

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



“Desarrollo de léxico sensorial y caracterización fisicoquímica de mieles de abeja (*Apis mellifera*) producidas en distintas regiones de Guatemala”

Trabajo de graduación presentado por

María Isabel Zenteno Roldán

para optar por el grado académico de

Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Guatemala

2022

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Desarrollo de léxico sensorial y caracterización fisicoquímica de mieles de abeja (*Apis mellifera*) producidas en distintas regiones de Guatemala

Trabajo de graduación presentado por

María Isabel Zenteno Roldán

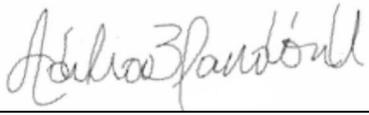
para optar por el grado académico de

Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Guatemala

2022

Vo. Bo. :

(f)  _____

MSc. Adilia Blandón

Tribunal Examinador:

(f)  _____

MSc. Ana Silvia Colmenares Ruiz

(f)  _____

MSc. Ana Alicia Paz

(f)  _____

MSc. Adilia Blandón

Fecha de aprobación:

Guatemala, 8 de diciembre de 2022

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración y disposición de los panelistas Javier, Alejandro, Paulina, Estephan, Rodrigo, José Miguel, Valeria y María René quienes fueron compañeros y participantes activos durante todo el proceso.

Extiendo un especial agradecimiento a mi familia y a mis amigos.

ÍNDICE

LISTADO DE CUADROS.....	viii
LISTADO DE FIGURAS.....	viii
LISTADO DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. OBJETIVOS.....	8
A. GENERAL.....	8
B. ESPECÍFICOS.....	8
V. MARCO TEÓRICO.....	9
A. LA MIEL.....	9
1. <i>Composición de la miel.....</i>	<i>9</i>
2. <i>Valor nutricional.....</i>	<i>10</i>
3. <i>Tipos de miel según su origen botánico.....</i>	<i>10</i>
4. <i>Tipos de miel según propiedades físicas.....</i>	<i>10</i>
B. LAS ABEJAS.....	11
1. <i>Familia apidae.....</i>	<i>11</i>
2. <i>Las abejas y sus roles en la colmena.....</i>	<i>12</i>
C. APICULTURA.....	13
1. <i>Qué es la apicultura.....</i>	<i>13</i>
2. <i>Miel y apicultura en Guatemala.....</i>	<i>14</i>
3. <i>Otros productos de la colmena.....</i>	<i>14</i>
D. COMPOSICIÓN DE LA MIEL Y SU EFECTO EN CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.....	15
E. ANÁLISIS SENSORIAL.....	15
1. <i>El ser humano como instrumento.....</i>	<i>15</i>
2. <i>Los 5 sentidos.....</i>	<i>16</i>

3. <i>Análisis descriptivo</i>	16
4. <i>Métodos consensuados</i>	18
5. <i>Otros métodos de análisis sensorial</i>	19
6. <i>Léxico sensorial</i>	19
7. <i>Análisis estadístico de pruebas sensoriales</i>	20
F. ANÁLISIS SENSORIAL DE MIEL	21
1. <i>Análisis descriptivo de miel</i>	21
2. <i>Léxicos de miel</i>	23
G. PROPIEDADES SENSORIALES Y FÍSICAS DE LA MIEL	28
1. <i>Sabor y aromas</i>	28
2. <i>Color</i>	28
3. <i>Consistencia</i>	29
H. CONTROL DE CALIDAD DE LA MIEL	29
I. ENVASADO Y ALMACENAJE	31
J. ADULTERACIÓN DE LA MIEL	32
K. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA	32
1. <i>Sacarosa aparente</i>	32
2. <i>Sólidos insolubles en agua</i>	32
3. <i>Humedad</i>	32
4. <i>Minerales (cenizas)</i>	33
5. <i>Acidez libre</i>	33
6. <i>Hidroximetilfurfural (HMF)</i>	33
7. <i>Microbiología de la miel</i>	33
8. <i>Conductividad eléctrica</i>	34
VI. METODOLOGÍA	35
A. <i>Recolección de muestras</i>	35
B. <i>Desarrollo de léxico</i>	36

