipona*, se especifica que la miel de *Melipona Tetragonisca angustula* sin tratamiento de conservación y pasteurizada puede tener una humedad máxima del 26% mientras que si es deshumidificada puede tener una humedad máxima de 20% (ADAB 2014). La consecuencia principal del exceso de humedad en la miel es el riesgo de fermentación, además, durante la fermentación se genera un olor a vinagre y por tanto pérdida comercial (Maes Honey 2021).

Proteína (%) y Valor Diario (%)

El Cuadro 5 muestra que hubo diferencias significativas entre los tratamientos de miel con relación al valor de proteína ($P < 0.05$), la adición de polen y jalea real aumentó el contenido proteico de la miel de *Melipona Tetragonisca angustula*, provocando un alto porcentaje de valor diario. El polen apícola presenta un rango de proteína de 17.22 hasta el 27.54% (Ramírez 2016; Ibarra 2017), la jalea real tiene valor de proteína de 10.67 -15% (Portillo 2012; Carrera 2016) y la miel de *Melipona* cuenta con 4% de proteína (Santacruz et al. 2016).

Cuadro 5

Resultados del análisis químico: Proteína (%) de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamiento	Media \pm D.E.	% VD
Miel de melipona con jalea real	5.77 \pm 1.88 ^a	12
Miel de melipona con polen	7.07 \pm 0.40 ^a	14
Miel de melipona sin adiciones	1.40 \pm 0.20 ^b	3
CV (%)	23.02	

Nota. ^{a-b} = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). C.V. (%) =

Coficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar.

Un joven de 18 años con un peso promedio de 68 kg debería de consumir 51 gramos de proteína al día (INCAP 2012). En este estudio los tratamientos de jalea real con miel de melipona y polen con miel de melipona (peso de 100 g) presentaron un contenido que oscila entre 6 a 7 gramos de proteína vegetal. Acorde con el RTCA 67.01.60:10 (2012) ambos tratamientos son fuente de proteína, puesto a que los anteriores valores representan entre 12 a 14% VD. Para que un alimento

sea considerado como fuente debe contar con no menos del 10% del valor diario para 100 g de alimento.

El anexo F del RTCA 67.01.60:10 (2012), menciona que el tamaño por porción de la miel es de 30 g. Para este tamaño de porción los tratamientos evaluados no entran dentro de la categoría de fuente de proteína al no contar con no menos del 10% del valor diario por porción de alimento. Sin embargo, al comparar los resultados de los tratamientos de miel de melipona con jalea real y miel de melipona con polen contra la miel melipona sin adiciones se observó que estos presentan un mayor valor proteico con un 150 y 180%, respectivamente, más de proteína por porción del alimento.

Sólidos Solubles (°Brix)

En el Cuadro 6 se muestra que no existieron diferencias significativas entre miel de melipona con polen y miel de melipona sin adiciones ($P > 0.05$). El tratamiento con jale real fue diferente al resto. En la investigación de Adaškevičiūtė et al. (2019), el rango de grados brix en jalea oscilo entre 13.36 - 16.16°, los grados brix del polen se encuentran entre 22.56 – 31.83° (Damaceno do Vale et al. 2018) mientras que en la miel de melipona *Tetragonisca angustula* los rangos de grados brix pueden oscilar entre 61.8 - 76.1°. En este estudio, la jalea real al tener menor valor de grados brix pudo provocar un menor valor en este parámetro.

Cuadro 6

Resultados del análisis químico: Sólidos solubles (°Brix) de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamiento	Media ± D.E.
Miel de melipona con jalea real	67.20 ± 2.21 ^b
Miel de melipona con polen	76.07 ± 1.88 ^a
Miel de melipona sin adiciones	76.17 ± 2.58 ^a
CV (%)	0.86

Nota. ^{a-b} = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). C.V. (%) =

Coficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar.

Los grados brix analizan la cantidad presente de glucosa y fructosa en un producto (Adaškevičiūtė et al. 2019), hacen referencia al contenido de sacarosa (azúcar) presente en una disolución, este parámetro da una idea de la cantidad azúcares que se encuentran presentes en 100

gramos de una disolución, es decir la concentración porcentual de la misma (%m/m) (Barbagelata et al. 2019).

