



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO

EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS SENSORIALES, EMOCIONES Y RECUERDOS EN MIELES ADULTERADAS

TESIS

Para obtener el título de:
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presenta:
TERESITA AMAIRANI RODRÍGUEZ RAMÍREZ

DIRECTORES DE TESIS:
DR. ADÁN CABAL PRIETO
DR. EMMANUEL DE JESÚS RAMÍREZ RIVERA

CODIRECTOR DE TESIS:
DRA. LORENA GUADALUPE RAMÓN CANUL

Huatusco, Veracruz

Septiembre 2022

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. subsede SURESTE, especialmente al Dr. Manuel Octavio Ramírez Sucre.

Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, al jefe de la carrera Ingeniería en Industrias Alimentarias Ing. Salomón López Serrano.

A mi asesora Ing. Lucía Sánchez Arellano y el Doc. Adán Cabal Prieto por la guía y apoyo en todo momento en la realización de este proyecto, la paciencia que han tenido, el tiempo prestado y la confianza que me han brindado.

A mi familia por haberme apoyado todos estos años, en especial a las personas más cercanas mis padres, hermano, tía y abuela.

A mis amigos, que a pesar de no estar cerca; a la distancia siempre me apoyaron y animaron a seguir y salir adelante.

A mis mascotas que siempre me acompañaron a altas horas de la noche mientras realizaba mis tareas, proyectos, etc siendo siempre mi apoyo emocional.

INDICE

INDICE GENERAL	iii
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.ESTADO DEL ARTE (ANTECEDENTES)	3
2.1.- Adulteración de alimentos.....	3
2.2.- Adulteración en miel	3
III. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1.- Importancia de la miel	6
3.2.- Tipos de miel.....	7
3.3. Composición de la miel	9
Ácidos orgánicos	12
Vitaminas	13
Minerales	13
Compuestos fenólicos.....	14
Compuestos volátiles.....	15
3.4.- Análisis Sensorial.....	15
3.5.- Análisis Descriptivo	17
3.6.- Perfil Pívor.....	18
IV. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
V.- HIPÓTESIS	22
VI.- OBJETIVOS	22

6.1.- Objetivo General	22
6.2.- Objetivos Específicos.....	22
VII.- METODOLOGÍA.....	23
7.1 Origen de las muestras y proceso de adulteración de miel.....	23
7.2 Preparación de muestras para el análisis sensorial de miel	24
7.3 Conformación del panel sensorial	25
7.4 Procedimiento sensorial: Atributos, Emociones y Recuerdos	26
7.5 Análisis estadístico: Estrategia de análisis de datos y resultados.....	27
Etapas 1 Generación del vocabulario sensorial y primer mapa de adulteración holístico	27
Etapas 2. Mapa de adulteración sensorial reducido con atributos significativos.....	28
Etapas 3. Mapa Externo de preferencias con datos de emociones y recuerdos.	28
VIII.- RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	30
Etapas 1 Generación del vocabulario sensorial y primer mapa de adulteración holístico	30
Etapas 2. Mapa de adulteración sensorial reducido con atributos significativos.....	32
Etapas 3. Mapa de emociones y recuerdos de mieles adulteradas	34
IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
X.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
XI.- ANEXOS	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diferentes mieles preparadas para la evaluación sensorial utilizando la técnica de perfil pívot	24
Tabla 2 Vocabulario sensorial de mieles generado con la técnica Pivot	401
Tabla 3 Valores de probabilidad para cada atributo sensorial.....	33
Tabla 4 Valores de probabilidad de emociones y recuerdos	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diferentes tipos de abejas: (a) Abeja <i>Heterotrigona itama</i> , (b) Abeja <i>Apis mellifera</i>	8
Figura 2 Muestra de miel sin adulterar PIVOT	24
Figura 3 Códigos de muestras de las diferentes adulteraciones de miel	25
Figura 4 Preparacion de las muestras de miel para la evaluación sensorial de consumidores	25
Figura 5 Pruebas sensoriales de mieles adulteradas y muestra pivot.....	26
Figura 6 Mapa holístico de adulteración sensorial de mieles via tecnica Pivot.....	32
Figura 7 Mapa de adulteración reducido en atributos significativos.....	36
Figura 8 Mapa externo de preferencias modelo vectorial ($Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \epsilon$) y circular ($Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + c(X_1^2 + X_2^2)$).....	37

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue utilizar las técnicas perfil sensorial Pivot® y CATA para el análisis sensorial de mieles adulteradas. Se modificó e hicieron los diferentes niveles de adulteración (100% miel, muestra Pivot; 80% miel, 20% Jarabe de Alta Fructuosa; 60% miel, 40% Jarabe de Alta Fructuosa; 40% miel, 60% Jarabe de Alta Fructuosa; 20% miel; 80% Jarabe de Alta Fructuosa) Posteriormente, 130 consumidores evaluaron 4 muestras (Pivot vs cuatro muestras adulteradas) y se generó el vocabulario sensorial para la construcción de un mapa de adulteración holístico, tabla de frecuencias de muestras adulteradas y la técnica estadística Q de Cochran para determinar la significancia de cada emoción y recuerdo con la técnica CATA. Utilizando 23 aromas previamente seleccionados, 25 sabores, 24 emociones, 9 recuerdos positivos, 4 épocas del año, 4 climas, 10 recuerdos negativos y una escala del 1 al 10 (siendo el 1 el más bajo) para calificar que tanto les gusto cada muestra a los consumidores y muestran la tendencia que entre mayor es el porcentaje de adulteración menor es la diversidad sensorial que pueden percibir los consumidores. En este sentido, también se puede verificar que la adulteración suprime mayormente los atributos del gusto (flavor y textura) a comparación de los atributos de olfato (aroma). Por lo tanto, la técnica Pivot® junto con la técnica CATA pueden ser una herramienta para estudiar el efecto de la adulteración en mieles.

Keywords: Perfil Pivot, CATA, Adulteración, Flavor, Holístico.

ABSTRACT

The objective of this study was to use the Pivot® and CATA sensory profile techniques for the sensory analysis of adulterated honey. The different levels of adulteration were modified and made (100% honey, Pivot sample; 80% honey, 20% High Fructose Syrup; 60% honey, 40% High Fructose Syrup; 40% honey, 60% High Fructose Syrup; 20% honey; 80% High Fructose Syrup) Subsequently, 130 consumers evaluated 4 samples (Pivot vs. four adulterated samples) and the sensory vocabulary was generated for the construction of a holistic adulteration map, frequency table of adulterated samples and the technique Cochran's Q statistic to determine the significance of each emotion and memory with the CATA technique. Using 23 previously selected aromas, 25 flavors, 24 emotions, 9 positive memories, 4 times of the year, 4 climates, 10 negative memories and a scale of 1 to 10 (1 being the lowest) to rate how much they liked each sample to consumers and show the trend that the higher the percentage of adulteration, the lower the sensory diversity that consumers can perceive. In this sense, it can also be verified that adulteration largely suppresses taste attributes (flavor and texture) compared to smell attributes (aroma). Therefore, the Pivot® technique together with the CATA technique can be a tool to study the effect of adulteration in honey.

Keywords: Pivot Profile, CATA, Adulteration, Flavor, Holistic.

I. INTRODUCCIÓN

La adulteración de los alimentos es el uso de ingredientes sustitutos que le confieren una calidad final baja al alimento que también es conocido como fraude (FAO & WTO, 2017; Yong He et al., 2020). La miel es un alimento con un alto volumen de producción (ICO, 2017; Nabais et al., 2008; Moore, Spink & Lipp, 2012). En donde su producción y consumo para el 2014 fue de 1.666 millones de toneladas (Qian et al., 2020). La miel es una fuente natural de energía, contiene varios compuestos que incluyen azúcares, ácidos orgánicos, aminoácidos, fenoles, vitaminas y minerales (Ball, 2007), se le atribuyen propiedades antioxidantes (Cheng, Wang y Cao, 2017; Džugan *et al.* 2017) y terapéuticas que incluyen inmunoestimuladoras, antibacterianas, antiinflamatorias, cicatrizantes, antiulcerosas, antidiabéticas, anticancerígenas, antivirales y antifúngicas (Patel y Cichello, 2013), se reporta que puede ser beneficiosa para los pacientes con COVID-19, sin embargo, los efectos de la miel en la replicación del SARS-CoV-2 y/o el sistema inmunitario del huésped deben investigarse más a fondo (Hossain *et al.* 2020). A pesar de la importancia productiva, económica, nutrimental y médica que tiene la miel, existe diferentes contextos que hay que entender dentro de la temática de adulteración. El primero es el aumento de su volumen para su venta a un costo más bajo y mayores ganancias. El segundo contexto está relacionado con los posibles riesgos a la salud de las personas por el consumo de miel adulterada y el tercer contexto está relacionado con la percepción de los consumidores de este producto. En este sentido, la miel adulterada ha sido analizada mediante técnicas analíticas como espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) (Bertelli et al., 2010; Pilar et al., 2009), espectrometría de masas de relación isotópica de carbono estable (SCIRA) (Cotte et al., 2007; Elflein & Raezke, 2008), cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Chen, Hui, Ying, Huang, & Lei, 2009; Wang et al., 2015), cromatografía de gases (GC) (Ruiz-Matute, Rodriguez-Sanchez, Sanz, & Martinez-Castro, 2010; Ruiz-Matute, Soria, Martinez-Castro, & Sanz, 2007) y espectrometría de masas de tiempo de vuelo de cuadrupolo (Qtof-MS) (Du et al., 2015; Jandrić, Frew, Fernandezcedi y Cannavan, 2017). A nivel sensorial, la miel solo ha sido analizada desde la perspectiva de preferencia o caracterización utilizando técnicas como mapa externo

de preferencias, Pivot profile y Flash Profile (Deneulin et al., 2018; Price et al., 2019). En este sentido, cabe destacar diferentes aspectos importantes, el primero es que la miel adulterada no ha sido estudiada a pesar de las técnicas sensoriales Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) y Perfil Pivot (Juárez-Barrientos et al., 2019; Ameca-Veneroso et al., 2021) se han utilizado para el análisis de adulteración de lácteos y café. El segundo aspecto es la necesidad de incluir en los estudios de adulteración sensorial el análisis de emociones y recuerdos, ya que, se ha demostrado que estos pueden contribuir con la intención de compra de los consumidores (Jiang et al., 2014; Cabal-Prieto et al., 2022). El tercer aspecto, incluir a los consumidores dentro de los estudios de adulteración debido a que se ha demostrado que tienen un poder de discriminación comparable a jueces entrenados (Worch, Lê, & Punter, 2010). Por último, el uso de técnicas estadística multivariadas para el análisis de adulteración de la miel considerando emociones y recuerdos pueden dar un panorama real de los cambios que evocan la adulteración en los consumidores de miel (Ameca-Veneroso et al., 2021; Karoui et al., 2007). Por todo lo anterior, el objetivo de esta investigación es analizar los efectos de la adulteración en atributos sensoriales y las emociones y recuerdos que evocan en los consumidores de miel.

II. ESTADO DEL ARTE (ANTECEDENTES)

2.1.- Adulteración de Alimentos

La industria alimentaria es una de las industrias críticas y de rápido desarrollo en todo el mundo, debido al tremendo crecimiento de la población humana y al mayor interés de los consumidores por productos de alta calidad. Además, se ha demostrado que los productos alimenticios de baja calidad y la comida chatarra pueden tener un impacto adverso en la salud de los consumidores (Mohammad *et al.* 2014). La “adulteración de alimentos” se describe como el acto de disminuir intencionalmente la calidad de los alimentos, ya sea agregando o intercambiando materiales de baja calidad o eliminando varios integrantes importantes. Cuando los elementos más baratos y de baja calidad que se agregan a un producto original amenazan la salud del consumidor, se considera y se declara "adulterado".

2.2.- Adulteración en Miel

La miel, como uno de los alimentos más comunes en todo el mundo, también ha sido objeto de adulteración, por lo tanto, sus protocolos de seguridad y control de calidad se han convertido en el centro de atención de muchos comités internacionales (Fuhrman, 2018). La miel se puede adulterar directamente (adición de adulterantes) (Liming Wu *et al.* 2017), indirectamente (alimentación de las abejas) (Çınar *et al.*, 2014; Gallardo-Velázquez *et al.* 2009), mezclándola con otra miel barata (Cordella *et al.* 2005; Guler *et al.* 2014), adición de sacarosa (que no debe exceder el 1% de su masa seca), adición de fructosa o glucosa que altera la relación fructosa / glucosa (1- 1,2 en miel pura. La calidad de la miel está estrechamente relacionada con sus impurezas y adulterantes. El adulterante generalmente tiene un componente o característica similar a la miel pura y es difícil distinguirlo por su apariencia. La miel es uno de los alimentos adulterados con mayor frecuencia debido a su propósito económico y su amplio uso. Hay dos enfoques principales para la adulteración de la miel. Uno es mezclar miel pura con adulterantes a base de azúcar y el otro es adulterar miel de alta calidad con miel inferior (Zhang y Xue, 2016). De acuerdo a la Norma del Codex para la miel también establece que la miel vendida como tal no deberá tener agregado ningún ingrediente alimentario, incluidos

los aditivos alimentarios, ni ninguna otra adición que no sea la miel. Por lo tanto, cualquier cambio biofísico directamente de la adición de sustancias extrañas forjará la miel como un alimento no auténtico que conduce al problema de la calidad del sabor (Kher et al. 2013). De acuerdo con el Codex Alimentarius la miel no debe tener agregado ningún ingrediente adicional así como materias extrañas, aroma, sabor o pigmentos derivados del procesamiento o almacenamiento, de lo contrario, su autenticidad podría ser cuestionada; los parámetros adicionales para evaluar la autenticidad de la miel y evaluar su calidad general incluyen conductividad eléctrica, humedad, azúcar (fructosa, glucosa, sacarosa), contenido de hidroximetilfurfural, entre otros (Codex Alimentarius 2001). Aunque la miel se reconoce como un alimento de alta calidad, es más vulnerable a la adulteración, el etiquetado incorrecto y la mezcla poco ética con miel, azúcares y otras sustancias más baratas y de bajo grado. Además, debido a su disponibilidad limitada, propiedades terapéuticas y curativas probadas, y la creciente preocupación de la población con respecto a su salud, existe una demanda creciente del producto alimenticio natural. Este aumento del valor económico convertiría a la miel en un objetivo vulnerable de adulteración. Además, si bien la miel es un alimento conocido de alto valor nutricional, también puede ser tóxica de forma natural al transferir toxinas de las plantas, como los alcaloides de pirrolizidina, o debido a los adulterantes que la humanidad agrega a la miel pura para obtener beneficios económicos (Soares et al. 2017). También se ha mencionado que la miel no debe tener ningún ingrediente agregado, ninguna materia extraña, sabor, aroma o contaminación absorbida de sustancias extrañas durante el procesamiento y almacenamiento, ni ninguna eliminación de un constituyente en particular. Además, la miel no debe calentarse ni procesarse hasta el punto de que su composición esencial cambie y su calidad se vea afectada. Si bien la adulteración de la miel es un problema grave en todo el mundo que requiere varias acciones para ser resuelto, actualmente existe una falta de un método eficaz para regular la producción de miel adulterada. Además, la adulteración de la miel es un factor clave en la fluctuación del precio de la miel en el mercado. Se han tomado varias acciones, a nivel local e internacional, para detectar el fraude y resolver el problema, pero no existe una solución real para controlar la producción de miel adulterada.