<i>Fase I: Selección de panelistas</i>	36
<i>Fase II: Desarrollo de léxico</i>	37
<i>Fase III: Validación de léxico</i>	39
<i>C. Caracterización fisicoquímica</i>	39
<i>Fase I: Análisis fisicoquímico</i>	39
<i>Fase II: Análisis estadístico</i>	43
VII. DISCUSIÓN Y RESULTADOS	44
VIII. CONCLUSIONES	58
IX. RECOMENDACIONES	59
X. BIBLIOGRAFÍA	60
XI. ANEXOS	66

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1: Descriptores sensoriales de mieles provenientes de Eslovenia	21
Cuadro 2: Atributos de aroma usados para la evaluación sensorial de mieles españolas	22
Cuadro 3: Descriptores usados para la evaluación de mieles de Argelia	23
Cuadro 4: Léxico de mieles españolas desarrollado por Galán-Soldevilla et al., (2005).	24
Cuadro 5: Requisitos fisicoquímicos de la miel según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).....	30
Cuadro 6: Requisitos fisicoquímicos de la miel según el COGUANOR.....	31
Cuadro 7: Origen de las 13 mieles recolectadas y usadas para este estudio	35
Cuadro 9: aromas a evaluar y sus respectivas referencias en el matching test.	37
Cuadro 10: Adulterantes usados para la prueba de adulteración.....	38
Cuadro 11: Parámetro para la designación del estándar de color de USDA.....	39
Cuadro 12: Designación de color las mieles estudiadas según el estándar de color USDA	40
Cuadro 13: Resultados microbiológicos.....	42

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Composición de la miel según datos de la USDA	9
Figura 2: Léxico sensorial de mieles propuesto por Marchese y Flottum, (2013)	27

Figura 3: Léxico de mieles propuesto por Comisión Internacional de Miel (IHC), (2001)	27
Figura 4: Espectro de colores de miel según la escala Pfund	29

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1: Humedad	66
Anexo 2: pH y acidez expresada como miliequivalentes de ácido/kg de las mieles estudiadas	66
Anexo 3: Conductividad eléctrica y contenido de minerales	67
Anexo 4: Sólidos insolubles	68
Anexo 5: Perfil de azúcares	69
Anexo 6: Contenido de hidroximetilfulfural	69
Anexo 7: Boleta de prueba triangular de sabores básicos	71
Anexo 9: Hoja maestra de matching de aromas	80
Anexo 10: Boleta de escalas y aromas	87
Anexo 11: Porcentaje de respuestas correctas en las pruebas de preselección de los panelistas elegidos	88
Anexo 12: Boleta de adulteración de mieles	89
Anexo 13: Hoja maestra de adulteración de mieles	91
Anexo 14: Porcentaje de respuestas correctas en la prueba de adulteración de mieles de los panelistas	93
Anexo 15: Boleta de prueba de intensidad de atributos	94
Anexo 16: Promoción de convocatoria para posibles panelistas	99
Anexo 18: Encuesta preselección	100
Anexo 19: Matriz de correlación de Pearson entre las variables sensoriales y resultados fisicoquímicos	110

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un léxico sensorial de miel de abeja (*Apis mellifera*) producida en distintas regiones de Guatemala usando como parámetro de diferenciación la apariencia y relacionar las características sensoriales extraídas del léxico con las características fisicoquímicas de dichas mieles.

Para lograrlo se efectuó una evaluación sensorial con un panel de 8 personas y haciendo uso del análisis descriptivo consensuado se llegó a una serie de terminologías que proponen un léxico sensorial de mieles de Guatemala. Paralelamente se evaluó la calidad de las mieles, se obtuvieron resultados del contenido de cenizas, los sólidos insolubles en agua, humedad, acidez total, análisis microbiológico, contenido de hidroximetilfulfural y conductividad eléctrica y el perfil de azúcares de cada muestra de miel, los cuales se relacionaron con las características sensoriales obtenidas.

El estudio pretende ayudar tanto al apicultor como a la academia proveyendo información de valor para promover la mejora en la cadena de producción y comercialización de miel nacional, aportando a la diferenciación y a la interpretación de las características sensoriales y fisicoquímicas de las mieles guatemaltecas.