De acuerdo con Murillo (2015), la humedad se considera un factor que es inversamente proporcional a los grados Brix, evaluó miel de abeja *Apis mellifera* la cual le presentó una humedad alta resultándole en una menor cantidad de grados brix. En este estudio se encontró una correlación alta negativa entre humedad y grados brix (-0.99175) (0.0818) (Anexo C), esto podría explicar por qué el adicionar jalea real, la cual obtuvo la mayor humedad disminuye la cantidad de sólidos solubles en el tratamiento. Reyes (2012), concluyó que la jalea real al tener un mayor porcentaje de humedad, tiende a presentar menos °Brix.

Análisis Sensorial

Aceptación de Apariencia

El Cuadro 7 muestra diferencias estadísticas significativa en la aceptación de la apariencia de la miel de melipona ($P < 0.05$), la aceptación de la miel melipona disminuyó al adicionarle polen y jalea real. La miel con polen fue valorada como “me disgusta poco” mientras que la miel de melipona sin adiciones obtuvo la valoración de “me gusta moderadamente”. Cuando la miel presenta una apariencia turbia los consumidores lo consideran de inferior calidad, aunque posean un alto valor nutritivo (Ricca 2018). Es probable que los panelistas aceptaran más la apariencia de la miel de melipona sin adiciones debido a que era más líquida, clara y menos viscosa en comparación con la miel de melipona con polen.

Cuadro 7

Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de aceptación de la apariencia de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamiento	Media \pm D.E.
Miel melipona con jalea real	5.30 \pm 2.13 ^b
Miel melipona con polen	4.44 \pm 2.40 ^c
Miel melipona sin adiciones	7.52 \pm 1.45 ^a
CV (%)	27.90

Nota. ^{a-b-c} = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). Escala hedónica de nueve puntos: 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente. C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar.

La sensibilidad personal a la apariencia es producto de la experiencia y las expectativas; nuestro banco de memoria individual de recuerdos alimentarios y de cómo "deberían" ser las cosas, por lo que, si un producto presenta características diferentes este será poco aceptado (Lawless y Heymann 1998; Stefanowicz 2013). La baja aceptación de la apariencia miel con polen pudo relacionarse con que este producto apícola causo grumos en la miel de melipona. Provocando una consistencia más densa, generando de esta manera la suposición de que el tratamiento tenía algún defecto. En contraste, la jalea real con miel de melipona *Tetragonisca angustula* mostró una apariencia demasiado líquida lo que pudo influenciar la percepción de los panelistas.

Aceptación de Color

El Cuadro 8 muestra que la adición de polen o la adición de jalea real provocó diferencias estadísticas significativa en la aceptación del color de la miel de melipona ($P < 0.05$), según (Kumul et al. 2015) existe mayor sensibilidad por productos claros, ya que, a estos se les considera con alto contenido de energía y nutritivos, en cambio los productos con colores oscuros son rechazados ya que son percibidos como productos de baja calidad.

En este estudio la miel de melipona *con polen* fue el producto menos aceptado consiguiendo una valoración de "me disgusta poco", esto pudo relacionarse con que fue la miel más oscura, por lo que lo pudieron haber percibido como un producto de mala calidad o en mal estado. La miel de

melipona *sin adiciones* presento un tono más claro y traslucido por lo que fue la más aceptado alcanzando valoración de “me gusta moderadamente”.

Cuadro 8

Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de aceptación de color de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamiento	Media ± D.E.
Miel melipona con jalea real	5.61 ± 2.08 ^b
Miel melipona con polen	4.94 ± 2.34 ^c
Miel melipona sin adiciones	7.53 ± 1.49 ^a
CV (%)	25.98

Nota. ^{a-b-c} = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos (P < 0.05). Escala hedónica de nueve puntos, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente. C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar.

El color es uno de los atributos más importantes en la evaluación sensorial, ya que esta propiedad puede hacer que un alimento sea aceptado o rechazado por los consumidores, sin la necesidad de haberlo probado (Rosales 2018).

Aceptación de Olor

El Cuadro 9 muestra que la adición de polen o la adición de jalea real provocó diferencias estadísticas significativas en la aceptación del olor de la miel de melipona (P < 0.05). La aceptación del olor de la miel de melipona *Tetragonisca angustula* sin adiciones fue valorada como “me gusta poco” mientras la miel melipona con jalea real o con polen fueron valoradas como “ni me gusta/ ni me disgusta”.