Algunos autores también han informado que la adulteración de la miel puede causar una reducción en el contenido de proteínas de la miel. Además, la adulteración de la miel, el sobrecalentamiento o el almacenamiento prolongado de la miel pueden reducir o eliminar su contenido de proteínas (Lawal et al. 2009). El impacto negativo de la adulteración de la miel en la salud de los consumidores puede provocar un aumento del azúcar en sangre, seguido de la liberación de la hormona insulina y diabetes tipo II, aumento de peso abdominal y obesidad, aumento de los niveles de lípidos en sangre y presión arterial alta (Wang et al. 2015). Además, los adulterantes pueden afectar los órganos internos, causando potencialmente hígado graso (Soares et al. 2017), lesión renal aguda y crónica (Shapiro et al. 2008) y elevar las almohadillas de grasa visceral y la grasa corporal total, lo que puede provocar la muerte (Johnson et al. 2010).

III. MARCO TEÓRICO

3.1.- Importancia de la miel

La miel se define como las excreciones de insectos que chupan las partes vivas de las plantas. Las abejas son los insectos chupadores de plantas más conocidos y pueden recolectar y transformar la miel y depositar, deshidratar, almacenar y dejar la miel en el panal para que madure. Las abejas recolectan polen y néctar de una variedad de plantas con flores y lo convierten en cera y miel (Ajibola et al. 2013). Solo las abejas obreras buscan alimento y consumen tanto néctar de cada flor como pueden. Después de buscar alimento, las abejas obreras regresan a la colmena / panal y pasan el néctar recolectado a las otras abejas obreras. Esta trabajadora sostiene el néctar en su lengua hasta que el líquido se evapora, creando miel. Luego, la miel se almacena en una celda dentro de la colmena / panal. La miel es un producto natural dulce y viscoso producido por las abejas (*Apis mellifera* L.) ya sea a partir del néctar de las flores (miel de flores) o de las secreciones de las partes vivas de las plantas distintas de las flores o es un producto de las excreciones de insectos chupadores de plantas. Se caracteriza por ser un edulcorante natural y su consumo está aumentando en todo el mundo debido a su importante papel en la dieta humana, ya que está dotado de muchas propiedades beneficiosas para la salud (Castro-Vázquez et al. 2010; Kuś et al. 2018). Se compone de varios componentes químicos, los principales constituyentes los carbohidratos que incluyen glucosa, sacarosa, fructosa y maltosa, que constituyen aproximadamente el 77% de la miel en promedio. Se supone que la variación bioquímica en la composición de la miel pura garantiza la originalidad del sabor y los beneficios. Se dice estrictamente que el contenido de fructosa y glucosa juntas en la miel no debe ser inferior a 60 g/100 g (60% en proporción de masa) y el contenido de sacarosa no debe ser superior al 5% en masa, aunque se varíe la cantidad de cada composición (Narsaiah et al. 2012); la miel contiene azúcares, agua, proteínas, ácidos orgánicos, vitaminas, minerales, pigmentos, compuestos fenólicos y volátiles y algunas partículas sólidas (Siddiqui et al. 2017). La miel gana popularidad en todo el mundo entre los consumidores preocupados por la salud y también entre los consumidores que demuestran un gran interés en el origen y la calidad del

producto. A nivel mundial, el mercado de la miel tenía un valor de más de 7.500 millones de dólares estadounidenses en 2018 y alcanzará los 10.500 millones de dólares estadounidenses en 2025 (Rao et al., 2016). En cuanto a la distribución geográfica de la producción, Asia Pacífico tuvo la mayor participación de mercado en 2018. China es el primer productor, con un volumen de producción de 490,84 K (27,5% de la producción mundial), seguido de Turquía con un volumen de producción de 105,53 K (5,9% de la producción mundial) e Irán con un volumen de producción de 80,56 K (4,5% de la producción mundial). Este notable crecimiento de la producción geográfica se puede atribuir al aumento regional en la cadena de oferta y demanda, y también a la creciente conciencia de los consumidores sobre los beneficios de la miel y sus ventajas sobre el azúcar normal. Además, Estados Unidos se situó en el cuarto lugar entre los principales productores de miel, con un volumen de producción de 73,43 K (4,1% de la producción mundial) en 2016. La producción de miel en la Unión Europea (UE) se ha incrementado moderadamente (250.000 toneladas / año en 2015), que estableció a la UE como el próximo mayor proveedor de miel después de China. Los principales productores de la UE son Rumanía, España y Alemania, seguidos de Hungría, Francia, Grecia y Polonia (García, 2018; Bogdanov et al., 2008).

3.2.- Tipos de miel

Alvarez-Suarez et al. 2014 clasifica la miel según su origen de la siguiente manera:

- a) miel de flores: la principal fuente de esta miel es el néctar de flores como la miel de tilo, trébol, cítricos, algodón, tomillo y acacia;
- b) Miel de mielada: la fuente de esta miel es la "mielada" (los insectos del género *Rhynchota* perforan las células de las plantas, ingieren la savia de las plantas y luego la segregan de nuevo) recolectada por las abejas. Un ejemplo típico de miel de mielada es la miel de pino, roble, abeto y hojas.
- c) Miel monofloral: nombrada según la planta que forrajeen predominantemente las abejas que han producido la miel y
- d) Miel multifloral (polifloral): la fuente de esta miel son varias flores botánicas, ninguna de ellas predominante (la miel de flor de prado y la miel de bosque se clasifican en esta categoría). Todas estas clasificaciones indican la calidad y propiedades

fisicoquímicas de la miel. La composición y calidad de la miel varía según el origen botánico, el área geográfica y la temporada de recolección (Çinar et al., 2014).

Otra clasificación de la miel es según la especie de abeja (sin aguijón y abeja melífera): Entre los cinco géneros de abejas sin aguijón, existen los únicos dos tipos de abejas sin aguijón que producen miel, a saber, *Melipona* y *Trigona* (Ratiu et al., 2020). Se ha demostrado que la miel de abeja sin aguijón, en comparación con la miel de abeja con aguijón, tiene un contenido de humedad, una acidez más alta y una actividad de diastasa más baja. Además, las abejas sin aguijón se pueden diferenciar de las abejas que pican en términos de morfología (ausencia de aguijón) (figura 1), recolección de néctar, su corta distancia de recolección y sus colmenas sin panal (Gupta, 2014).

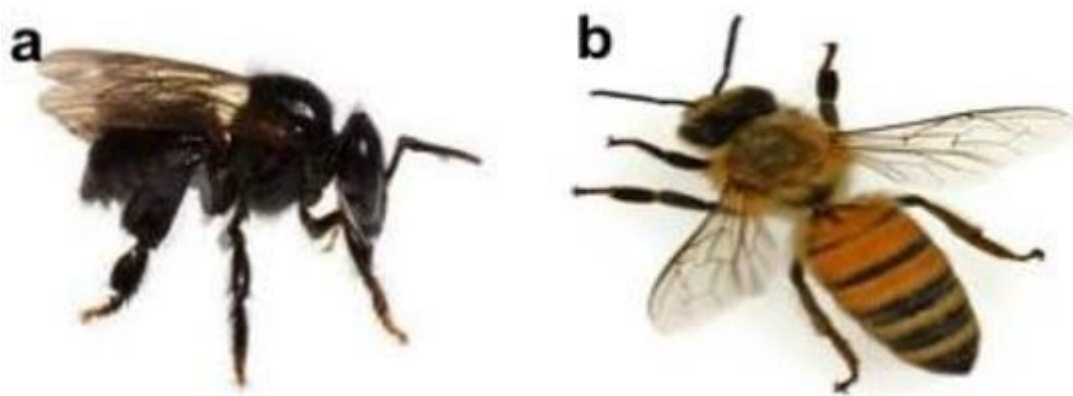


Figura 1 Diferentes tipos de abejas: (a) Abeja *Heterotrigona itama*, (b) Abeja *Apis mellifera*

Estas especies de abejas no son peligrosas para los humanos y son muy activas en comparación con otras abejas. Entre todas estas especies, solo dos tipos, denominados *Heterotrigona itama* (*H. itama*) y *Geniotrigona thoracica* , son criados por los apicultores, ya que producen un mayor volumen de miel en comparación con los demás, al respecto Se et al., 2019 afirmó que la miel de *H. itama* tiene valores fisicoquímicos significativamente más altos en lo que respecta al contenido de humedad, la actividad del agua, la acidez libre y la intensidad del color, y mejores propiedades antioxidantes en comparación con otros tipos de miel. Además *H. itamala* es una miel con menos concentrada, con un sabor y aroma más amargo en comparación con otros tipos de miel. Además, las abejas sin aguijón almacenan la miel en un tarro de miel en lugar de en un panal. Entre todas las especies

de *Apis* reconocidas, solo hay dos utilizadas comercialmente por la humanidad, a saber, *A. mellifera* y *A. cerana*. Esto se debe a la limitación de comportamiento de otras especies, como las abejas melíferas enanas y gigantes, que practican la anidación al aire libre y no pueden mantenerse en colmenas artificiales. Una comparación entre estas dos especies, *A. mellifera* generalmente es más productiva en la producción de miel en comparación con *A. cerana* (Saiful et al., 2016). La miel de abejas es un alimento viscoso y rico en nutrientes. Sus contenidos más importantes son fructosa y glucosa ($80\% \pm 2$), agua ($16\% \pm 1$), cenizas ($0,2\%$) y aminoácidos ($<0,1\%$), mientras que enzimas, vitaminas, compuestos fenólicos y otras sustancias son presente en trazas (Machado et al., 2018).

3.3. Composición de la miel

La composición de la miel depende de la época de recolección, las condiciones climáticas, la proximidad al bosque, las características del suelo que determinan la flora melífera, el método de almacenamiento, procesamiento y prácticas de la apicultura, e incluso las interacciones entre compuestos químicos y enzimas. Sin embargo, el aroma y el sabor de la miel, debido a los compuestos volátiles, dependen principalmente del origen botánico y floral de la miel (Devi et al., 2018). La autenticidad de la miel se refiere a su origen y al modo de producción, que es importante tanto para los consumidores como para los productores. La autenticación de la miel también es importante por razones comerciales y relacionadas con la salud. La miel gana popularidad en todo el mundo entre los consumidores preocupados por la salud y también entre los consumidores que demuestran un gran interés en el origen y la calidad del producto. Por tanto, el etiquetado de la miel para evitar la competencia desleal y la adulteración se ha convertido en una exigencia obligatoria. La miel es nutritiva y tiene valor medicinal, contiene aminoácidos, ácidos orgánicos, los compuestos activos de la miel la hacen. En la miel, las principales sustancias nutritivas son los carbohidratos ($70-80\% \text{ p / p}$) y el agua ($10-20\% \text{ p / p}$). Otras variedades de componentes menores como aminoácidos libres, proteínas. En la miel también se registran compuestos fenólicos, minerales, vitaminas y orgánicos (Ouchemoukh, Louaileche y Schweitzer, 2007). Los monosacáridos representan aproximadamente el 75% de los azúcares que se encuentran en la miel, junto

con 10-15% de disacáridos y pequeñas cantidades de otros azúcares. Los azúcares presentes en la miel son responsables de propiedades tales como valor energético, viscosidad, higroscopicidad y granulación (Kamal y Klein, 2011). La composición del azúcar depende principalmente del origen botánico de la miel (los tipos de flores utilizadas por las abejas), origen geográfico, y se ve afectado por el clima, procesamiento y almacenamiento (Escuredo et al., 2014). La concentración de fructosa y la glucosa, así como la relación entre ellos, son indicadores útiles para la clasificación de mieles monoflorales (Kaškonienė et al., 2008). En casi todos los tipos de miel, la fructosa es el carbohidrato en mayor proporción, excepto en algunas mieles como la de colza (*Brassica napus*) y diente de león (*Taraxacum officinale*), donde la fracción de glucosa puede ser mayor que la fracción de fructosa, y en consecuencia estas mieles, en general, tienen una rápida cristalización (Escuredo et al., 2014). El perfil de azúcar de la miel ha sido estudiado por científicos de todo el mundo; en estos perfiles se detectaron muchos azúcares, como fructosa, glucosa, sacarosa, ramnosa, trehalosa, nigerobiosa, isomaltosa, maltosa, maltotetraosa, maltotriosa, maltulosa, melezitosa, melibiosa, nigerosa, palatinosa, rafinosa, erlosa entre otras (Kamal y Klein, 2011). Los azúcares y otros componentes de la miel pueden cambiar durante el almacenamiento; Rybak- Chmielewska (2007) analizó ambos estabilizados (a una temperatura de 100 ° C durante 15 minutos - enzima inactivada) y mieles no estabilizadas almacenadas durante 24 semanas, la sacarosa en la concentración de las mieles que no se estabilizaron disminuyó un 14% en la miel almacenada a 4 ° C, y 79% en miel almacenada a temperatura ambiente (20 °C); para otros azúcares, como trehalosa e isomaltosa, los porcentajes no mostraron cambios significativos durante almacenamiento, por otro lado el contenido de fructosa aumentó un 4% y el contenido de glucosa aumentó un 1,1% en comparación con su valor inicial a 4 ° C; sin embargo, a una temperatura de 20 ° C, la fructosa el contenido aumentó un 7% y el contenido de glucosa aumentó un 8,8%; sin embargo en mieles estabilizadas, los porcentajes de azúcares variaron 0.1% más en sacarosa, trehalosa y melezitosa + erlosa o 0,1% menos en turanosa, se comparan las mieles a diferentes temperaturas de 4 y 20° C, la variación en los niveles de azúcares individuales fue del 0,2%; con el tiempo, además de los cambios

químicos, hay cambios físicos en la miel, como un color más oscuro y cambio de sabor. Cuando la miel se calienta o almacena durante mucho tiempo, las pentosas y hexosas descomponerse en una enolización lenta y rápida β -eliminación de tres moléculas de agua para forman compuestos indeseables como los furanos (Chernetsova y Morlock, 2012).