Se obtuvo un léxico sensorial de 11 atributos sensoriales de primer nivel jerárquico y 21 atributos de segundo nivel jerárquico a partir de 13 mieles y un panel sensorial de 8 personas. Se logró realizar una profundización de los atributos del léxico mediante el análisis estadístico PCA y se obtuvieron correlaciones entre parámetros sensoriales y fisicoquímicos con la correlación de Pearson. Adicionalmente se observó que no todas las mieles cumplen con la norma guatemalteca vigente para la regulación de mieles lo que puede indicar prácticas apícolas que necesitan mejora.

La miel en Guatemala cuenta con un gran potencial que debe ser explotado a partir de la mejora de prácticas apícolas, diferenciación de mieles y estrategias de comercialización que promuevan a la miel nacional como un producto atractivo.

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala la apicultura es una práctica agrícola que genera ingresos para quienes la practican, Guatemala es un país con aproximadamente 54 unidades climáticas (Franco, 2015) y con una variedad de ecosistemas desde zonas semi-áridas hasta bosques pluviales (Schreier, 2004) dando lugar al desarrollo de una amplia flora y un gran potencial para la apicultura. Por lo tanto, impulsar la apicultura resulta de gran interés para la economía del país.

Una manera de impulsar y promover las prácticas apícolas es aumentando el interés extranjero por los productos de la colmena, especialmente por el producto estrella: la miel. La miel es un producto alimenticio procedente de la transformación que realizan las abejas del néctar recolectado.

Tanto sus características sensoriales como fisicoquímicas dependen en gran parte de la geografía y api botánica alrededor, es mediante esta que se obtienen mieles con aspectos, aromas y colores distintos e incluso variaciones en el contenido de humedad, cenizas, azúcares y otros aspectos de la composición. Dicho esto, es posible diferenciar las mieles desde un punto de vista sensorial y fisicoquímico mediante un léxico sensorial y evaluación fisicoquímica.

El léxico sensorial aspira a ser un vocabulario estandarizado para la evaluación sensorial de mieles guatemaltecas, siendo una herramienta futura para diferenciar las mieles de distintas regiones y en distintos calendarios de floración. Mientras que la caracterización sensorial pretende dar indicio de la calidad de la miel producida y retroalimentar a los apicultores acerca de la miel que producen. En conjunto, la evaluación sensorial y caracterización fisicoquímica plantean una interpretación más completa de las mieles guatemaltecas analizadas.

A lo largo de esta investigación se aborda el uso del análisis descriptivo consensuado, la aplicación del método FCD y la aplicación de un panel para el desarrollo de un léxico sensorial de mieles, asimismo, se tratan temas de control de calidad de mieles, evaluaciones fisicoquímicas e interpretación de los resultados para la caracterización de mieles de Guatemala.

II. ANTECEDENTES

La producción apícola en Guatemala, al igual que el resto de las actividades agrícolas, una actividad generadora de empleo e ingresos para los guatemaltecos dedicados al cuidado, cría y mantenimiento de abejas *Apis mellifera* para la posterior obtención de productos de la colmena como miel, jalea real, polen, miel cremada, propóleos y cera.

La producción nacional apícola se extiende a lo largo de todo el territorio guatemalteco, especialmente en el suroccidente, es decir, en los departamentos de Escuintla, Retalhuleu, Quiché, San Marcos, y Quetzaltenango. La región del Petén también resulta importante debido a la extensión de la región y la amplia gama de vegetación. (MARN, 2018)

El principal destinatario de las exportaciones de miel es la Unión Europea, pues se estima que casi el 75% de la miel exportada se dirige específicamente a Alemania, España, Bélgica, Holanda, Suiza, Italia y el Reino Unido. A pesar de que en Guatemala tiene un gran potencial para la producción de miel y cuenta con instituciones que velan y promueven la producción apícola como el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), El consejo Nacional de Desarrollo Agropecuario (CONADEA), etc., se considera un país productor marginal de miel ya que se genera un promedio de aproximadamente 2,000 toneladas métricas al año cuando en otros países como China se reporta una producción de 305,000 toneladas métricas desde el 2004. (MAGA, 2019). La precaria producción, implica que Guatemala se encuentra en desventaja ante los grandes exportadores de miel, un estudio realizado por García (2018) reporta que en el 2016 Argentina, Ucrania, Vietnam e India exportaron alrededor de 81,183, 54,442, 42,224 y 35,793 toneladas de miel. Lo que significa que Guatemala produce aproximadamente un 5% de miel de lo que los países mencionados anteriormente exportan.