Cuadro 9

Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de aceptación de olor de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamiento	Media ± D.E.
Miel melipona con jalea real	5.71 ± 2.33 ^b
Miel melipona con polen	5.29 ± 2.31 ^b
Miel melipona sin adiciones	6.42 ± 1.84 ^a
CV (%)	34.93

Nota. ^{a-b} = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). Escala hedónica de nueve puntos, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente. C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar.

Schiffstein y Howell (2015) explican que el olor es una variable importante pues estimula el sistema límbico produciendo respuestas emocionales. Para Calvo et al. (2012), si el olor de un producto no es tan agradable para el consumidor, lo descarta desde el principio y pierde el interés de consumir el producto. Tomando en consideración lo anterior, se puede inferir que el haber combinado polen y jalea real a la miel de melipona *Tetragonisca angustula* pudo afectar el olor original de la miel de melipona *Tetragonisca angustula* causando de esta manera el rechazo por parte de los panelistas.

Para que se perciba el olor, las sustancias deben ser volátiles ya que ellas son transmitidas cuando el aire pasa de la nariz a la cavidad nasal, donde se encuentra el área olfatoria (Salamanca 2014). El olor de los productos apícolas dependen del origen floral y edad de la miel, la jalea real presenta un olor fenólico mientras que el polen presenta un olor a resina, paja y miel (Carrera 2016). Usualmente, los consumidores buscan que la miel tenga un olor dulce, utilizando términos como "confitería", "azúcar moreno" hasta "malvavisco", para describir ese olor característico que ellos esperan (Arrington 2014). Tomando en consideración esto, se puede inferir que al momento en que los panelistas olieron los tratamientos estos percibieron olores más florales, lo cual pudo haber influenciado la valoración de los tratamientos.

Aceptación General

En el Cuadro 10 se muestra que la aceptación general de los tratamientos fue estadísticamente diferente ($P < 0.05$), la miel de melipona *Tetragonisca angustula* sin adiciones fue el producto que obtuvo valoración de "me gusta moderadamente" y la miel de melipona con polen obtuvo menor valoración y fue de "me disgusta poco".

Cuadro 10

Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de aceptación general de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamiento	Media ± D.E.
Miel melipona con jalea real	5.84 ± 1.94 ^b
Miel melipona con polen	4.95 ± 2.20 ^c
Miel melipona sin adiciones	7.17 ± 1.44 ^a
CV (%)	26.67

Nota. ^{a-b-c} = Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). Escala hedónica de nueve puntos, siendo 1 me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente. C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar.

Preferencia

En el Cuadro 11 se ilustra que el tratamiento de miel de melipona *Tetragonisca angustula* sin adiciones tuvo el resultado más bajo de la sumatoria, lo cual, indica que éste tuvo la mayor puntuación de 1 en la escala de ordenamiento, catalogándolo como el más preferido. Se definió el valor crítico de acuerdo con el número de panelistas y tratamientos utilizados en el estudio ubicándolos en la “Tabla de Prueba de Basker y Kramer” y el valor obtenido fue de 33.1. Dicho valor crítico fue utilizado para establecer que el tratamiento de miel de melipona *Tetragonisca angustula* sin adiciones fue diferente al resto.

Cuadro 11

Resultados del análisis sensorial afectivo: Prueba de preferencia de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula).

Tratamientos		Miel melipona con jalea real	Miel melipona con polen	Miel melipona sin adiciones
	Sumatoria	206	256	138
Miel melipona con jalea real	206	0	-50	88
Miel melipona con polen	256	50	0	118
Miel melipona sin adiciones	138	-68	-118	0

Nota. Valor crítico: 33.1 para 100 panelistas y 3 productos según prueba Basker y Kramer.

Nurfatin et al. (2020) y Saludin et al. (2019), describen que la granulosidad (formación de cristales) y el color son los primeros factores que influyen en las preferencias de los consumidores por la miel, siguiéndoles la viscosidad y el olor frutal de la miel de melipona, en contraste con Figueroa

(2018) quien encontró que la miel con mayor contenido de cristales de sábila (Aloe Vera) fue el menos preferido por los consumidores. Con lo que se puede suponer que el haberle adicionado polen o jalea real a la miel de melipona redujo los factores influyentes en la preferencia.