Proteínas

El contenido de proteínas de la miel varía según la especie de abejas. *Apis cerana* la miel contiene de 0,1 a 3,3% de proteína, mientras que *Apis mellifera* la miel contiene entre 0,2 y 1,6% de proteína (Won et al., 2009). Proteínas y Los aminoácidos en las mieles se atribuyen tanto a fuentes animales como vegetales, incluidos los fluidos y las secreciones de néctar de las glándulas salivales y faringe de las abejas (Escuredo et al., 2013), pero la principal fuente de proteínas es el polen. Los aminoácidos son responsables del 1% (p / p) de los componentes de la miel y sus proporciones relativas dependen del origen de la miel (néctar o mielada) (Hermosín, Chicón y Cabezudo, 2003). El aminoácido más abundante en la miel y el polen es la prolina (Iglesias et al, 2006). Además de la prolina, otros aminoácidos presentes en la miel incluyen ácido glutámico, ácido aspártico, glutamina, histidina, glicina, treonina, β -alanina, arginina, α -Alanina γ -aminobutírico ácido, prolina, tirosina, valina, metionina, cisteína, isoleucina, leucina, triptófano, fenilalanina, ornitina, lisina, serina, asparagina y alanina, siendo los más comunes el ácido glutámico, la alanina, fenilalanina, tirosina, leucina e isoleucina (Girolamo, D'amato y Righetti, 2012). La prolina se origina principalmente a partir de las secreciones salivales de las abejas (*Apis mellifera* L.) durante la conversión del néctar en miel. En la miel, la prolina representa un total de 50-85% de aminoácidos (Iglesias et al., 2006). La prolina se ha utilizado como criterio para la evaluación de la maduración de la miel y, en algunos casos, adulteración con azúcar. Un valor mínimo de 180 mg kg⁻¹ de prolina se acepta como valor límite para la miel pura (Manzanares et al., 2014; Hermosín, Chicón y Cabezudo, 2003). Una pequeña fracción de las proteínas presentes en la miel son enzimas como la invertasa, los α -y β -glucosidasa, catalasa, fosfatasa ácida, diastasa y glucosa oxidasa. Las diastasis son un grupo de enzimas amilolíticas que

incluyen α - y β -amilasas. La α -amilasa hidroliza el almidón cadenas en el α -D- (1 $\rightarrow$ 4) enlaces, produciendo dextrina; β -La amilasa hidroliza el almidón cadena al final, lo que lleva a la formación de maltosa. Otra enzima presente en la miel es la glucosa oxidasa, la cual convierte la glucosa en δ - gluconolactona, que se hidroliza a ácido glucónico. La glucosa oxidasa también produce peróxido de hidrógeno, que tiene acción bactericida (Moreira et al., 2007). Las condiciones de almacenamiento y procesamiento pueden dar lugar a la formación de productos indeseables debido a la reacción del grupo carboxílico en el extremo reductor de azúcares y los grupos amino libres de aminoácidos y proteínas (reacción de Maillard). La reacción ocurre como un paso inicial para la formación de compuestos de Amadori, que luego forman melanoidinas, durante el almacenamiento de alimentos con alto contenido de azúcares o amino ácidos, como la miel. Los compuestos de Amadori se derivan de los aminoácidos lisina, prolina, γ -ácido aminobutírico y arginina (Iglesias et al., 2006). Estos aminoácidos están presentes en la miel y, por tanto, puede desencadenar la reacción de Maillard. El aumento de ácido aspártico y prolina durante los primeros meses de almacenamiento puede explicarse por la presencia de enzimas como proteasa y / o peptidasa en la miel, porque estos aminoácidos están presentes en el polen. La concentración de aminoácidos libres disminuyó durante los primeros nueve meses de almacenamiento, mientras que no se observaron diferencias significativas en los 15 meses de almacenamiento. Los cambios cuantitativos y cualitativos del contenido de proteínas se relacionaron con las proteínas. Estos autores afirmaron que los polifenoles presentes en la miel se pueden oxidar fácilmente a quinonas y desempeñan un papel clave en la interacción con proteínas (Brudzynski, Sjaarda y Maldonado-Alvarez, 2013).

Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos también se utilizan para discriminar las mieles según su origen botánico y / o geográfico. Estos ácidos están relacionados con el color y el sabor de miel además de sus propiedades químicas como acidez, pH y conductividad eléctrica (Mato et al., 2006). Algunos ácidos orgánicos de diferentes regiones del mundo están presentes en la miel como ácidos: ácido aspártico, butírico, cítrico, acético, fórmico, fumárico, galacturónico, fórmico, glucónico, glutámico, glutárico,

butírico, glioxílico, 2-hidroxibutírico, α -hidroxiglutarico, isocítrico α -cetoglutarico, láctico, málico, malónico, metilmalónico, 2-oxopentanoico, propiónico, pirúvico, quínico, shikímico, succínico, tartárico, oxálico y otros (Cherchi et al., 1994; Mato et al., 2006). El ácido predominante en la miel es el ácido glucónico, su presencia en la miel se origina de la glucosa oxidada, que proporcionan las abejas durante la maduración. Además del ácido glucónico, el ácido cítrico también está presente en la miel y la concentración de estas dos sustancias se utiliza como un parámetro fiable para diferenciar la miel floral de mielada (Mato et al., 2006). Los ácidos levulínico y fórmico también están presentes en la miel, estos pueden derivarse de 5-HMF en reacciones sucesivas, luego se une con dos moléculas de agua, produciendo una molécula de ácido levulínico y una molécula de ácido fórmico, aumentando así la concentración de acidez libre en miel.

Vitaminas

La miel contiene pequeñas cantidades de vitaminas, especialmente el complejo vitamínico B; las vitaminas que se encuentran en la miel incluyen tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido nicotínico (B3), ácido pantoténico (B5), piridoxina (B6), biotina (B8 H) y ácido fólico (B9), la vitamina C también está presente. Estas vitaminas presentes en la miel se conservan debido al bajo pH de la miel (Bonté y Desmoulière, 2013). La vitamina C se encuentra en casi todos los tipos de miel y se ha evaluado principalmente debido a su efecto antioxidante. La determinación de vitamina C es un indicador inestable, porque es muy vulnerable a la oxidación química y enzimática y tiene tasa de cambio acelerada debido a varios factores como la luz, el oxígeno o el calor (León-Ruiz et al, 2013).

Minerales

Se han detectado varios grupos de compuestos químicos en diferentes tipos de miel. Estos grupos químicos incluyen macroelementos y microelementos minerales como potasio, magnesio, calcio, hierro, fósforo, sodio, manganeso, yodo, zinc, litio, cobalto, níquel, cadmio, cobre, bario, cromo, selenio, arsénico y plata, estos se encuentran en diferentes mieles que y son importantes para la dieta humana (Madejczyk y Baralkiewicz, 2008). El contenido de minerales en la miel oscila entre

el 0,04% en las mieles ligeras y el 0,2% en mieles oscuras. La miel refleja los componentes químicos de las plantas de las que las abejas recolectan su alimento, por lo que el contenido de oligoelementos presente en la miel depende del tipo de suelo en el que se encuentra la planta y el néctar y puede indicar el origen botánico de una miel específica (Alqarni et al., 2012). El potasio es el elemento más abundante, corresponde generalmente a un tercio del contenido mineral total encontrado en la miel. En cantidades más pequeñas, la miel también contiene sodio, hierro, cobre, silicio, manganeso, calcio y magnesio. Elementos macro (como potasio, calcio y sodio) y oligoelementos (como hierro, cobre, zinc y manganeso) realizan una función fundamental en los sistemas biológicos: mantenimiento fisiológico normal, induciendo el metabolismo general, influyen en el sistema circulatorio y reproductivo, y como catalizadores en diversas reacciones bioquímicas (Alqarni et al., 2012). Los elementos minerales, a diferencia de las vitaminas y los aminoácidos, no están sujetos a degradación por exposición al calor, la luz, agentes oxidantes, pH extremo u otros factores que afectan los nutrientes orgánicos. En esencia, los minerales son indestructibles (Damodaran y Parkin, 2017); estos minerales son componentes de enzimas esenciales para una serie de reacciones metabólicas en el cuerpo del ser humano y también juegan un papel importante en las funciones corporales, por lo que deben suministrarse a través de la dieta (Pohl et al., 2012).

Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son un grupo químicamente heterogéneo, aproximadamente 10,000 compuestos, estos agrupan en diferentes clases según su estructura química. Se pueden dividir en no flavonoides (ácido fenólico) y flavonoides (flavonas, flavonoles, flavanonas, flavonoides, antocianidinas, isoflavonas y chalcones). Estos compuestos tienen un anillo aromático con uno o más grupos hidroxilo en sus estructuras, que pueden variar de un simple a un polímero fenólico de molécula compleja de alto peso molecular. Los ácidos fenólicos constituyen una clase importante de compuestos fenólicos con funciones bioactivas que se encuentran típicamente en productos vegetales y alimentos, y son metabolitos secundarios necesarios para el funcionamiento normal de las plantas.

Son compuestos que actúan como antioxidantes, eliminando radicales libres e inhibiendo lípidos oxidación. Se pueden dividir en dos subgrupos según su estructura: el ácido hidroxibenzoico e hidroxicinámico (Challacombe et al., 2012). Los compuestos fenólicos presentes en la miel se han utilizado como marcadores florales, por lo que ha aumentado el interés dirigido al estudio de la actividad antioxidante. Algunos estudios muestran que los flavonoides podrían proteger a los lípidos contra la oxidación de la membrana celular. Los principales componentes funcionales de la miel son los flavonoides, estos contribuyen significativamente a la actividad antioxidante de la miel, aportando efectos beneficiosos para salud humana (Alvarez-Suarez et al., 2014). La actividad antioxidante de los flavonoides en la mayoría de los casos depende del número y la posición de los grupos hidroxilo y otros sustituyentes y la glicosilación de moléculas flavonoides.

Compuestos volátiles

El sabor a miel es producido por mezclas complejas de compuestos volátiles, que pueden diferir según el néctar, las condiciones de elaboración, el origen y el almacenamiento. Las mieles uniflorales tienen un sabor característico de la planta, debido a la presencia de ciertos compuestos orgánicos volátiles de néctares (Castro-Vazquez et al., 2007). Los compuestos volátiles de la miel tienen su origen en diferentes fuentes, como la transferencia de compuestos volátiles de la planta. Por otra parte, las abejas también pueden producir o convertir componentes vegetales en otros compuestos con propiedades volátiles. La miel está compuesta por diferentes compuestos químicos, incluidos azúcares, proteínas, aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y compuestos volátiles.

3.3.- Análisis Sensorial

La evaluación sensorial puede verse como un vínculo entre la investigación y el desarrollo, con un enfoque en los aspectos técnicos de los alimentos, la investigación del consumidor y de mercados, con un enfoque en el comportamiento y la psicología de los consumidores (Dijksterhuis, 1997). Tradicionalmente, las pruebas analíticas (discriminativas y descriptivas) se realizan con paneles entrenados mientras que las pruebas afectivas se realizan con consumidores (Stone

y Sidel, 1993), por otro lado la técnica QDA es un método que se basa en el principio de la capacidad del panelista para verbalizar las percepciones de un producto de manera confiable; los panelistas son evaluados y entrenados en el reconocimiento y escalamiento de atributos, usan un lenguaje sensorial común y acordado, y los productos se califican en ensayos repetidos para obtener una descripción cuantitativa completa (SSP, 1992). Describir las características sensoriales de los productos ha sido una parte integral de la industria de alimentos y bebidas desde hace mucho tiempo, la información obtenida de la descripción de las características sensoriales de los alimentos y bebidas permiten a las empresas tomar decisiones comerciales más informadas (Stone y Sidel, 1993). El perfil sensorial de un producto puede guiar a los equipos de desarrollo de productos sobre qué cambiar para que coincida con el perfil sensorial deseado por el consumidor, para acercarse a un punto de referencia, para detectar diferencias detalladas creadas por un cambio de un ingrediente, por ejemplo. La hipótesis de que los consumidores pueden describir los productos con precisión se gestiona cada vez más dentro de la comunidad científica sensorial. Un primer paso en el desarrollo de técnicas efectivas fue la exploración de algunos métodos como el método de cuadrícula de repertorio, o la aparición de otros nuevos como clasificación, mapeo proyectivo (conocido también como “napping”) o perfil flash. Varias investigaciones ya han utilizado estos métodos y se han centrado en su validación con paneles que han recibido diferentes niveles de formación pero no se hizo mucho para evaluar la aplicabilidad comparativa de todos estos métodos con el uso de paneles de consumidores ingenuos (Faye et al., 2004; Nestrud y Lawless, 2008; Perrin et al., 2008). Autoridades como el estándar del Codex Alimentarius, la Directiva de la UE sobre la miel y otras legislaciones regulan la autenticidad de los alimentos a nivel nacional. Sin embargo, el creciente comercio mundial de miel y sus usos medicinales hace que sea importante contar con estándares internacionales para la autenticidad de la miel. La autenticidad de la miel tiene dos aspectos principales: (i) el origen de la miel y (ii) el modo de producción de la miel. El origen de la miel incluye el origen geográfico y el origen botánico, mientras que la producción está relacionada con la recolección y el procesamiento de las

colmenas de miel. La Comisión Internacional de la Miel revisó recientemente las normas del Codex Alimentarius (CA) y las normas de la Comunidad Europea. Para la determinación del origen botánico de la miel, es necesario desarrollar un criterio para la determinación del origen tanto unifloral como poli floral. Sin embargo, es muy complejo identificar marcadores químicos consistentes para la diferenciación de la miel de diferentes fuentes florales debido a su composición química, que está influenciada por una serie de otros factores, incluido el origen geográfico, la especie de abeja, la temporada de recolección y el modo de almacenamiento. Se han reportado diferentes marcadores para la miel del mismo origen floral. El análisis de color es una clasificación valiosa para las mieles uniflorales, por ejemplo, la alfalfa produce una miel blanca, el brezo produce un color marrón rojizo y la acacia y los cítricos producen una miel de color pajizo. El color de la miel también está asociado con su sabor. La miel de color claro es plácida, mientras que las más oscuras tienen un sabor más intenso. Se afirma que las mieles de color oscuro tienen más derivados del ácido fenólico pero menos flavonoides que las de color claro (Bogdanov et al., 2004). El factor de conductividad eléctrica también se ha integrado en los últimos tiempos en los nuevos estándares internacionales de miel para la discriminación entre mielada y flor; para miel de flores mixtas, los valores oscilan de 0.5-0.8 mS / cm de conductividad eléctrica, mientras que menos de 0.5 mS / cm es el de mieles de flores puras, con numerosas excepciones (Saxena et al., 2010).