Para efectuar los cambios requeridos en la cadena de producción, se necesitan investigaciones con información de utilidad para explotar el potencial de la apicultura en Guatemala. Con anterioridad, varios autores han analizado las características fisicoquímicas de la miel de abeja producida en Guatemala, un estudio realizado por Rivera reveló que, en 1996, el índice de HMF de mieles producidas por *Apis Mellifera. L* en los departamentos de Zacapa y Escuintla cumplían con los requisitos establecidos en la Norma Regional Europea. Mieles y productos de la colmena producidas por las abejas sin aguijón (*Apidae Melipona*) en Guatemala, también han sido evaluadas, según Enríquez y Dardón, 2008; la especie de melipona *Geotrigona acapulconis.*, produce una miel con alto contenido de acidez, y la miel proveniente de la especie *Plebeia sp.*, destaca por su alta presencia de cenizas.

Aunque se carecen de investigaciones recientes de las características fisicoquímicas de la miel guatemalteca, estudios internacionales más complejos estudian parámetros como la conductividad eléctrica, parámetro que, según Pineda, Castellanos et al., (2019) son herramientas para predecir el origen botánico de la miel. Otro estudio realizado de mieles ecuatorianas demuestra un buen desempeño de las mieles respecto a humedad, acidez, sólidos insolubles y cenizas, sin embargo, no todas las muestras presentaron el porcentaje de azúcares reductores esperado (Velásquez, y Goetschel, 2019).

Respecto al análisis sensorial, a pesar de que en Guatemala se han realizado catas y análisis de las características organolépticas de la miel producida por *Apis Mellifera*, se carece de estudios comparativos, atributos y descriptores característicos del producto nacional. Para la evaluación sensorial de mieles, Tian et al., 2018 proponen 5 atributos sensoriales para la medir la intensidad de cada uno presentado en 5 muestras de miel con botánica diferente, los atributos descriptivos usados fueron: frescura, dulzor, melosidad, afrutado y fermentado, donde “frescura” y “dulzor” se definieron como la presencia de 1-propanol, 2-metil-1-propanol, etil acetato, 2-3 etil lactato o hexanal, el atributo afrutado se identificó como la presencia de ethyl-2-metilbutirato, 3-metilbutirato, 2-octano, 2-pentanona o 1-butanol, 3-metil-1-pentanol, la presencia de “melosidad” se evidenció cuando el etanol, ácido acético, y ácido nonanoico estaban presentes mientras que el atributo “fermentado” se relacionó con la presencia de 1-butanol, etil-2-metilbutirato, etil-3-metilbutirato, 1-nonanal, furfural, ácido sarcoláctico, ácido butírico, ácido isovalerico y ácido propimalonico. El estudio mostró que, con un panel de 15 participantes entrenados previamente, existe una diferencia significativa entre los atributos aromáticos evaluados en las 5 muestras. Existen otra gran cantidad de atributos descriptivos para evaluar la miel, floral, cera, ácido, pungente, tilo, amargo, etc.(Starowicz et al., 2021) Incluso se han desarrollado ruedas sensoriales que permitan la agrupación visual de características aromáticas de la miel.

Los atributos aromáticos de cada miel dependen en gran parte de factores ambientales como el clima y la vegetación de polinización, esto ha sido demostrado por múltiples autores, un estudio que lo demuestra fue el realizado por Ghorab et al., (2021) en el que se analizaron muestras de miel proveniente de Argelia, específicamente de la región de Babors Kabylia; se obtuvo que las mieles monoflorales cuyo néctar se deriva de la especie Astercae tienen notas aromáticas vegetales y afrutadas prominentes, mientras que en las mieles obtenidas por la especie Genista presentan notas más florales. En todas las muestras se percibió el sabor dulce significativamente y el sabor salado con menor intensidad excepto la miel derivada de la planta del melón, en la que no se percibió el sabor salado, por otro lado, algunas mieles monoflorales de tomillo en Grecia presentaron descriptores como “madera” y “frescura” (Rodríguez et al., 2021), siendo perfiles distintos a los descritos por Ghorab et al., (2021). Las mieles de tomillo en Grecia presentaron una persistencia de aroma media-baja, mientras que las mieles que algunas mieles de Argelia (Astercae) evidenciaron una alta persistencia de aroma. Las características de vegetación en las regiones productoras de miel en Guatemala proveerán características particulares de cada región y departamento, por lo que es valioso relacionar la botánica con el perfil sensorial de la miel.