Conclusiones

Adicionar polen a la miel de melipona (*Tetragonisca angustula*) provocó aumento en el valor proteico, pero mantuvo valores de pH, a_w , solidos solubles y humedad mientras que el agregar jalea real aumento los valores de a_w , proteína y humedad, pero disminuyó el valor de solidos solubles de la miel.

La preferencia de la miel de meliponas (*Tetragonisca angustula*) disminuyó al adicionarle jalea real o polen, así mismo la adición de estos productos apícolas disminuyó la aceptación de los atributos de apariencia, color y olor (Anexo E).

Recomendaciones

Analizar contenido de azúcares reductores, minerales, acidez y consistencia acorde con el Reglamento Técnico sobre Identidad y Calidad de la Miel de abejas sociales sin aguijón, género *Melipona* del 2014.

Realizar una valoración de vida de anaquel del tratamiento miel de melipona (*Tetragonisca angustula*) con jalea real, ya que en comparación con el tratamiento miel de melipona (*Tetragonisca angustula*) con polen, tuvo una mayor aceptación con los panelistas.

Realizar análisis microbiológicos de acuerdo con los criterios establecidos en la norma salvadoreña NSO 67.19.01:08: bacterias mesófilas aerobias, coliformes fecales y acorde con el Reglamento Técnico sobre Identidad y Calidad de la Miel de abejas sociales sin aguijón, género *Melipona* hacer recuentos de: *Escherichia coli*, *Salmonella*, hongos y levaduras.

Se recomienda a la planta apícola realizar una evaluación de la combinación de miel de melipona (*Tetragonisca angustula*) con 10% de polen y 10% de jalea real para determinar la aceptación de los panelistas y el contenido de proteína que puedan aportar, de lo contrario utilizar la potencialmente comercializar la combinación de miel de melipona (*Tetragonisca angustula*) con jalea real.

Referencias

- Aconsa. 2021. pH en alimentos: su importancia en la seguridad alimentaria. Barcelona: Aconsa; [consultado el 16 de may. de 2022]. <https://aconsa-lab.com/ph-en-alimentos-importancia/>.
- [ADAB] Agência Estadual de Defesa Agropecuária. 2014. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel de Abelha social sem ferrão, gênero Melipona. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=277684>.
- Adaškevičiūtė V, Kaškonienė V, Kaškonas P, Barčauskaitė K, Maruška A. 2019. Comparison of Physicochemical Properties of Bee Pollen with Other Bee Products. *Biomolecules*. 9(12). eng. doi:10.3390/biom9120819.
- Anzueto F. 2019. Efecto de la miel de abeja (*Apis mellifera*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de la jalea real [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 16 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6481>.
- Araneda X, Velásquez C, Morales D, Martínez I. 2014. Producción de pan de abejas (*Apis mellifera* L.) bajo condiciones de laboratorio. *IDESIA*. 32(4):63–69. doi:10.4067/s0718-34292014000400008.
- Arrington D. 2014. A taste of honey — and the words to describe it. [sin lugar]: [sin editorial] ; [consultado el 28 de may. de 2022]. <https://www.seattletimes.com/life/food-drink/a-taste-of-honey-mdash-and-the-words-to-describe-it/>.
- Ascencio DJ. 2014. Evaluación de los cambios pre y postcosecha de la miel de especies de abejas sin aguijón [Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52276>.
- Barbagelata R, Fuentes V, Baschini M. 2019. Grados Brix (índice refractométrico): Concepto Físicoquímico Aplicado a la Resolución de un Problema Agronómico. *Industria & Química*; [consultado el 17 de may. de 2022]. (369). <https://www.aqa.org.ar/images/iyq/iyq369/revista.pdf>.
- Biluca F, Braghini F, Gonzaga L, Costa A, Fett R. 2016. Physicochemical profiles, minerals and bioactive compounds of stingless bee honey (*Meliponinae*). *Journal of Food Composition and Analysis*. 50:61–69. doi:10.1016/j.jfca.2016.05.007.
- [CAC] Codex Alimentarius Commission. 1981. Norma para la miel: CXS 12-1981. 1ª ed. Roma: [sin editorial] (STAN 12-1981). 1981; [actualizado 1981; consultado el 15 de may. de 2022]. <https://bit.ly/38mlovr>.
- [CAC] Codex Alimentarius Commission. 2001. Revised codex standard for honey. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://bit.ly/3lmqqMG>.
- Calvo D, Ottar S, Tudoran A. 2012. Análisis de preferencia para un nuevo producto de pescado de conveniencia: una aplicación empírica para España y Noruega. España: [sin editorial]; [consultado el 24 de may. de 2022]. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2232719.pdf>.
- Camara CA, Da Silva IA, Da Silva TM, Lima E, Magnani M, Novais JS de, Queiroz N, Soledade LE, Souza AL de, Souza AG de. 2013. Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of

- stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. *Food Chem.* 141(4):3552–3558. eng. doi:10.1016/j.foodchem.2013.06.072.
- Carrera GC. 2016. Caracterización fisicoquímica y sensorial de miel de abeja complementada con polen y/o jalea real [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 8 de feb. de 2022]. <http://hdl.handle.net/11036/5756>.
- Casaubon P, Lamshing P, Isoard F, Casaubon S, Delgado D, Pérez AB. 2018. pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con reflujo gastroesofágico? *Revista Mexicana de Pediatría*; [consultado el 10 de may. de 2022]. 85(3):89–94. <https://bit.ly/39vuh77>.
- Castillo DL. 2015. Efecto del tiempo de secado en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del polen de abejas cosechado en El Paraíso, Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/4547>.
- Chavarrías M. 2013. El pH de los alimentos y la seguridad alimentaria. *Eroski Consumer*; [consultado el 24 de may. de 2022]. <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/el-ph-de-los-alimentos-y-la-seguridad-alimentaria.html>.
- Clayton K, Bush D, Keener K. 2015. Métodos para la conservación de alimentos. *Purdue Extension*; [consultado el 16 de may. de 2022]. 1–6. <https://bit.ly/3wCDBOq>.
- CONACYT. 2003. Jalea Real. Especificaciones. El Salvador: CONACYT (NSO 67.38.03:05). 2003; [actualizado 2003; consultado el 16 de may. de 2022]. <https://bit.ly/3MnpRxM>.
- Da Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chem.* 196:309–323. eng. doi:10.1016/j.foodchem.2015.09.051.
- Damaceno do Vale M, Gomes F, Ferreira J, Cunha dos Santos B. 2018. Honey quality of *Melipona* sp. bees in Acre, Brazil. *Acta Agronómica.* 67(2):201–207. doi:10.15446/acag.v67n2.60836.
- Díaz Meraz RA. 2015. Abejas sin aguijón: Introducción a la meliponicultura. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 4 de feb. de 2022]. <https://bit.ly/3yL3pLi>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. 2019. Honey. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CA4657EN/>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. Valor Diario y Porcentaje de Valor Diario: Cambios en las nuevas etiquetas de información nutricional y complementaria. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 13 de may. de 2022]. www.FDA.gov/NewNutritionFactsLabel.
- Figuroa G. 2018. Caracterización fisicoquímica y sensorial de miel de abeja (*Apis mellifera*) con cristales de sábila (*Aloe vera* L.) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 24 de may. de 2022].
- Gaggiotti M, Gennari G, Giacobino A, Merke J, Molineri A, Pacini A, Salomón V, Álvarez L, Dell'Orco A, Elizondo A, et al. 2018. Estándares de calidad microbiológico y físico-químico en miel de abejas nativas sin aguijón (ANSA). [sin lugar]: RSA-CONICET; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://bit.ly/3MrbpFc>.
- GoCardless. 2021. Variable cost: definition, formula and examples. London: Financial Institution; [consultado el 1 de jun. de 2022]. <https://gocardless.com/guides/posts/what-is-variable-cost/>.