3.4.- Análisis Descriptivo

La técnica de análisis descriptivo (DA) se reconoce como una herramienta adecuada para determinar el perfil sensorial de los alimentos procesados, lo que proporciona resultados detallados, robustos y reproducibles (Esmerino et al., 2017). Sin embargo, ha sido criticado por ser costoso y consumir mucho tiempo (Moussaoui y Varela, 2010), lo que puede afectar su aplicación en pequeñas empresas, además de ser poco práctico desde el punto de vista logístico para las grandes empresas debido a su amplia gama de productos (Cruz et al., 2013). Además, los evaluadores capacitados tienden a percibir atributos que pueden no ser importantes o perceptibles para los consumidores (Moussaoui y Varela, 2010). En respuesta a esta demanda, las metodologías sensoriales basadas en las percepciones de los

consumidores se han vuelto populares y ampliamente utilizadas por las industrias en los últimos años para reemplazar los métodos clásicos (Ares, 2010). Estos métodos no requieren capacitación, tienen un bajo impacto financiero, optimizan el tiempo y los recursos en las empresas y brindan información altamente correlacionada con los métodos tradicionales (Varela y Ares, 2012). Entre los métodos rápidos utilizados para capturar las percepciones de los consumidores, tareas basadas en palabras (escalas de intensidad, CATA, Perfil Flash (Flash Profiling), métodos basados en similitudes (Mapeo y clasificación proyectivos) y métodos basados en referencias (Posicionamiento sensorial polarizado - PSP, Mapeo proyectivo polarizado (Polarized Projective Mapeo) - PPM y Perfil Pivot) se han destacado (Valentin et al., 2012; Varela y Ares, 2012). El mapeo proyectivo (PM) es uno de los métodos holísticos más populares con un número emergente de estudios en los últimos años. Una de las ventajas del mapeo proyectivo: ofrece un juicio global sobre los productos, integrando todas las características sensoriales (Dehlholm et al., 2012). Las preguntas para marcar todo lo que corresponde (CATA) consisten en una lista de palabras o frases de las cuales los encuestados deben seleccionar todas las palabras que consideren apropiadas para describir la muestra (Dooley et al., 2010). Se considera un enfoque práctico para proporcionar información sobre las percepciones sensoriales, con altas correlaciones con los perfiles sensoriales generados por evaluadores capacitados. Una importante adición a la técnica sensorial de alimentos es el método Perfil Pivot (PP) se ha propuesto como un nuevo enfoque para una descripción rápida y comparativa de productos alimenticios (Lelièvre-Desmas et al., 2017). PP tiene como estrategia principal capturar las diferencias entre dos muestras a través de comentarios gratuitos: un producto bajo examen y uno de referencia, que se denomina pivote (Valentin et al., 2012). Aunque prometedor, Perfil Pivot ha sido poco explorado, sin estudios sobre el uso comparativo de PP con otros métodos sensoriales basados en diferentes esfuerzos como PM y CATA (Esmerino et al., 2017). La comparación de las metodologías de perfil del consumidor basadas en las similitudes de los productos de acuerdo con la percepción de los consumidores y la dificultad para realizar las tareas puede proporcionar información útil para que las compañías de alimentos seleccionen la

metodología más adecuada (Ares et al., 2011). Los estudios sobre el desempeño de las metodologías basadas en el consumidor siguen siendo temas candentes (Antúñez et al., 2017), que demuestran la importancia de este tema para alentar nuevos estudios.

3.5.- Perfil Pívo

El procedimiento de degustación fue descrito por Thuillier et al., (2015). En el Pivot Profile[®], cada atributo está asociado a dos columnas, una con el número de ocurrencias citadas como "menos que el pivote" (frecuencia negativa) y uno con el número de ocurrencias citado como "más que el pivote" (frecuencia positiva); las frecuencias negativas se restan de las frecuencias positivas que proporcionan una estimación de la intensidad. La resta de frecuencias "menos que el pivote" de "más que el pivote" condujo a valores negativos. Se tienen que comparar cada muestra con el pivote y anotar una intensidad más baja o más alta de todos los atributos sensoriales que percibieron en comparación con el pivote. Los jueces pueden escribir solo atributos descriptivos e indicar si el atributo es una percepción de color / textura, olor / aroma o sabor / sensación en la boca. Son libres de usar uno o tantos atributos como necesitaran para comentar sobre cada miel probada. No se proporcionó una lista de atributos por adelantado.

IV. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El consumo de miel de abeja es altamente beneficioso para nuestro cuerpo y salud, ya que se ha comprobado que la miel es una gran fuente de energía, estimula la formación de glóbulos rojos porque posee ácido fólico, ayudando también a incrementar la producción de anticuerpos, etc.

El presente trabajo está dirigido a la interpretación y al análisis así como los diferentes sentimientos y emociones que se pueden obtener al probar un alimento adulterado, siendo en nuestro caso la miel. La razón para realizar esta investigación es dado que actualmente en el mercado existen varios productos alimenticios que no cumplen con las especificaciones de su etiquetado (NORMA Oficial Mexicana NOM-145-SCFI-2001, Información comercial-Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones) y llegan a confundir a sus consumidores.

Considerando gracias a todos estos puntos positivos de la miel de abejas, sea un producto natural tan rico y fácil de adquirir en nuestro país, por eso mismo se eligió este alimento para poder utilizarlo en la evaluación sensorial, pues al ser un endulzante beneficioso para la salud es más rápido y accesible conseguir la materia prima, escoger a nuestro panelistas de juegos, los cuales al degustar pequeñas cantidades del producto fueron fácil de evaluar sin que el juez se saturara de diversas muestras, a su vez, se pudieron obtener mejores y claro resultados sobre como la evaluación sensorial puede ayudarnos a reconocer como y cuando una miel puede llegar a ser adulterada y también como puede esto afectar en el estado de ánimo del consumidor; como le hace sentir al probar el producto y también que otros sabores (de las opciones que tenía el formato) puede encontrar al momento de realizar las pruebas.

La adulteración de los alimentos es un problema mundial relacionado con la calidad e inocuidad de los alimentos. Las técnicas modernas de detección (cromatografía líquida de alto rendimiento, cromatografía de gases-espectrómetro de masas) pueden identificar con precisión los tipos y concentraciones de adulterantes en diferentes tipos. Sin embargo, las características de preparación y operación son

costosas, poco eficientes y complejas de la muestra limitan el uso de estas técnicas y no pueden ser aplicadas por los productores e industriales de medianas y pequeñas empresas; en respuesta a la preocupación de grandes empresas por perfilar sus productos ha aumentado el interés por utilizar un método para el análisis de alimentos que puede realizarse con consumidores no capacitados, fácil de realizar, se ahorra tiempo que lleva realizar la prueba, costo bajo de realizar la evaluación sensorial. La evaluación sensorial es de gran importancia en todas las etapas de producción y desarrollo de la industria alimentaria, tanto para conocer las características como la aceptabilidad de un producto. Las empresas lo usan para el control de calidad de sus productos, ya sea durante la etapa del desarrollo o durante el proceso de rutina.

Por lo tanto y todo lo antes dicho en el presente trabajo se da a conocer como la evaluación sensorial es capaz de ayudarnos a identificar cuando un alimento puede tener rasgos de adulteración a la vez que con las técnicas Pivot y CATA nos brinda de mejor manera y a cierta escala el sentir de un consumidor al degustar las diferentes tipos de muestras; también cabe mencionar que son fáciles de realizar, al ser la miel un producto perecedero es de larga conservación, fácil de obtener, no se necesita gran maquinaria para su recolección, el manejo de las muestras es rápido, eficaz y sencillo así como la forma y los instrumentos para dar a degustar son de bajo costo y accesibles de conseguir, dándonos paso a que en un futuro las técnicas de evaluación sensorial sean aún más reconocidas y puestas a prueba más frecuentemente en las empresas.

V.- HIPÓTESIS

La técnica sensorial Perfil Pivot y CATA permitirán diferenciar las mieles adulteradas a través de sus atributos sensoriales; así como los diversos tipos de emociones y recuerdos que eliciten los consumidores al realizar la prueba sensorial de las muestras.

VI.- OBJETIVOS

6.1.- Objetivo General

Analizar los efectos de la adulteración en atributos sensoriales, las emociones y recuerdos que evocan en los consumidores de miel.

6.2.- Objetivos Específicos

- ✓ Realizar las técnicas sensoriales CATA, perfil pivot y preferencia en muestras adulteradas.
- ✓ Generar el vocabulario sensorial y mapa de adulteración holístico.
- ✓ Generar un mapa de adulteración sensorial con atributos significativos.
- ✓ Generar el mapa de emociones y recuerdos de mieles adulteradas.

VII.- METODOLOGÍA

7.1 Origen de las muestras y proceso de adulteración de miel

La miel pura se adquirió directamente de un apicultor en Veracruz, México, en el municipio de Huatusco, se decidió seleccionar solo este tipo de miel ya que es representativa entre los apicultores de la región de las altas montañas, además la técnica sensorial sugiere utilizar como máximo seis muestras, dentro de las principales razones se encuentra el agotamiento sensorial por parte de los panelistas. esta miel se considera como la muestra Pivot (Figura 2). La ciudad se encuentra ubicado en la zona montañosa centro del Estado, en las coordenadas 19° 09' de latitud norte y 96° 58' de longitud Oeste, a una altura de 1300 metros sobre el nivel del mar; teniendo un clima semi cálido húmedo con lluvias en verano. Siendo la miel que se utilizó multifloral (tratándose de un producto 100% natural elaborado a partir de cientos de flores diferentes). Esta miel tiene tonalidad de color ámbar luminoso, aroma floral, sabor dulce y ligeramente ácido. En el contexto anterior, no debe considerarse como miel a los jarabes neutros o con diferentes sabores que se expenden bajo diferentes marcas comerciales y que sirven para endulzar bebidas, postres y otros alimentos, ya que en la composición de éstos predomina la fructuosa de maíz o la glucosa, aun cuando por su consistencia líquida y viscosa semejen a la miel. El jarabe de alta fructuosa de maíz el cual fue adquirido en la ciudad de México en la empresa "Productora de jugos y concentrados S.A. de C.V." Para hacer muestras adulteradas, se mezcló miel pura con diferentes concentraciones de jarabe (es decir, 20%, 40%, 60% y 80%), para obtener estas cantidades, en un recipiente con una capacidad de 1L se vertieron la mezcla de miel y jarabe de alta fructuosa en las cantidades requeridas para cada muestra adulterada, los recipientes o envases previamente esterilizado y mover hasta que la mezcla fuera homogénea (Tabla 1).

Tabla 1 Diferentes mieles preparadas para la evaluación sensorial utilizando la técnica de perfil pivot®.

Código	Producto
233 (Pivot)	100 % miel virgen + 00% de jarabe de alta fructuosa (MIEL_P)
516 (SA1)	80 % miel virgen + 20% de jarabe de alta fructuosa (MIEL_1)
534 (SA2)	60 % miel virgen + 40% de jarabe de alta fructuosa (MIEL_2)
856 (SA3)	40 % miel virgen + 60% de jarabe de alta fructuosa (MIEL_3)
721 (SA4)	20 % miel virgen + 80% de jarabe de alta fructuosa (MIEL_4)

Tabla 1. Pivote 100 % miel virgen (MIEL_P) y muestras adulteradas con el Jarabe de alta Fructuosa (MIEL_1, MIEL_2, MIEL_3, MIEL_4)



Figura 2. Muestra de miel sin adulterar (pivot)

7.2 Preparación de muestras para el análisis sensorial de miel

Las muestras de miel fueron preparadas con su respectiva cantidad de miel virgen y jarabe de alta fructuosa en recipientes con capacidad de 500ml (Figura 3) y para su análisis sensorial se agregó la miel en porciones de 20 g en recipientes de propileno con capacidad de 5 mL de la empresa Scientific Laboratory Supplies (Piana et al., 2004) y su cuchara correspondiente para que pudieran probar la miel (Figura 4). Cada muestra fue marcada con tres dígitos al azar. También se entregó a los consumidores un vaso con agua para eliminar posibles aromas residuales de la muestra anterior (Deneulin et al., 2018).



Figura 3. Códigos de las muestras de las diferentes muestras de miel



Figura 4. Preparación de las muestras de miel para la evaluación sensorial de consumidores

7.3 Conformación del panel sensorial

El panel de consumidores estuvo conformado por un total de 130 personas (60 mujeres y 70 hombres) con un rango de edad entre 18 y 46 años provenientes del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, Veracruz, México. Los consumidores fueron seleccionados como panelistas a estudiantes, administrativos, docentes y personal directivo del ITSH debido a que se tiene representatividad de diferentes rangos de edad, acuden de diferentes localidades, la proporción hombre/mujeres es similar, se cuenta con las instalaciones para realizar las pruebas sensoriales dentro de la misma institución, lo que facilita las pruebas sensoriales de acuerdo a los

lineamientos indicados en las normas ISO standard 8586-1, (1993) and ISO standard 11035, (1994) y usando diferentes pruebas discriminativas ISO standard 5496, (2005), ISO standard 4120, (2004) y la norma ISO 10399, (2004). Los resultados fueron determinados utilizando la técnica de Análisis Secuencial (ISO 16820, 2004; Ramón-Canul et al., 2020). Todos los consumidores fueron informados sobre el objetivo de la investigación y los ingredientes del producto y firmaron un formulario de consentimiento para poder participar en las pruebas sensoriales.

7.4 Procedimiento sensorial: Atributos, Emociones y Recuerdos

El procedimiento sensorial involucro cuatro etapas sucesivas: Etapa 1): Se aplicó la técnica Pivot de acuerdo con Amecca-Veneroso (2021) en donde cada participante recibió un total de cuatro pares de muestras que consistían en una muestra adulterada (AS) y la muestra Pivot (AS1 vs Pivot, AS2 vs Pivot, AS3 vs Pivot, AS4 vs Pivot) para la generación del vocabulario sensorial (Figura 5). Se les solicito a los consumidores describan los atributos sensoriales que perciba “más adulterados” y “menos adulterados” a la muestra Pivot y evitar términos hedónicos. Una vez obtenido el vocabulario sensorial se procedió a construir el mapa de adulteración holístico que servirá para dar un primer panorama general de la adulteración.



Figura 5. Pruebas sensoriales de mieles adulteradas vs muestra Pívo

Etapa 2): Una vez obtenido el vocabulario sensorial, vía Pivot, se aplicó la técnica Check-All-That-Apply (CATA) para generar un segundo mapa de adulteración sensorial reducido en donde se incluya exclusivamente atributos sensoriales significativos (Vidal et al., 2016).

Etapa 3): Se usaron los vocabularios EsSense25 (King and Meiselman, 2010) y recuerdos MemVOC de Cabal-Prieto, (2022) y la colección de los datos fue realizada usando la técnica CATA.

Etapa 4): Se determinó la preferencia de los consumidores por cada muestra de miel usando una escala hedónica de 9 puntos donde 1 = me disgusta extremadamente y 9= me gusta muchísimo. Las muestras de miel se evaluarón en un modo monádico secuencial basado en un diseño experimental optimizado (Macfie, Bratchell, Greenhoff, & Vallis, 1989).

7.5 Análisis estadístico: Estrategia de análisis de datos y resultados

Los resultados fueron analizados de la siguiente manera:

- 1) Generación del vocabulario sensorial y primer mapa de adulteración *holisitico*;
- 2) Mapa de adulteración sensorial reducido con atributos significativos y
- 3) Mapa Externo de Preferencias con datos de emociones y recuerdos.

Etapa 1 Generación del vocabulario sensorial y primer mapa de adulteración holisitico

Los resultados del PP se obtuvieron a través del número de veces que se citó cada atributo sensorial como "*menos adulterado que el Pivot*" (frecuencia negativa) y "*más adulterado que el Pivot*" (frecuencia positiva). La construcción de la tabla de contingencia con valores positivos se realizó de acuerdo con Thuillier et al. (2015); Fonseca et al. (2016); Rios-Mera et al. (2019) primero se agruparon los atributos en las dimensiones sensoriales de aroma y aroma. Cabe mencionar que se consideraron los atributos sensoriales con al menos cinco citas se consideraron representativos y se incluyeron en la tabla (Deneulin et al., 2018). Seguido se

contabilizaron los atributos sensoriales que eran menos y más adulterados a la muestra Pivot y se restaron las frecuencias negativas de las positivas. Posteriormente, se identificó y uso el valor más bajo de la tabla de atributos y se sumó al valor obtenido de la diferencia entre las frecuencias negativas y positivas. Una vez obtenido el vocabulario sensorial se generó un mapa de adulteración *holístico* usando la técnica Análisis de Correspondencia (CA).