Para la correcta perfilación de las mieles, se debe contar con un léxico que permita manifestar los atributos. Diversos métodos para el desarrollo de léxicos sensoriales se han utilizado para caracterizar productos alimenticios; algunos autores aseguran que para desarrollar un léxico es importante que los panelistas sean expertos o tengan cierta experiencia respecto al producto y evaluación sensorial (Drake y Civille, 2002), otros métodos involucran panelistas cuyo conocimiento de análisis sensorial es nulo, un ejemplo de este es la metodología descrita por Lawless y Civille, (2013) En donde se comienza asegurando que las personas del panel sean capaces de identificar sabores, se hace un listado preliminar de atributos y posteriormente los panelistas describen los atributos. El

uso de check-all-that-applied (CATA) es un método que permite involucrar a panelistas inexpertos, el método CATA fue usado por Phetxumphou et al., (2020) para desarrollar un léxico de cidras alcohólicas, el método permitió reducir los atributos iniciales descritos por los panelistas agrupándolos y eliminando los redundantes, asimismo usaron sinónimos que permitían describir mejor lo descrito por los panelistas, para la sidra de manzana, uno de los atributos identificados por los panelistas fue “seco” y la agrupación de sinónimos hecha por los autores fue “astringente, seco, papel, taninos”.

Uno de los análisis estadísticos más usados en el análisis sensorial tanto es el PCA (análisis de componentes principales), se ha usado tanto para la caracterización de productos como para el desarrollo de léxicos. Un ejemplo de cómo es aplicado en la caracterización lo fue una investigación en la que 60 panelistas mediante escalas hedónicas evaluaron la dulzura, sabor, color, textura, aroma y apariencia de muestras de camote para su caracterización (Sethuraman et al., 2003). Respecto a los léxicos, un léxico de leche ultra pasteurizada con 12 panelistas y 7 sesiones fue desarrollado y el estudio reveló que los atributos más significativos para la muestra de leche fueron los atributos cocido, seco, dulce y amargo (Chapman et al., 2001) El PCA permite la reducción de dimensiones y la visualización del comportamiento de un set de datos.

Dados los precedentes respecto al estudio de miel en Guatemala, se considera que la presente investigación será conveniente y beneficiosa para el sector apícola, relacionando las características fisicoquímicas y sensoriales con el origen botánico, especialmente tomando en cuenta que se carecen de estudios fisicoquímicos actuales y análisis sensoriales de la miel anual, la presente investigación podrá para darle un valor agregado a la miel y asimismo comenzar a derribar las barreras y limitantes del sector apícola y la comercialización de la miel guatemalteca.

III. JUSTIFICACIÓN

Guatemala tiene un gran potencial para explotar la producción apícola debido a la variedad de climas y amplia gama de vegetación. Se estima que hay un aproximado de 54 unidades climáticas extendidas por el territorio nacional, cada unidad con una combinación diferente de temperaturas y precipitaciones siendo el clima cálido el más prevalente (Franco, 2015). El factor climático es influyente para el desarrollo de la fauna y flora, gracias a la calidez y la variedad climática es que habita una vegetación propia de cada departamento, en solo uno de los 22 departamentos (Huehuetenango) se identificaron alrededor de 153 especies de flores apícolas. (Jovel, 2020).