- Hernández YS. 2020. Contenido nutricional de polen utilizado por *Apis mellifera* en México, en época seca [Tesis]. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://bit.ly/3lk0eID>.
- Ibarra RA. 2017. Efecto del secado en características físicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de polen cosechado en tres países [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 10 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6201>.
- [INCAP] Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 2012. Recomendaciones dietéticas diarias. 2ª ed. Panamá: INCAP ; [consultado el 17 de may. de 2022].
- Kumul R, Ruiz J, Ortíz E, Segura M. 2015. Potencial antioxidante de la miel de *Melipona beecheii* y su relación con la salud. *Nutrición Hospitalaria*. *Nutrición Hospitalaria*; [consultado el 16 de may. de 2022]. 32(4):1432–1442. <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309243319004.pdf>.
- Lawless HT, Heymann H. 1998. *Sensory evaluation of food: Principles and practices*. New York: Springer Science+Business Media. 827 p. (Food science texts series). ISBN: 9781475764994.
- Maes Honey. 2021. La humedad de la miel. España: Maes Honey; [consultado el 16 de may. de 2022]. <https://bit.ly/3NmB7uD>.
- Magaña Magaña MA, Tavera Cortés ME, Salazar Barrientos LL, Sanginés García JR. 2016. Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*; [consultado el 4 de feb. de 2022]. 7(5):1103–1115. <https://bit.ly/3a8b6Ro>.
- Mesa AF. 2015. Caracterización físicoquímica y funcional del polen de abejas (*Apis mellifera*) como estrategia para generar valor agregado y parámetros de calidad al producto apícola [Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54865>.
- Murillo KP. 2015. Evaluación del método de descristalizado en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel de abeja (*Apis mellifera*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/4642>.
- Nurfatin R, Norhayati M, Fairulnizal M, Hadi N, Manam A, Zin M, Yusof H. 2020. The physicochemical, sensory evaluation and glycemic load of stingless bee honey and honeybee honey. *Food Res*. 5(1):99–107. doi:10.26656/fr.2017.5(1).316.
- Ortiz CR. 2018. Caracterización físicoquímica, sensorial y microbiológica del polen con miel [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 10 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6275>.
- Pérez C, Jimeno MF. 1988. La Jalea Real. Madrid, España: Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. 12 p. Hojas divulgadoras 19/88 HD; [consultado el 5 de feb. de 2022]. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1988_19.pdf.
- Portillo D. 2012. Efecto del tratamiento térmico y suplemento proteico en la producción de jalea real [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 16 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1253>.
- Ramírez Y. 2016. Efecto del tiempo de secado en las características físicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del polen de abejas (*Apis mellifera*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 10 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5780>.

- Reyes HD. 2012. Efecto de la pasteurización y proveedor apícola en las características microbiológicas y químicas de la miel de abeja [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1012>.
- Ricca A. 2018. Composición de la miel, ese tan noble producto. Buenos aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; [consultado el 28 de may. de 2022]. <https://bit.ly/3GxFYH4>.
- Román J. 2017. ¿Tiene realmente el polen de abeja beneficios para la dieta y para la salud? España: [sin editorial] ; [consultado el 5 de feb. de 2022]. <https://bbc.in/37UqY9f>.
- Rosales MA. 2018. Desarrollo y caracterización fisicoquímica y sensorial de miel propolizada saborizada en panal [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6283>.
- RTCA 67.01.60:10. 2012. Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 5 de feb. de 2022]. <https://bit.ly/3wp2XRk>.
- Saavedra KI, Rojas C, Delgado GE. 2013. Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque - Perú). Revista chilena de nutrición. 40(1):71–78. doi:10.4067/s0717-75182013000100011.
- Salamanca G. 2014. Criterios relativos al análisis sensorial de mieles. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://bit.ly/3MnPZZj>.
- Saludin S, Kamarulzaman N, Ismail M. 2019. Measuring consumers' preferences of stingless bee honey (*meliponine honey*) based on sensory characteristics. International Food Research Journal; [consultado el 29 de may. de 2022]. 26(1):225–235. [http://www.ifrj.upm.edu.my/26%20\(01\)%202019/\(25\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/26%20(01)%202019/(25).pdf).
- Santacruz EI, Martínez Benavides J, Jurado Gámez H. 2016. Identificación de flora y análisis nutricional de miel de abeja para la producción apícola. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 14(1):37. doi:10.18684/BSAA(14)37-44.
- Schifferstein HN, Howell BF. 2015. Using color–odor correspondences for fragrance packaging design. Food Quality and Preference. 46:17–25. doi:10.1016/j.foodqual.2015.06.012.
- Šimúth J, Bílíková K, Kováková E. 2003. Las proteínas de la jalea real como herramienta para la elaboración de ingredientes necesarios a la salud. Republica Eslovaca: [sin editorial]; [consultado el 5 de feb. de 2022]. https://exa.unne.edu.ar/bioquimica/inmunoclinica/documentos/JR_Propiedades.pdf.
- Stefanowicz P. 2013. Sensory evaluation of food principles and practices. Journal of Wine Research. 24(1):80. doi:10.1080/09571264.2013.764662.
- Vargas JI, Sánchez A. 2022. Miel de abeja angelita. Colombia: Campo Colombia; [consultado el 5 de feb. de 2022]. <https://bit.ly/3sIms4O>.
- Zuluaga CM, Díaz AC, Quicazán MC, Fuenmayor CA. 2012. 'Miel de Angelita': nutritional composition and physicochemical properties of *Tetragonisca angustula* honey. Interciencia; [consultado el 4 de feb. de 2022]. 37(2):142–147. <https://bit.ly/3GpfjvO>.