Etapas 2. Mapa de adulteración sensorial reducido con atributos significativos

Una vez obtenido el vocabulario sensorial vía Pivot se aplicó la técnica CATA para determinar los atributos sensoriales significativos para la generación del mapa de adulteración sensorial. El uso de la técnica CATA posterior a Pivot fue con el objetivo de mejorar la visualización de los resultados en el plano sensorial. Para esto se la técnica estadística Q de Cochran para determinar solamente los atributos significativos ($p < 0.05$) y posteriormente construir un mapa de adulteración sensorial con mayor nitidez de resultados mediante CA para verificar los cambios sensoriales de acuerdo al grado de adulteración (Thuillier et al., 2015; Vidal, Tárrega, Antúnez, Ares, & Jaeger, 2015). Los resultados fueron colectados en una tabla de contingencia ($J \times I$), where J = corresponde al número de muestras incluyendo el Pivot, I = son los atributos sensoriales

Etapas 3. Mapa Externo de preferencias con datos de emociones y recuerdos.

Se aplicó la técnica estadística Q de Cochran para determinar la significancia de cada emoción y recuerdo (Vidal et al., 2016). Posteriormente se generaron Mapas externos de preferencia (PREFMAP) de acuerdo a Ramírez-Rivera et al., (2018) para determinar las causas de la preferencia o rechazo de los consumidores de mieles en función a las emociones y recuerdos significativos: 1) Se efectuaron clases de consumidores usando la técnica clasificación jerárquica ascendente método de Ward y 2) se relacionaron las clases de los consumidores (Y) con las emociones y recuerdos (X) usando los siguientes modelos de PREFMAP:

Modelo vector: $Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$

Modelo circular: $Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + c(X_1^2 + X_2^2)$

Dónde: X son los datos de atributos sensoriales, emociones y recuerdos e Y los datos de preferencia, que son las coordenadas de un producto en el primer y segundo componente principal, Y_i es el valor hedónico de un consumidor asignado por una clase de consumidores. α y β_1 son los coeficientes del modelo y ε es el termino error del modelo (Ramírez-Rivera et al., 2018). The Q de Cochran, PREFMAP was conducted with the XLSTAT software, version 2020 (XLSTAT, 2020).

VIII.- RESULTADOS Y ANÁLISIS

Etapas 1 Generación del vocabulario sensorial y primer mapa de adulteración holístico

De manera general cada consumidor generó entre 2 y 6 atributos sensoriales de aroma y entre 5 y 8 atributos sensoriales de sabor. El número de atributos sensoriales generados a nivel individual fue similar al reportado por (Lelièvre-Desmas et al. (2017) quienes encontraron que los consumidores generaron aproximadamente siete atributos sensoriales. Sin embargo, después de la categorización de los atributos se obtuvo una lista final de 51 atributos sensoriales (cuatro sabores básicos, 23 de aroma, 21 de sabor y tres de textura en boca) y con ello se generó una tabla de contingencia de 5 muestras x 51 atributos sensoriales (Tabla 2). El número de atributos obtenidos en la lista final es similar a los reportados en las investigaciones de Pearson et al. (2020) quienes reportaron un total de 53 atributos sensoriales para vinos usando la técnica PP. Price et al (2019) reportaron que consumidores de mieles griegos y chinos generaron entre 41 y 45 términos sensoriales de miel usando la técnica Flash Profile. Bodor et al. (2020) encontraron atributos sensoriales como son olor floral, olor dulce, sabor dulce, sabor floral, sabor a caramelo en mieles adulteradas con jarabe de fructosa. En la Figura 6 se muestra el mapa de adulteración sensorial de las mieles. Se observa que una clara separación entre la muestra Pivot (no adulterada) y el resto de las muestras adulteradas. En donde las muestras SA1 (20% de adulteración), SA2 (40% de adulteración) y SA3 (60% adulteración) fueron percibidas como Dulce-A, Miel-A y Viscoso-T mientras que la muestra SA4 (80% de adulteración) se percibió como Dulce-F, Herbal-F, Madera-A, Agridulce-A. En el caso de la muestra Pivot (no adulterada) fue percibido con una mayor diversidad sensorial de atributos de aroma, flavor, textura en boca. Los resultados antes expuestos muestran la tendencia que entre mayor es el porcentaje de adulteración menor es la diversidad sensorial que pueden percibir los consumidores. En este sentido, también se puede verificar que la adulteración suprime mayormente los atributos del gusto (sabor y textura) a comparación de los atributos de olfato (aroma). Lo antes mencionado quedó confirmado ya que las muestras adulteradas (SA1 a la SA4) se obtuvieron cuatro

atributos de aroma (Agridulce, madera, dulce y miel), dos atributos de flavor (herbal y dulce) y un atributo de textura en boca (viscoso). Este resultado es similar al reportado por Bodor et al. (2020) quienes evaluaron mieles auténticas y adulteradas (en porcentajes de 10, 20 y 50% con jarabe de fructosa) de acaia y Tilo y observaron que notas afrutadas, dulce y floral fueron percibidas en mieles adulteradas con un máximo de 10% mientras atributos relacionados con el caramelo fueron percibido en mieles adulteradas al 20 y 50%.

Tabla 2 Vocabulario sensorial de mieles generado con la técnica Pivot

Atributo	Pivot	SA1	SA2	SA3	SA4	Atributo	Pivot	SA1	SA2	SA3	SA4
Dulce-A	91	69	73	62	73	Azucar-F	13	4	3	8	6
Miel-A	48	37	32	27	31	Agridulce-F	3	2	3	1	1
Azucar-A	12	6	4	4	9	Grumoso-F	4	2	2	1	2
Panela-A	8	3	2	4	3	Amargo-T	5	1	4	0	1
Floral-A	5	2	3	1	3	Caramelo-F	5	1	2	2	2
Caramelo-A	5	1	1	4	2	Floral-F	3	2	0	0	3
Ácido-A	5	1	2	3	2	Canela-F	2	1	1	2	1
Picoso-A	3	2	2	2	1	Viscoso-F	3	1	1	3	0
Citrico-A	5	2	3	0	1	Agrio-T	3	1	2	0	1
Agridulce-A	2	2	1	2	1	Citrico-F	4	1	1	1	1
Madera-A	2	2	2	2	0	Frutal-F	3	2	2	0	0
Licor-A	2	0	0	2	0	Menta-F	4	3	0	0	1
Cera-A	2	1	1	1	1	Panela-F	3	1	1	1	1
Limon-A	3	1	2	0	0	Picoso-F	4	2	0	0	2
Caña-A	2	1	0	1	0	Cera-F	2	2	1	0	0
Café-A	2	0	0	0	2	Herbal-F	1	1	1	1	0
Agrio-A	2	1	1	0	0	Fermentado-F	2	0	1	1	0
Melaza-A	1	0	0	0	1	Endulzante-F	1	0	1	1	0
Maple-A	1	0	0	1	0	Jarabe-F	2	0	0	0	2
Manzanilla-A	1	0	0	1	0	Astringente-F	0	0	0	1	0
Jarabe-A	1	1	0	0	0	Jalea-F	1	0	1	0	0
Fermentado-A	1	0	0	1	0	Mermelada-F	1	0	0	1	0
Amargo-A	1	0	0	1	0	Viscoso-TXM	108	93	86	73	86
Dulce-T	119	96	90	102	97	Fluido-TXM	80	36	47	67	48
Miel-F	27	11	10	13	11	Grumoso-TXM	23	11	18	12	10
Acido-T	17	9	8	5	6						

Tabla 2. A= Aroma; T= Basic taste; TXM= Textura en boca. La muestra Pivot 223 es la no adulterada. SA1: 80 % miel virgen + 20% de jarabe de alta fructuosa. SA2: 60 % miel virgen + 40% de jarabe de alta fructuosa. SA3: 40 % miel virgen + 60% de jarabe de alta fructuosa. SA4: 20 % miel virgen + 80% de jarabe de alta fructuosa.

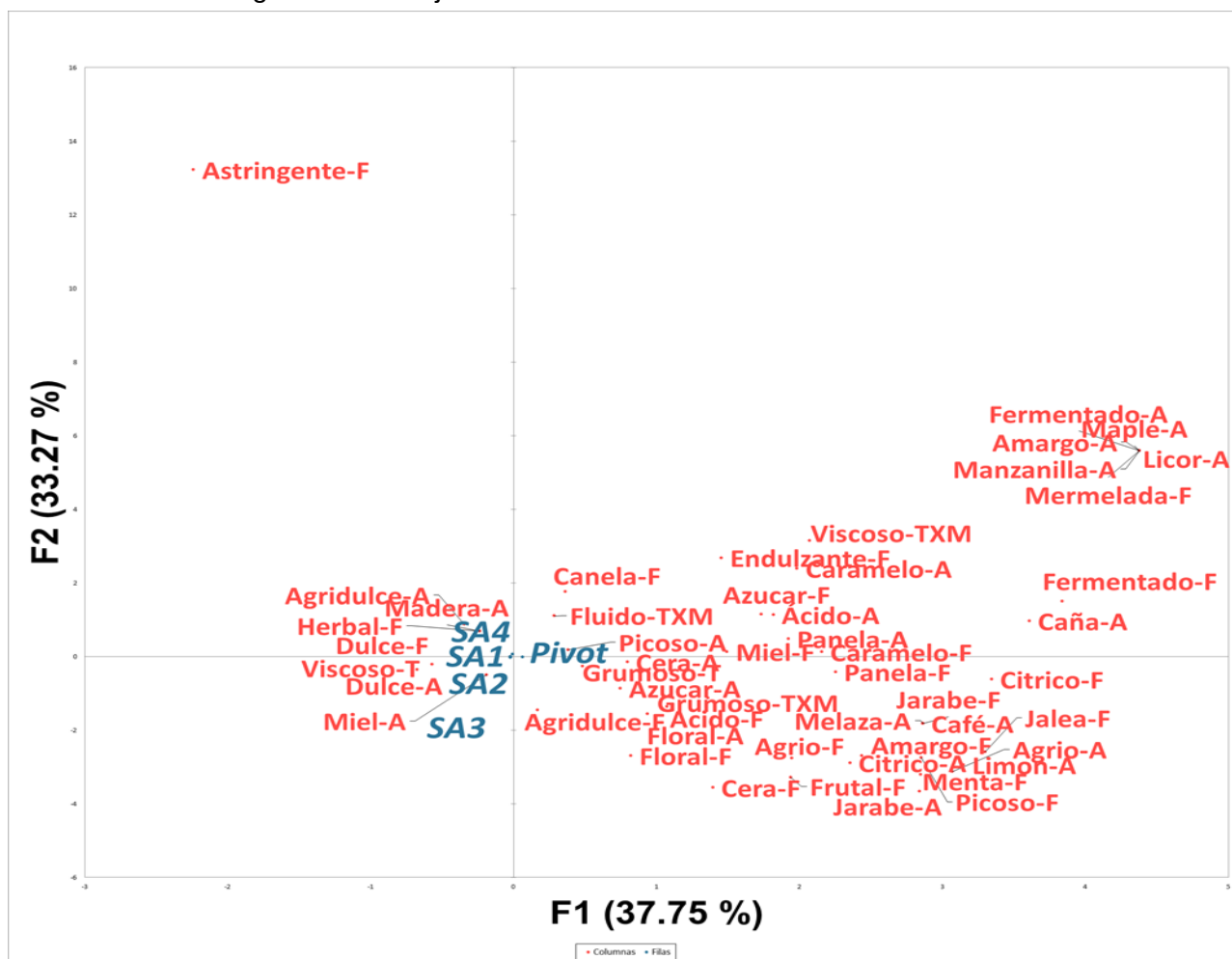


Figura 6. Mapa holístico de adulteración sensorial de mieles vía técnica Pivot.

La muestra pívot es la no adulterada SA1: 80 % miel virgen + 20% de jarabe de alta fructuosa. SA2: 60 % miel virgen + 40% de jarabe de alta fructuosa. SA3: 40 % miel virgen + 60% de jarabe de alta fructuosa. SA4: 20 % miel virgen + 80% de jarabe de alta fructuosa.

Eta 2. Mapa de adulteración sensorial reducido con atributos significativos

En la Tabla 3 se muestran los valores de probabilidad de cada atributo sensorial de acuerdo con la prueba Q de Cochran. Se observa que de los 51 atributos sensoriales solamente 12 atributos sensoriales fueron importantes ($p < 0.05$) de acuerdo con la percepción de los consumidores y de los cuales fueron cinco

atributos de aroma (Miel-A, Panela-A, Cítrico-A, Agridulce-A, Cera-A) y siete atributos de flavor (Miel-F, Acido-F, Agridulce-F, Amargo-F, Agrio-F, Cítrico-F y Picoso-F). Por lo tanto, las muestra Pivot (no adulterada) fue percibida como Miel-F, Acido-F, Agridulce-F, Agridulce-A y Cera-A mientras que las muestras SA1 y SA2 fueron percibidas como Miel-A, Cítrico-F, Cítrico-A y Agrio-F. La muestra SA3 fue percibida como Panela-A y Picoso-F y la muestra SA4 como Amargo-F

Tabla 3 Valores de probabilidad para cada atributo sensorial

Atributo	Valor-p	Atributo	Valor-p
Dulce-A	Ns	Azucar-F	Ns
Miel-A	<0.0001	Agridulce-F	<0.0001
Azucar-A	Ns	Grumoso-F	Ns
Panela-A	0.001	Amargo-F	<0.0001
Floral-A	Ns	Caramelo-F	Ns
Caramelo-A	Ns	Floral-F	Ns
Ácido-A	Ns	Canela-F	Ns
Picoso-A	Ns	Viscoso-F	Ns
Citrico-A	0.023	Agrio-F	0.004
Agridulce-A	<0.0001	Citrico-F	<0.0001
Madera-A	Ns	Frutal-F	Ns
Licor-A	Ns	Menta-F	Ns
Cera-A	0.05	Panela-F	Ns
Limon-A	Ns	Picoso-F	0.003
Caña-A	Ns	Cera-F	Ns
Café-A	Ns	Herbal-F	Ns
Agrio-A	Ns	Endulzante-F	Ns
Melaza-A	Ns	Fermentado-F	Ns
Maple-A	Ns	Jarabe-F	Ns
Manzanilla-A	Ns	Astringente-F	Ns
Jarabe-A	Ns	Jalea-F	Ns
Fermentado-A	Ns	Mermelada-F	Ns
Amargo-A	Ns	Viscoso-Txm	Ns
Dulce-F	Ns	Fluido-TXM	Ns
Miel-F	<0.0001	Grumoso-TXM	Ns
Acido-F	<0.0001		

Etapas 3. Mapa de emociones y recuerdos de mieles adulteradas

Los resultados de la prueba de Q de Cochran de emociones y recuerdos se muestran en la (Tabla 4). Se observa que solamente 11 emociones positivas, cuatro emociones negativas, 13 recuerdos positivos y siete recuerdos negativos fueron significativos ($p < 0.05$).

En la Figura 7 se muestra el PREFMAP de emociones y recuerdos. Se observa la conformación de cuatro clases de consumidores constituidos por 29, 35, 33 y 33 personas para las clases 1, clase 2, clase 3 y clase 4, respectivamente.