A pesar del potencial, Guatemala sigue siendo poco productivo respecto a los productos de la colmena debido a limitaciones en la cadena de producción, sin embargo, sigue siendo un líder de productor de miel en la región centroamericana, con un 47% de participación en las exportaciones de la región en promedio durante el periodo 2012-2017 (MINECO, 2017) y el incremento en la producción apícola se traduce a un beneficio económico, en el 2015 la producción de miel incrementó un 42% respecto al año anterior (MINECO, 2017), y en el 2017, se obtuvo un incremento del 6.8% en relación al 2016 logrando así, que el tamaño del mercado de mieles en Guatemala fuera de \$2.1 millones de dólares (MINECO, 2018). Dados los hechos, es de gran beneficio aprovechar las condiciones ambientales para producir mieles diferenciadas a las que se ofrecen actualmente en el mercado para seguir explotando la producción de miel y generar valor económico a partir de la agrocadena apícola.

Las limitantes en la cadena de producción de la miel deben abordarse mediante estrategias que mejoren todas las aristas que involucra el sector apícola. Si bien es cierto, se necesita un cambio radical para aprovechar el potencial de producción de productos de la colmena en Guatemala, uno de los enfoques importantes es la exportación, especialmente debido al bajo consumo de miel en el país ya que se estima que se consumen 0.03 kg por persona por año (MAGA, 2019), siendo un consumo sumamente inferior comparado con el de otros países como Alemania donde se estima que el consumo promedio de miel es de más de 1.0 kg por persona al año. (Consulado general de Argentina, 2018).

Dicho esto, resulta conveniente realizar un léxico sensorial y un análisis fisicoquímico que permita caracterizar las mieles de distintos sectores del país para lograr una mayor diversificación que resulte atractivo para el mercado extranjero y otorgar un valor agregado a la miel guatemalteca, especialmente, considerando que en Guatemala, la miel es exportada como materia prima industrial (MAGA, 2014), desaprovechando el potencial de variedad de las características organolépticas en la miel guatemalteca.

El mercado internacional tiene un evidente interés en mieles con características únicas y diferenciadas; un ejemplo de esto es la miel de Brasil. Este país, al igual que Guatemala, se caracteriza por poseer varias y diversas fuentes florales. Se estudiaron 155 muestras de mieles con características botánicas y sensoriales diferentes, lo cual muestra la variedad de aromas y sabores en los productos de la colmena en Brasil. (Haidamus, et al 2019). Las diferencias botánicas repercuten en mieles con características organolépticas singulares, la miel gourmet de una empresa brasileña fue premiada con el título del mejor sabor en el 2016 por el Instituto Internacional de Sabor y Calidad de Bruselas. Así mismo,

en el 2007 una de las mieles oscuras brasileñas de una empresa reconocida llamada Prodapys, recibió la medalla de oro en Australia, la misma empresa fue premiada con una medalla de oro, dos medallas de plata y una medalla de bronce, por dos variedades de miel y dos mieles cremosas, durante la Federación Internacional de Asociaciones de Apicultura (*Apimondia*) llevada a cabo de Corea del Sur. (Marquele-Oliveira, et al.,2017) Estos premios demuestran que las diferencias en sabor, color y aromas de las diferentes fuentes geográficas y botánicas son una tendencia a la que se inclina el mercado de la miel, por lo tanto, es importante descartar y explotar las características que hacen de la miel guatemalteca un producto inusual respecto al perfil organoléptico.

Además, el léxico sensorial es un primer paso para promover y despertar el interés en la cata y consumo de mieles, logrando así un cambio en el “gusto poco desarrollado por la miel de los guatemaltecos”, una de las limitantes para la explotación de la producción y comercialización de la miel descrita por el MAGA, (2019) Posteriormente, el léxico podría llegar a ser una herramienta facilitadora de la caracterización sensorial de las mieles producidas no sólo en las regiones del país sino también en diferentes épocas, climas y calendario de floración.

El análisis sensorial que implica el desarrollo del léxico tiene como objetivo resaltar la variedad de cualidades organolépticas de la miel producida en Guatemala, la distinción de estas cualidades puede ofrecer un enfoque diferente de mercadeo y promoción de las mieles estudiadas haciendo énfasis en los aromas y sabores particulares de cada producto, aportando a la competitividad y a la comercialización formal de la miel.