Anexos

Anexo A

Hoja de evaluación sensorial: Miel de abeja melipona

Hoja de Evaluación Sensorial
Miel de abeja de melipona

Fecha: _____

Nacionalidad: _____ Edad: _____ Género: _____

Frente a usted se presentan tres muestras de miel. No debe probar las muestras, solo evalúe los atributos visuales y el olor. Coloque el código de la muestra que va a evaluar dentro de la casilla con "#". Indique el grado de gusto o disgusto de cada atributo en cada una de las muestras acorde a la **tabla #1**. Escriba el número de puntuación en la columna correspondiente del código de la muestra. Recuerde oler el café entre cada muestra.

TABLA #1	
Puntaje	Descripción
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta poco
5	Ni me gusta/Ni me disgusta
6	Me gusta poco
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

Atributo	Muestra código	Muestra código	Muestra código
	#	#	#
Apariencia			
Color			
Olor			
Aceptación general			

Comentarios:

Ordenamiento por preferencia: Ordene por preferencia las muestras utilizando una escala del 1 al 3, donde 1 es el más preferido y 3 es el menos preferido. Coloque manualmente el código de la muestra y asigne puntaje acorde con tabla #2.

TABLA #2	
DESCRIPCION VALORACION	PUNTAJE
Muestra de mayor preferencia	1
	2
Muestra de menor preferencia	3

MUESTRA CODIGO	PUNTAJE
#	
#	
#	

¡Muchas gracias por su colaboración!

Anexo B

Tabla de Prueba de Basker y Kramer "Valor crítico de diferencia entre suma de categorías"

Reyna Liria

08/02/2008

Anexo 4: Tabla de Prueba de Basker y Kramer "Valor crítico de diferencia entre suma de categorías"

Número de panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	68.0	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Ref: Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

Anexo C

Cuadro de correlación entre humedad y grados brix.

	Humedad		
	Miel melipona y jalea real	Miel melipona y polen	Miel melipona sin adiciones
Grados brix	-0.99175	-0.99995	-0.99932
	0.0818	0.0061	0.0236
Media \pm D.E.		-1 \pm 0	

Anexo D

Análisis de costos variables de formulación en dólares (US\$) para producción de 100 gramos de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula)

Ingredientes	Costo unitario (\$)	Miel melipona con jalea real	Miel melipona con polen	Miel melipona sin adiciones
Miel melipona (g)	0.084	80	80	100
Polen (g)	0.040	0	20	0
Jalea real (g)	0.280	20	0	0
Costo Total (\$)		12.32	7.54	8.40

Anexo E

Análisis de correlación de los atributos del análisis sensorial de los tratamientos de miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula)

		Coeficiente de correlación de Pearson, N = 42		
		Apariencia	Color	Olor
Aceptación General	Miel melipona y jalea real	0.77408 <.0001	0.81104 <.0001	0.80932 <.0001
	Miel melipona y polen	0.86166 <.0001	0.8624 <.0001	0.70225 <.0001
	Miel melipona sin adiciones	0.59835 <.0001	0.72708 <.0001	0.70017 <.0001