Para el PREFMAP de emociones (Figura 8a), solamente el modelo vectorial permitió explicar la preferencia de las diferentes clases de consumidores. En donde, las clases de consumidores 1, 2 y 3 ($n = 97$ consumidores) prefirieron la muestra no adulterada (Pívor) así como las muestras de miel de hasta un 40% de adulteración (SA1 y SA2). Las muestras PIVOT, SA1 y SA2 se ubicaron en regiones de preferencia 40-60% (región de color verde) y 60-80 (región color naranja) debido a que pudieron elicitarse en los consumidores las emociones positivas Aventuroso, Activo, Feliz, Gentil, Compresivo, aunque también elicitaban algunas emociones negativas como es Agresivo, Disgustado y Salvaje, las cuales, permiten entender que dichas emociones negativas pueden influir en el rechazo de los consumidores.

En el caso de las muestras de miel con adulteración del 60 y 80% (SA3 y SA4), la clase de consumidores 4 ($n = 33$ personas) prefirieron estas muestras que se ubicaron en la región de preferencia del 20 al 40% (color azul) en el PREFMAP, en donde la poca preferencia por estas muestras pudo deberse a la predominancia de emociones positivas como son Docil, Nostalgico y Amoroso.

Sin embargo, la emoción Aburrido pudo tener un mayor impacto negativo en los consumidores para que estas muestras tuvieran una alta tasa de rechazo.

El PREFMAP de recuerdos (Figura 8b) muestra que las muestras Pivot y SA1 se ubicaron en las regiones de preferencia del 40 al 60% y del 60 al 80%, debido a que

68 consumidores distribuidos en las clases de consumidores 2 y 3 (punto anti-ideal negativo hacia el resto de las muestras de miel) prefirieron las muestras antes mencionadas debido a que les pudo facilitar recuerdos positivos como son Comida tradicional, Pareja, Vida, Familia, Deporte, Primavera, Clima frío y Clima templado. Sin embargo, las emociones negativas Obesidad, Adicción y Hedor pudieron ser responsables de que estas muestras no tuvieran preferencias del 80 al 100%.

Por su parte, la preferencia de los consumidores de las Clases 1 y 4 ($n = 62$ personas) estuvo orientada hacia las muestras SA2 (región de color azul), SA4 (región de color verde) y SA3 (región de color naranja), debido a que estas muestras facilitaron los recuerdos positivos Clima lluvioso, invierno y Clima caluroso aunque los recuerdos negativos como dolor, conflicto personal y pobreza pudieron tener un mayor impacto para que menos del 50% de los consumidores que participaron en este estudio prefirieran rechacen estas muestras adulteradas de miel.

Con los resultados obtenidos se pueden indicar algunos aspectos importantes: 1) los consumidores pudieran estar adquiriendo mieles con porcentajes de adulteración máxima del 40%, este resultado concuerda con Bodor et al. (2020) quienes reportaron que las personas llegan a percibir atributos sensoriales en mieles de hasta 50% de adulteración.; 2) las emociones y recuerdos positivos predominaron en las muestras de miel con porcentajes de adulteración máximos de 40%; 3) en el caso de los recuerdos conforme aumenta la adulteración se encontraron mayores recuerdos negativos como Dolor, Conflicto personal y Pobreza, las cuales fueron facilitadas por las muestras de miel con 40, 60 y 80% de adulteración; 4) En el caso de los recuerdos negativos Adicción y Obesidad, encontradas en la muestra Pivot (sin adulterar), puede ser asociado a que dicha muestra causa un efecto adictivo en el consumidor que lo lleva al consumo excesivo de miel y dicho exceso puede causar aumento de peso corporal (Broche-Pérez et al., 2021).

Tabla 4 Valores de probabilidad de emociones y recuerdos

Emoción (+)	valores-p	Emoción (-)	valores-p	Recuerdo (+)	valores-p	Recuerdo (-)	valores-p
Activo	0.197	Aburrido	0.138	Comida tradicional	0.180	Enfermedad	0.430
Aventuroso	0.178	Disgustado	0.209	Fiesta	0.651	Dolor	0.019
Calmado	0.086	Preocupado	0.749	Familia	0.093	Desgracia	0.624
Entusiasta	0.879	Culpable	0.736	Lugar	0.507	Obesidad	0.319
Liberado	0.320	Salvaje	0.034	Infancia	0.929	Hedor	0.478
Bien	0.458	Agresivo	0.427	Amistad	0.809	Adicción	0.015
Buen carácter	0.656			Deporte	0.082	Pobreza	0.225
Feliz	0.148			Pareja	0.255	Muerte	0.558
						Conflicto personal	0.233
Interesado	0.903			Vida	0.014	Accidente	0.736
Jubiloso	0.558			Obsequio	0.611		
Amoroso	0.192			Primavera	0.446		
Gentil	0.193			Verano	0.059		
Nostalgico	0.141			Otoño	0.281		
Complacido	0.821			Invierno	0.394		
Satisfecho	0.959			Clima lluvioso	0.490		
Seguro	0.781			Clima frío	0.082		
Docil	0.373			Clima caluroso	0.025		
Comprensivo	0.049			Clima templado	0.059		
Cálido	0.768						

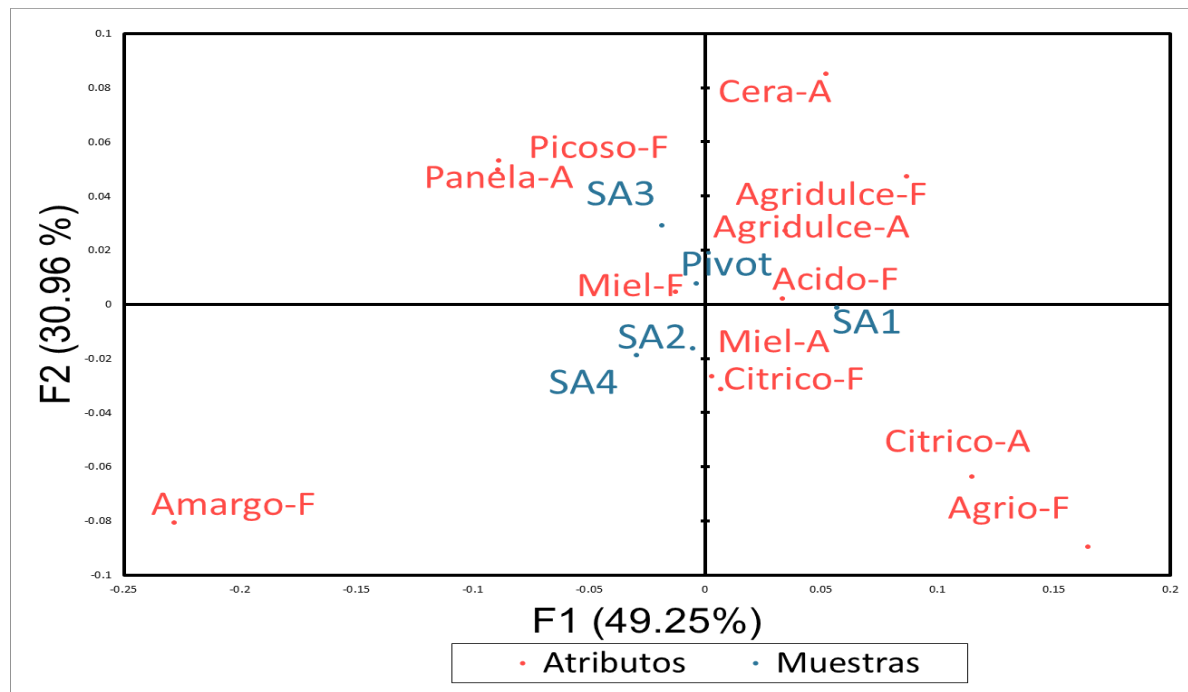


Figura 7. Mapa de adulteración reducido con atributos significativos

La muestra pivote es la no adulterada. SA1: 80 % miel virgen + 20% de jarabe de alta fructuosa. SA2: 60 % miel virgen + 40% de jarabe de alta fructuosa. SA3: 40 %

miel virgen+ 60% de jarabe de alta fructuosa. SA4: 20 % miel virgen + 80% de jarabe de alta fructuosa.

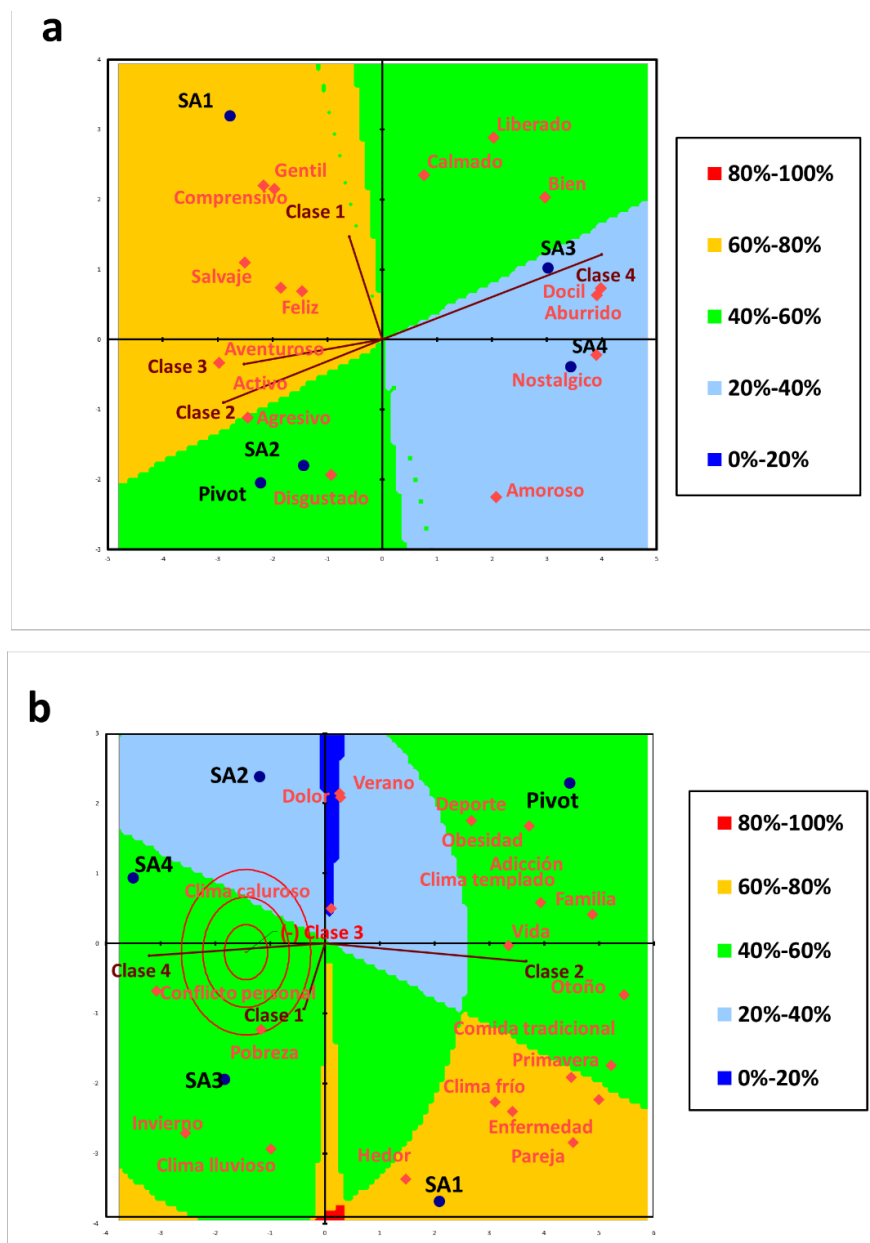


Figura 8 Mapa externo de preferencias modelo vectorial ($Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \epsilon$) y circular ($Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + c(X_1^2 + X_2^2)$).

a) Emociones significativas y b) recuerdos significativos. La muestra pivote es la no adulterada SA1: 80 % miel virgen + 20% de jarabe de alta fructuosa. SA2: 60% miel virgen + 40% jarabe de alta fructuosa. SA3: 40% miel virgen + 60% jarabe de alta fructuosa. SA4: 20% miel virgen + 80% jarabe de alta fructuosa.

IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La técnica Pivot® se pueden utilizar para identificar y comprender los cambios sensoriales de las muestras adulteradas en miel, esto en función del vocabulario sensorial generado por los consumidores. La tendencia de los resultados señala que a mayor porcentaje de adulteración menor es la diversidad sensorial que pueden percibir los consumidores. La técnica Pivot® es una herramienta útil y fácil de usar para el análisis de alimentos adulterados, se recomienda probar su eficacia en otros productos de interés.

X.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajibola Abdulwahid , Chamunorwa Joseph P. and Erlwanger Kennedy H. 2013 Dietary supplementation with natural honey promotes growth and health of male and female rats compared to cane syrup, *academicJournals* 8(14): 543-553 <http://doi.org/10.5897/sre12.659>
- Alqarni A.S., Owayss A.A., Mahmoud A.A. and Hannan M.A. (2012). Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia, *Journal of Saudi Chemical Society*, 18(5), 618-625. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2012.11.009>
- Alvarez-Suarez JM., Massimiliano Gasparrini, Forbes-Hernández TY., Mazzoni L., and Giampieri F. 2014. "The Composition and Biological Activity of Honey: A Focus on Manuka Honey" *Foods* 3:420-432. <https://doi.org/10.3390/foods3030420>
- Ameca-Veneroso C., Sánchez-Arellano L., Ramón-Canul LG., Herrera-Corredor JA., Cuervo-Osorio VD., Quetz-Aguirre EM., Rodríguez-Miranda J., Cabal-Prieto A., Ramírez-Rivera EJ, 2021 A modified version of the sensory Pivot technique as a possible tool for the analysis of food adulteration: A case of coffee. *Journal of Sensory Studies* 36(6): e12705 <https://doi.org/10.1111/joss.12705>
- Antúnez L., Vidal L., Saldamando L., Giménez, A., and Ares G. (2017). Comparison of consumer-based methodologies for sensory characterization: Case study with four sample sets of powdered drinks. *Food Quality and Preference*, 56, 149–163. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.09.013>
- Ares G., Barreiro,C., Deliza R., Giménez A., and Gámbaro A. (2010). Application of a Check-All-That-Apply question to the development of chocolate milk desserts, *Journal of Sensory Studies*, 25(1), 67-86. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2010.00290.x>
- Ares E ., Burton, J ., Carrasco L ., De Rudder O . and Maquet (2016). Scientific support to the implementation of a Coordinated Control Plan with a view to establishing the prevalence of fraudulent practices in the marketing of honey

Results of honey authenticity testing by liquid chromatography-isotope ratio mass spectrometry 2016, 1-38.

Society of Sensory Professionals (SSP) (1992). Quantitative Descriptive Analysis (QDA®).