Asimismo, el análisis fisicoquímico pretende contribuir a la mejora en la calidad de la miel de los productores estudiados, ya que las características fisicoquímicas revelarán aspectos como la humedad, contenido de azúcares, la acidez, el hidroximetilfurfural (HMF) etc., los cuales se consideran índices de calidad en la miel. Si los parámetros evaluados no cumplen con los criterios mínimos de calidad, los productores tendrán conocimiento de las razones por las que el rendimiento de la miel respecto a calidad es deficiente y de esta forma, cambiar o perfeccionar aspectos de la cadena de producción que permitan mejorar la calidad del producto. El análisis microbiológico permitirá exponer la inocuidad del producto por lo que los apicultores podrán validar sus buenas prácticas apícolas o tomar acciones para mejorarlas.

Paralelamente, el análisis fisicoquímico permitirá brindar un indicio a los apicultores respecto a si el precio de comercialización de la miel es justo o no en términos de calidad.

El análisis fisicoquímico y el estudio sensorial en conjunto darán lugar a una interpretación de la miel más completa, ya que, con la relación de los parámetros, se proveerán respuestas a las características de la miel y de esta forma, lograr un conocimiento más amplio acerca de las mieles que se producen en el país. La caracterización e interpretación de las mieles colabora al cumplimiento de uno de los objetivos planteados en el Plan Estratégico de la Agrocadena Apícola Nacional del MAGA, (2019) el cual pretende la “promoción y apoyo en la consecución del valor agregado, diferenciación, origen y diversificación de los productos de la colmena”.

Con base a lo planteado con anterioridad, nace la propuesta de realizar un léxico sensorial y evaluación fisicoquímica de mieles producidas en distintas regiones de Guatemala, con el fin de ayudar tanto al apicultor como a la academia proveyendo información de valor para promover la mejora en la cadena de producción y comercialización de miel nacional.

IV. OBJETIVOS

A. General

- Desarrollar un léxico sensorial de miel de abeja (*Apis mellifera*) producida en distintas regiones de Guatemala y relacionarlo con las características fisicoquímicas encontradas en dichas mieles.

B. Específicos

- Realizar un léxico sensorial para miel de abeja (*Apis mellifera*) producida en Guatemala
- Validar el léxico sensorial para miel de abeja (*Apis mellifera*) mediante la técnica de análisis de componentes principales (PCA)
- Relacionar el léxico obtenido con las características fisicoquímicas de las mieles producidas por *Apis mellifera*

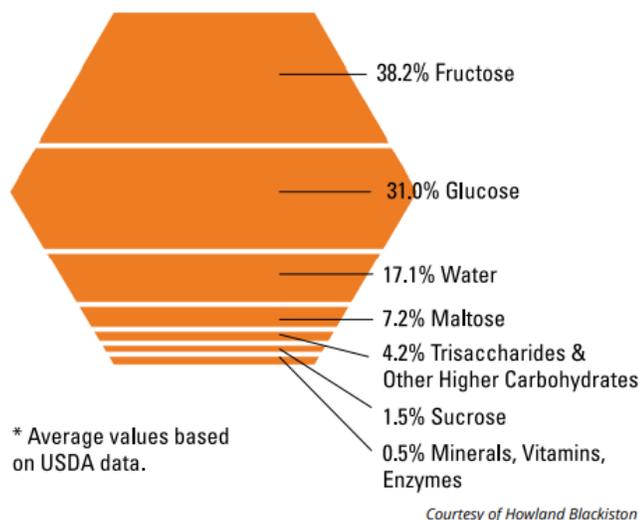
V. MARCO TEÓRICO

A. La miel

1. Composición de la miel

La miel es un producto alimenticio producido por las abejas mediante una transformación del néctar previamente recolectado de plantas. Se considera una solución de azúcar super saturada ya que aproximadamente 17-18% de la miel es agua y el 80% fructosa y glucosa, aunque estos son los principales azúcares, más de 20 azúcares se pueden encontrar en la miel dependiendo del origen del néctar. (Blackiston, 2020.), por ejemplo, en algunas mieles se puede presentar de 3 a 16% del disacárido maltosa e incluso hasta un 8% del trisacárido melecitosa. (Schneider-Häder, 2015). A pesar de que los minerales y vitaminas no son un porcentaje representativo de la composición de la miel, es importante mencionar que están presentes el calcio, sodio, potasio, magnesio, fósforo, selenio, cobre, hierro, entre otros; y en menor cantidad, algunas mieles contienen vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico, ácido ascórbico, piridoxina e incluso ácido pantoténico. (Fakhlai et al., 2020). En la Figura 1 se ilustra el contenido típico de la miel de abeja basado en datos promedios de la USDA