Ball DW (2007) The chemical composition of honey. *Journal of Chemical Education* 84(10):1643-1646 <https://doi.org/10.1021/ed084p1643>

Bertelli D, Lolli M, Papotti G, Bortolotti L, Serra G, Plessi M. 2010. Detection of honey adulteration by sugar syrups using one-dimensional and two-dimensional high-resolution nuclear magnetic resonance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(15): 15, 8495–8501. <https://doi.org/10.1021/jf101460t>

Bodor, Z., Kovacs, Z., Rashed, M. S., Kókai, Z., Dalmadi, I., & Benedek, C. (2020). Sensory and Physicochemical Evaluation of Acacia and Linden Honey Adulterated with Sugar Syrup. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 20(17), 4845. <https://doi.org/10.3390/s20174845>

Bogdanova S., Ruoffa K. and Livia Persano Oddo 2004 Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. 35 (1): S4-S17. <https://doi.org/10.1051/apido:2004047>

Bogdanov S., Jurendic T., Sieber R., and Gallmann P. 2008. Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American College of Nutrition*. 27(6): 677-689. <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719745>

Bonté F. and Desmoulière A. (2013). Le miel: origine et composition. *Actualités Pharmaceutiques*, 52, 18-21

Broche-Pérez, Y., Fernández-Castillo, E., & Reyes-Luzardo, D.A. (2021). Consecuencias psicológicas de la cuarentena y el aislamiento social durante la pandemia de COVID-19. *Revista Cubana de Salud Pública*, 46(Supl. Especial), e2488.

Brudzynski K., Sjaarda C. and Maldonado-Alvarez L. (2013). A new look on protein-polyphenol complexation during honey storage: is this a random or organized event with the help of dirigent-like proteins? *PLoS One* 30;8(8):e72897. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072897>.

- Cadoret, M., & Husson, F. (2013). Construction and evaluation of confidence ellipses applied at sensory data. *Food Quality Preferences*, 28, 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.09.005>
- Castro-Vázquez L., Díaz-Maroto M.C. and Pérez-Coello M.S. (2007). Aroma composition and new chemical markers of Spanish citrus honeys, *Food Chemistry*, 103(2), 601-606. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.031>
- Castro-Vázquez L., Díaz-Maroto M.C., M.C. de Torres M.C., Pérez-Coello M.S. 2010 Effect of geographical origin on the chemical and sensory characteristics of chestnut honeys, *Food Research International*, 43(10):2335-2340, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.007>.
- Cai J, Wu X, Yuan L, Han E, Zhou L, Zhou A. 2013. Determination of Chinese Angelica honey adulterated with rice syrup by an electrochemical sensor and chemometrics. *Analytical Methods* 5, 2324-2328.
- Çınar SB, Ekşi A, Coşkun İ. 2014 Carbon isotope ratio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) of pine honey and detection of HFCS adulteration. *Food Chemistry* 157:10-13. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.02.006.
- Codex Alimentarius 2001 Norma revisada del Codex para la miel. (No. CODEX STAN 12-1981), Rev.2, págs. 1-7.
- Cordella C., Militão J.S.L.T., Clément MC, Drajnudel P, Cabrol-Bass D 2005 Detection and quantification of honey adulteration via direct incorporation of sugar syrups or bee-feeding: preliminary study using high-performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection (HPAEC-PAD) and chemometrics, *Analytica Chimica Acta*, 531(2): 239-248, <https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.10.018>.
- Cotte, J. F., Casabianca, H., Lheritier, J., Perrucchiatti, C., Sanglar, C., Waton, Grenier-Loustalot H.F. (2007). Study and validity of ^{13}C stable carbon isotopic ratio analysis by mass spectrometry and ^2H site-specific natural isotopic fractionation by nuclear magnetic resonance isotopic measurements to characterize and control the authenticity of honey. *Analytica Chimica Acta*, 582(1), 125–136. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2006.08.039>

- Challacombe, CA, Abdel-Aal, EM, Seetharamana, K. y Duizer, LM (2012). Influence of phenolic acid content on sensory perception of bread and crackers made from red or white wheat, *Journal of Cereal Science*, 56(2), 181-188. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.03.006>
- Chen, H., Hui, C., Ying, J., Huang, J., & Lei, L. (2009). Dispersive liquid–liquid microextraction followed by high-performance liquid chromatography as an efficient and sensitive technique for simultaneous determination of chloramphenicol and thiamphenicol in honey. *Analytica Chimica Acta*, 632(1), 80–85. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2008.10.068>.
- Cheng, N., Wang, Y. and Cao, W. 2017. The Protective Effect of Whole Honey and Phenolic Extract on Oxidative DNA Damage in Mice Lymphocytes Using Comet Assay. *Plant Foods for Human Nutrition* 72: 388–395 <https://doi.org/10.1007/s11130-017-0634-1>
- Cherchi A., Spanedda L., Tuberoso C. and Cabras P. (1994). Solid-phase extraction and high-performance liquid chromatographic determination of organic acids in honey, *Journal of Chromatography A*, 669(1–2), 59-64. [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(94\)80336-6](https://doi.org/10.1016/0021-9673(94)80336-6)
- Chernetsova, E.S. and Morlock, G.E. (2012). Assessing the capabilities of direct analysis in real time mass spectrometry for 5-hydroxymethylfurfural quantitation in honey, *International Journal of Mass Spectrometry*, 314, 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijms.2012.01.012>
- Damodaran S. and Parkin K.L. (2017). *Fennema's Food Chemistry*. 5th edition ^a Ed. Artmed.
- Dehlholm C., Brockhoff P. B., Meinert L., Aaslyng M. D., and Bredie W. L. P. (2012). Rapid descriptive sensory methods - Comparison of free multiple sorting, partial napping, napping, flash profiling and conventional profiling. *Food Quality and Preference*, 26(2), 267–277. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.02.012>
- Deneulin, P., Reverdy, C., Rébénague, P., Danthe, E., & Mulhauser, B.. (2018). Evaluation of the Pivot Profile©, a new method to characterize a large variety of a single product: Case study on honeys from around the world. *Food*

Research International 106, 29–37.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.044>

- Devi, A., Jangir, J . Anu-Appaiah, KA. 2018. Chemical characterization complemented with chemometrics for the botanical origin identification of unifloral and multifloral honeys from India. *Food Research International*, 107, 216-226. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.017>
- Dijksterhuis, G.B. (1997). *Multivariate Data Analysis in Sensory and Consumer Science*. Food & Nutrition Press, Inc. pág. 15. ISBN: 0-917678-41-9. Escoger, B. y Pagès, J.
- Dooley L., Lee Yoing-seung., & Meullenet J.F. (2010). The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference*, 21(4), 394–401. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.10.002>
- Du, B., Wu, L., Xue, X., Chen, L., Li, Y., Zhao, J., et al. (2015). Rapid screening of multiclass syrup adulterants in honey by ultrahigh-performance liquid chromatography/quadrupole time of flight mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(29), 6614–6623. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01410>
- Dżugan, M., Sowa, P., Kwaśniewska, M., Wesołowska, M. and Czernicka M. 2017. Physicochemical Parameters and Antioxidant Activity of Bee Honey Enriched With Herbs. *Plant Foods Human Nutrition* 72:74–81 <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0593-y>
- Elflein, L., & Ræzke, K. (2008). Improved detection of honey adulteration by measuring differences between ¹³C/¹²C stable carbon isotope ratios of protein and sugar compounds with a combination of elemental analyzer - isotope ratio mass spectrometry and liquid chromatography - isotope ratio mass spectrometry (delta(¹³C)-EA/LC-IRMS). *Apidologie*, 39(5), 574–587. <https://doi.org/10.1051/apido:2008042>
- Elfleing, L. and Ræzke, K. (2008). Improved detection of honey adulteration by measuring differences between ¹³C/¹²C stable carbon isotope ratios of

protein and sugar compounds with a combination of elemental analyzer - isotope ratio mass spectrometry and liquid chromatography - isotope ratio mass spectrometry.($\delta^{13}\text{C}$ -EA/LC-IRMS). *Apidologie*, Springer Verlag, 2008, 39 (5), pp.574-587. fahal00891966f

Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M. and Seijo, MC 2014. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, 149(15): 84-90. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.097>

Esmerino E. A., Tavares Filho E. R., Thomas Carr B., Ferraz J. P., Silva H. L. A., Pinto L. P. F., Freitas M. Q., Gruz A. G., Bolini H. M. A. (2017). Consumer-based product characterization using Pivot Profile, Projective Mapping and Check-all-that-apply (CATA): A comparative case with Greek yogurt samples. *Food Research International*, 99, 375-384. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.06.001>

FAO, & WTO. Trade and Food Standards. (2017). <http://www.fao.org/3/a-i7407e.pdf> Accessed 30 July 2020.

Faye P., Brémaud D., Durand Daubin M., Courcoux P., Giboreau A. and Nicod H. (2004). Perceptive free sorting and verbalization tasks with naive subjects: an alternative to descriptive mappings, *Food Quality and Preference*, 15 (7–8), 781-791

Fonseca, F. G. A., Esmerino, E. A., Filho, E. R. T., Ferraz, J. P., da Cruz, A. G., & Bolini, H. M. A. (2016). Novel and successful free comments method for sensory characterization of chocolate ice cream: A comparative study between Pivot profile and comment analysis. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3408–3420. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9982>

Fuhrman J. (2018). The Hidden Dangers of Fast and Processed. *Food American journal of lifestyle medicine* 12(5):375–381. <https://doi.org/10.1177/1559827618766483>

Gallardo-Velázquez T., Osorio-Revilla G., Zuñiga-de Loa M., Rivera-Espinoza Y. 2009 Application of FTIR-HATR spectroscopy and multivariate analysis to the

- quantification of adulterants in Mexican honeys, *Food Research International*, 42(3):313-318, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.11.010>.
- GÁMBARO, A., ARES, G., GIMÉNEZ, A. and PAHOR, S. (2007), PREFERENCE MAPPING OF COLOR OF URUGUAYAN HONEYS. *Journal of Sensory Studies*, 22: 507-519. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2007.00125.x>
- García, NL 2018. The Current Situation on the International Honey Market. 95 (3), 89-94. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2018.1483814>
- Girolamo FD, D'amato, A. and Righetti, P.G. (2012). Assessment of the floral origin of honey via proteomic tools. *Journal of Proteomics*, 75 (12), 3688–3693. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2012.04.029>
- Guler A, Kocaokutgen H., Garipoglu AV, Onder H, Ekinci D, Biyik S 2014 Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis, *Food Chemistry*, 155:155-160 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.033>.
- Gupta RK 2014 Chapter 2 Taxonomy and Distribution of Different Honeybee Species; Springer, Division of Entomology , Sher-e-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology of Jammu , Chatha , Jammu (J&K) 180 009 , India Dordrecht, págs. 63-103.
- Hermosín I., Chicón R.M. and Cabezudo M.D. (2003). Free amino acid composition and botanical origin of honey, *Food Chemistry*, 83 (2), 263-268. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00089-X)
- Hossain, K.S.; Hossain, M.G.; Moni, A.; Rahman, M.M.; Rahman, U.H.; Alam, M.; Kundu, S.; Rahman, M.M.; Hannan, M.A.;Uddin, M.J. 2020. Prospects of honey in fighting against COVID-19: Pharmacological insights and therapeutic promises. *Heliyon* 6(12):e05798 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05798>
- ICO. (2017). International Coffee Organization. In, vol. Accessed 20 July 2020.
- Iglesias, MT, Martián-Alvarez, PJ, Polo, MC, Lorenzo, C., Gonzalez, M., and Pueyo (2006) Changes in the Free Amino Acid Contents of Honeys During Storage at Ambient Temperature, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 54(24), 9099–9104. <https://doi.org/10.1021/jf061712x>

- ISO 8586-1. (1993). Sensory analysis – General guidance for the selection, training, and monitoring of assessors, Part 1 – Selected assessors. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 11035. (1994). Analyse Sensorielle – Recherche et sélection de descripteurs pour l'élaboration d'un profil sensoriel par approche multidimensionnelle. Saint-Denis, France: International Organization for Standardization.
- ISO 4120. (2004). Sensory analysis – Methodology. Triangle test. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 10399. (2004). Sensory analysis – Methodology – Duo-trio test. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 16820. (2004). Sensory analysis – Methodology – Sequential analysis. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 5496. (2005). Sensory analysis – Methodology – Initiation and training of assessors in the detection and recognition of odors. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Jandrić, Z., Frew, R. D., Fernandezcedi, L. N., & Cannavan, A. (2017). An investigative study on discrimination of honey of various floral and geographical origins using UPLC-QToF MS and multivariate data analysis. *Food Control*, 72. S960183730 <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.10.010>
- Johnson, RJ; Fuggle, SV; Mumford, L .; Bradley, JA; Forsythe, JL; Rudge, CJ; Grupo Asesor de Riñón de Sangre y Trasplantes del NHS. Un nuevo plan nacional de asignación de riñones del Reino Unido de 2006 para los riñones de donantes fallecidos en latidos cardíacos. *Transplantation* 2010 , 89 , 387–394.
- Josse, J., Pagés, J., & Husson, F. (2008). Testing the significance of the RV coefficient. *Computational Statistics & Data Analysis*, 53, 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2008.06.012>
- Jiang, Y., King, JM., & Prinyawiwatkul, W (2014). A review of measurement and relationships between food, eating behavior and emotion. *Trends in Food Science and Technology*, 36, 15-28. doi.org/10.1016/j.tifs.2013.12.005
- Juárez-Barrientos, J. M., de Montserrat Tejeda-Paz, M., de Jesús Ramírez-Rivera, E., Aguirre-Cruz, A., Rodríguez-Miranda, J., Martínez-Sánchez, C. E., &

- Herman-Lara, E. (2019). Use of quantitative descriptive analysis (QDA) coupled with multivariate statistical methods to detection and discrimination of adulterated fresh cheeses. *Journal of Sensory Studies*, 34(1), e12479. <https://doi.org/10.1111/joss.12479>
- Karoui, R., Mazerolles, G., Bosset, J.-O., de Baerdemaeker, J., & Dufour, E. (2007). Utilisation of mid-infrared spectroscopy for determination of the geographic origin of Gruyère PDO and L'Etivaz PDO Swiss cheeses. *Food Chemistry*, 105(2), 847–854. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.051>
- Kamal, MA and Klein, P. 2011. Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 8(1), 17-21. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.09.003>
- Kaškonienė Vilma., Rimantas Petras., Venskutonis., Čeksterytė Violeta 2008. Composition of volatile compounds of honey of various floral origin and beebread collected in Lithuania. *Food Chemistry*, 111(4): 988-997. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.021>
- King, SC., & Meiselman, HL (2010). Development of a method to measure consumer emotions associated with foods. *Food Quality and Preference*, 21, 168-177. doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.02.005
- Kuš PM, Jerković I, Marijanović Z, Kranjac M, Tuberoso CIG 2018 Unlocking *Phacelia tanacetifolia* Benth. honey characterization through melissopalynological analysis, color determination and volatiles chemical profiling, *Food Research International*, 106:243-253, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.065>.
- Kher S, Chaubey S, Kishore J. and Oak SM 2013 Detection of Fuel Adulteration With High Sensitivity Using Turnaround Point Long Period Fiber Gratings in B/Ge Doped Fibers," in *IEEE Sensors Journal*, 13(11):4482-4486, doi 10.1109/JSEN.2013.2270312.
- Lawal RA, Lawal AK, Adekalu JB. 2009 Physico-chemical studies on adulteration of honey in Nigeria. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 12(15):1080-1084 doi: 10.3923/pjbs.2009.1080.1084. PMID: 19943465.

- Lawless, H. y Haymann, H. «Evidence for neural inhibition of bitter sweet taste mixtures.» J. Physiol. Psychol, (93): 538-547, 1979.
- Lawless y Haymann, H. Sensory evaluation of food. principles and practices. 2a ed. Springer, Food science texts series. 2010.
- Lelièvre-Desmas, M., Valentin, D. y Chollet, S. (2017). Pivot profile método: ¿Cuál es el influencia del pivote y el espacio del producto? Calidad y preferencia alimentaria, 61 (6 de mayo-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.05.002>.
- León-Ruiz V., Vera S., González-Porto A.V. and San Andrés M.P. (2013). Analysis of Water-Soluble Vitamins in Honey by Isocratic RP-HPLC, Food Analytical Methods, 6,488–496. <https://doi.org/10.1007/s12161-012-9477-4>
- Liming Wu, Bing Du, Yvan Vander Heyden, Lanzhen Chen, Liuwei Zhao, Miao Wang, Xiaofeng Xue 2017 Recent advancements in detecting sugar-based adulterants in honey – A challenge, TrAC Trends in Analytical Chemistry 86: 25-38, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2016.10.013>.
- Madejczyk M. and Baralkiewicz D. (2008) Characterization of Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES, Analytica Chimica Acta, 617(1–2), 11-17
- Machado De-Melo AA, de Almeida-Muradian LB, Sancho MT and Pascual-Maté A 2018. Composition and properties of Apis mellifera honey: A review, Journal of Apicultural Research, 57:1, 5-37, DOI: 10.1080/00218839.2017.1338444
- Manzanares A.B., García H., Galdón B.R., Rodríguez E.R. and Díaz-Romero C. (2014). Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain, LWT - Food Science and Technology, 55(2), 572-578. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.09.024>
- Mato I.S., Huidobro J.F., Simal-Lozano J.S. and Sancho M.T. (2006). Rapid determination of nonaromatic organic acids in honey by capillary zone electrophoresis with direct ultraviolet detection, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54 (5), 1541–1550
- Mohammad Mijanur Rahman, Siew Hua Gan, Md. Ibrahim Khalil 2014 Neurological Effects of Honey: Current and Future Prospects", Evidence-Based

Complementary and Alternative Medicine 2014(958721):1-13. <https://doi.org/10.1155/2014/958721>

- Moore, J. C., Spink, J., & Lipp, M. (2012). Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. *Journal of Food Science*, 77(4), R118–R126. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02657.x>.
- Moreira R.F.A., Maria C.A.B., Pietroluongo M., Trugo L.C. (2007). Chemical changes in the volatile fractions of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. *Food Chemistry*, 121(3), 697-704. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.006>
- Moussaoui K. A., and Varela P. (2010). Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. *Food Quality and Preference*, 21(8), 1088–1099. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.09.005>
- Nabais, J. V., Carrott, P., Carrott, M. R., Luz, V., & Ortiz, A. L. (2008). Influence of preparation conditions in the textural and chemical properties of activated carbons from a novel biomass precursor: the coffee endocarp. *Bioresource Technology*, 99(15), 7224-7231. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.12.068>
- Narsaiah, K., Jha, S.N., Bhardwaj, R., Sharma R., and Kumar R. 2012 Optical biosensors for food quality and safety assurance—a review. *Journal of Food Science and Technology* 49:383–406. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0437-6>
- Nestrud, M. and Lawless, H. (2008). Perceptual mapping of citrus juices using projective mapping and profiling data from culinary professionals and consumers, *Food Quality and Preference*, 19 (4), 431-438. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.01.001>
- Oroian M, Ropciuc S. 2017. Botanical authentication of honeys based on Raman spectra. *Journal of Food Measurement and Characterization* 12:545–554 <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9666-3>
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H. and Schweitzer, P. 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control* 18 (1), 52-58, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.08.007>

- Patel, S., Cichello, S. 2013. Manuka honey: an emerging natural food with medicinal use. *Natural Products and Bioprospecting* 3: 121–128 <https://doi.org/10.1007/s13659-013-0018-7>
- Perrin, L., Symoneaux, R., Maître, I., Asselin, C., Jourjon, F. y Pagès, J. (2008). Comparison of three sensory methods for use with the Napping® procedure: Case of ten wines from Loire valley, *Food Quality and Preference*, 19(1), Pages 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.06.005>
- Piana, M. L., Persano Oddo, L., Bentabol, A., Bruneau, E., Bogdanov, S., & Guyot Declerck, C. (2004). Sensory analysis applied to honey: State of the art. *Apidologie*, 35, S26–S37.
- Pilar, T., Isabel, M., Laura, B., Sabatini, A. G., Federico, F., & Tomas-Barberan, F. A. (2009). Use of quinoline alkaloids as markers of the floral origin of chestnut honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(13), 5680–5686. <https://doi.org/10.1021/jf900766v>
- Pohl P., Steckha H., Greda K. and Jamroz P. (2012). Bioaccessibility of Ca, Cu, Fe, Mg, Mn and Zn from commercial bee honeys, *Food Chemistry*, 134(1), 392-396
- Price, E.L., Tang, R., Kadri, H., Gkatzionis, K. 2019. Sensory analysis of honey using Flash profile: A cross-cultural comparison of Greek and Chinese panels. *J Sens Stud*. 2019; 34:e12494. <https://doi.org/10.1111/joss.12494>
- Qian Wang, Haoan Zhao, Min Zhu, Jinjin Zhang, Ni Cheng, Wei Cao. (2020) Method for identifying acacia honey adulterated by resin absorption: HPLC-ECD coupled with chemometrics, *LWT-Food Science and Technology*, 118, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108863>
- Rao Pasupuleti Visweswara, Thevan Krishnan Kumara, Salleh Naguib, Hua Gan, Siew 2016 Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review, *Revista Brasileira de Farmacognosia* 26(5):657-664 <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.01.012>
- Ratiu, Ileana A., Hossam Al-Suod, Małgorzata Bukowska, Magdalena Ligor, and Bogusław Buszewski. 2020. "Correlation Study of Honey Regarding their

- Physicochemical Properties and Sugars and Cyclitols Content" *Molecules* 25(1): 34. <https://doi.org/10.3390/molecules25010034>
- Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. *Food Research International*, 121, 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.044>
- Ruiz-Matute, A. I., Soria, A. C., Martinez-Castro, I., & Sanz, M. L. (2007). A new methodology based on GC-MS to detect honey adulteration with commercial syrups. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(18), 7264–7269. <https://doi.org/10.1021/jf070559j>.
- Ruiz-Matute, A. I., Rodriguez-Sanchez, S., Sanz, M. L., & Martinez-Castro, I. (2010). Detection of adulterations of honey with high fructose syrups from inulin by GC analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(3), 273–276. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.10.004>
- Rybak-Chmielewska, H. (2007). Changes in the carbohydrate composition of honey undergoing during storage. *Journal of Apicultural Science*, 51, 39-48.
- Saiful Yazan L., Muhamad Zali MFS, Mohd Ali R., Amira Zainal N., Esa N., Sapuan S., Sze Ong Y., Sim Tor Y., Gopalsamy B., Ling Voon F., and Syed Alwi SS. 2016. Chemopreventive Properties and Toxicity of Kelulut Honey in Sprague Dawley Rats Induced with Azoxymethane. *BioMed Research International*, Article ID 4036926. <https://doi.org/10.1155/2016/4036926>
- Saxena, S., Gautam, S. y Sharma, A. (2010). Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys, *Food Chemistry*, 118(2), 391-397. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.001>
- Schiffman, Harvey. *Sensation and perception. An integrated approach*, 4a ed. Nueva York: John Wiley & Sons. 1996.
- Shapiro A, Mu W, Roncal C, Cheng KY, Johnson RJ, Scarpace PJ. 2008 Fructose-induced leptin resistance exacerbates weight gain in response to subsequent high-fat feeding. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 295(5):R1370-5. doi: 10.1152/ajpregu.00195.2008.

- Stone, Herbert y Sidel, Joel. Sensory evaluation practices, 3a ed. Elsevier Academic Press. 2004.
- Se KW, Wahab RA, Syed-Yaacob SN y Ghoshal SK 2019. Técnicas de detección de adulterantes en miel: retos y tendencias recientes. *Revista de composición y análisis de alimentos*, 80:16-32.
- Serra BJ, Soliva TM, Muntane RJ. 2000. Invertase activity in fresh and processed honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 507-512. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(200003\)80:4<507::AID-JSFA558>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(200003)80:4<507::AID-JSFA558>3.0.CO;2-5)
- Sidel J.L. and Stone H. (1993). The role of sensory evaluation in the food industry *Food Quality and Preference*, 4(1-2), 65-73. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(93\)90314-V](https://doi.org/10.1016/0950-3293(93)90314-V)
- Siddiqui AJ, Musharraf SG, Choudhary MI, Rahman A. 2017. Application of analytical methods in authentication and adulteration of honey. *Food Chemistry* 217: 687–698. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.001>
- Soares, S., Amaral, J.S., Oliveira, M.B.P. and Mafra, I. (2017), A Comprehensive Review on the Main Honey Authentication Issues: Production and Origin. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16: 1072-1100. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12278>
- Sobrinho-Gregorio L, Vargas M, Chiralt A, Escriche I. 2017. Thermal properties of honey as affected by the addition of sugar syrup. *Journal of Food Engineering* 213: 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.02.014>
- Thuillier, B., Valentin, D., Marchal, R., & Dacremont, C. (2015). Pivot© profile: A new descriptive method based on free description. *Food Quality and Preference*, 42, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.01.012>
- Ulberth F. (2016). 26 - Advances in Testing for Adulteration in Honey. *Advances in Food Authenticity Testing* 729-753. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100220-9.00026-6>
- Varela P. and Ares G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product

- characterization. *Food Research International*, 48(2), 893–908.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.037>
- Valentin D., Chollet S., Lelièvre M., and Abdi H. (2012). Quick and dirty but still pretty good: A review of new descriptive methods in food science. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(8), 1563–1578.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03022.x>
- Vidal, L., Tárrega, A., Antúnez, L., Ares, G., & Jaeger, S. R. (2015). Comparison of correspondence analysis based on Hellinger and chi-square distances to obtain sensory spaces from check-all-that-apply (CATA) questions. *Food Quality and Preference*, 43, 106–112.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.03.003>
- Vidal L., Barreiro C., Gómez B., Ares G., Giménez A. (2013) Influence of information on consumer's evaluations: using check-all-that-apply questions and sorting: a case study with milk desserts. *Journal of Sensory Studies* 28: 125-137.
<https://doi.org/10.1111/joss.12030>
- Wang S, Guo Q, Wang L, Lin L, Shi H, Cao H, Cao B. 2015. Detection of honey adulteration with starch syrup by high performance liquid chromatography. *Food Chemistry* 172, 669–674.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.044>
- Won Se-Ra, Li, Chum-Ying, Kim Jang-Wom and Rhee Hae-Ik (2009). Immunological characterization of honey major protein and its application. *Food Chemistry*, 113 (4), 1334-1338. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.082>
- Worch, T., Lê, S., & Punter, P. (2010). How reliable are the consumers? Comparison of sensory profiles from consumers and experts. *Food Quality and Preference*, 21(3), 309–318. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.06.001>
- XLSTAT | Statistical Software for Excel. (2020). Retrieved from <https://www.xlstat.com/>
- Yong He, Xiulin Bai, Qinlin Xiao, Fei Liu, Lei Zhou & Chu Zhang (2020). Detection of adulteration in food based on nondestructive analysis techniques: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-21.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1777526>

Zhang Wenjing y Xue Jianhong 2016 Economically motivated food fraud and adulteration in China: An analysis based on 1553 media reports, Food Control, 67:192-198, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.03.004>.

Thuillier Bertrand, Dominique Valentin, Richard Marchal and Catherine Dacremont (2015) Pivot© profile: A new descriptive method based on free description, Food Quality and Preference, 42, 66-77. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.01.012>

XI.- ANEXOS

Anexo 1: Formato utilizado para la evaluación de los 130 consumidores

Estudio de los atributos sensoriales, emociones y recuerdos generados al consumir miel

Nombre: _____ Fecha: _____ Muestra: _____ Consumidor: _____

Edad: _____

Instrucciones: Pruebe la muestra de miel que se le proporciona; marque con una (X) los atributos sensoriales, emociones y recuerdos (positivos y negativos) que le genera al consumirla. **Debe de seleccionar uno o más atributos sensoriales (olfato - aromas), (gusto-sabor), emociones y recuerdos.**

OLFATO (AROMAS)	GUSTO (SABOR)	EMOCIONES	RECUERDOS POSITIVOS
☐ Olor dulce	☐ Sabor dulce	☐ Activo	☐ Comida tradicional
☐ Olor a miel	☐ Sabor a miel	☐ Aventuroso	☐ Fiesta
☐ Olor azúcar	☐ Sabor ácido	☐ Agresivo	☐ Familia
☐ Olor a panela	☐ Sabor azúcar	☐ Aburrido	☐ Lugar
☐ Olor floral	☐ Sabor agridulce	☐ Calmado	☐ Infancia
☐ Olor a caramelo	☐ Sabor grumoso	☐ Disgustado	☐ Amistad
☐ Olor ácido	☐ Sabor amargo	☐ Entusiasta	☐ Deporte
☐ Olor picoso	☐ Sabor caramelo	☐ Liberado	☐ Vida
☐ Olor a cítrico	☐ Sabor floral	☐ Bien	☐ Obsequio
☐ Olor agridulce	☐ Sabor canela	☐ Buen carácter	Época del año
☐ Olor a madera	☐ Sensación viscosa en boca	☐ Culpable	☐ Primavera
☐ Olor a licor	☐ Sabor agrio	☐ Feliz	☐ Verano
☐ Olor a cera	☐ Sabor cítrico	☐ Interesado	☐ Otoño
☐ Olor a limón	☐ Sabor frutal	☐ Jubiloso	☐ Invierno
☐ Olor a caña	☐ Sabor menta	☐ Amoroso	Clima
☐ Olor a café	☐ Sabor panela	☐ Gentil	☐ Clima lluvioso
☐ Olor agrio	☐ Sabor picoso	☐ Nostálgico	☐ Clima frío
☐ Olor a melaza	☐ Sabor cera	☐ Complacido	☐ Clima caluroso
☐ Olor a maple	☐ Sabor herbal	☐ Satisfecho	☐ Clima templado
☐ Olor a manzanilla	☐ Sabor endulzante	☐ Seguro	RECUERDOS NEGATIVOS
☐ Olor a jarabe	☐ Sabor fermentado	☐ Dócil	☐ Enfermedad
☐ Olor a fermentado	☐ Sabor a jarabe	☐ Comprensivo	☐ Dolor
☐ Olor amargo	☐ Sabor astringente	☐ Cálido	☐ Desgracia
	☐ Sabor a jalea	☐ Salvaje	☐ Obesidad
	☐ Sabor a mermelada	☐ Preocupado	☐ Hedor
			☐ Adicción
			☐ Pobreza
			☐ Muerte
			☐ Conflicto personal
			☐ Accidente

Ahora evalúe en una escala del 1 al 9 el gusto o preferencia de la muestra de miel. Dónde: 1 = me disgusta extremadamente; 2 = me disgusta mucho; 3= me disgusta bastante; 4= me disgusta ligeramente; 5= ni me gusta, ni me disgusta; 6= me gusta ligeramente; 7= me gusta bastante; 8= me gusta mucho y 9= me gusta muchísimo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Muchas gracias por su apoyo