Figura 1: Composición de la miel según datos de la USDA



Otra característica respecto a la composición de la miel es que contiene peróxido, el cual es responsable de una parte de la actividad antibacteriana de la miel, especialmente contra *S. aureus* y *P. aeruginosa* (Sáchiko, 2018) esta singularidad además de prevenir su degradación ha permitido usar la miel para la cicatrización de heridas.

La miel se puede emplear para manejar la tos y aliviar alergias o bien curar cortes y quemaduras debido a que por su bajo pH y propiedades higroscópicas la mayoría de las bacterias no pueden sobrevivir en la miel (Blackiston, 2020).

Al igual que muchos otros alimentos, la miel posee componentes volátiles que repercuten en el aroma distintivo, se han reportado más de 600 compuesto volátiles que influyen en el sabor y alrededor de 50 compuestos activos contribuyen al aroma de la miel (Siegmund et al., 2018) Incluso hay otros compuestos que influyen en el color, el cual se relaciona con los compuestos fenólicos y los minerales de la miel. (Schneider-Häder, 2015)

2. Valor nutricional

Una cucharada de miel de aproximadamente 21 gramos provee 64 calorías y 17 gramos de carbohidratos, lo cual ayuda a mantener el glucógeno muscular. La miel es uno de los mejores edulcorantes ya que las abejas han previamente digerido los azúcares (la fructosa y glucosa) lo que ayuda a mantener los niveles en sangre (Blackiston, 2020)

Además de que las abejas hacen una digestión previa, es fácil asimilable ya que los azúcares presentes son en su mayoría monosacáridos, lo cual hace que la miel sea un carbohidrato de asimilación rápida y con alto contenido calórico resultando útil como fuente de energía. Asimismo, la miel contiene de 1 a 2gramos de vitaminas por cada 100 gramos de producto, sobre todo vitaminas A, E, B6 y B12 (Avila, 2018)

3. Tipos de miel según su origen botánico

a. Miel monofloral

Existen varios criterios para determinar si una miel es monofloral o no, Córdova et al (2013) reportan que, para denominarlo como tal, el tipo de polen que caracteriza la miel debe estar presente en el sedimento en un 45 %, salvo algunas excepciones. García (2005) afirma que en estas mieles predomina el 51% del néctar de una sola especie de flores.

b. Miel multifloral

Las mieles multiflorales contienen néctares procedentes de diversas especies vegetales, y a diferencia de las monoflorales, no predomina ninguna forma polínica sobre las demás (Córdova et al, 2013). En estos casos las mieles se designan según el lugar de recolección, es decir prado, bosque, montaña etc (García, 2005)

c. Miel de mielada

También se denomina miel de bosque. No provienen del néctar de las flores sino de secreciones de otras partes de las plantas o presentes sobre ellas por la acción de algunos insectos. (Córdova et al, 2013).

4. Tipos de miel según propiedades físicas

a. Miel líquida o extraída

Es el estilo de miel más popular y consumida. Se obtiene mediante la remoción de miel del panal, se extrae de las celdas mediante un extractor de miel, existen varias técnicas para extraer la miel, unas más invasivas que otras, normalmente el extractor actúa por fuerza centrífuga, es por ello por lo que se le adjudica el término extraído. La miel líquida que sale de las celdas del panal se cuele y vierte en recipientes (Blackiston, 2020)

b. Miel cristalizada

Cuando la miel es recién extraída, se presenta como líquida, no obstante, debido a la evaporación de la humedad que contiene, se cristaliza de forma natural (García, 2005). Ya que la rapidez de cristalización depende de la composición, también se relaciona

directamente con la vegetación, por ejemplo, a las mieles provenientes de tupelo, salvia negra y acacia les toma aproximadamente un año en cristalizar (Blackiston, 2020)

El proceso de cristalización se da por la naturaleza de la miel, teniendo en cuenta que la miel es una solución sobresaturada que espera volver a su estado sólido, lo hace cuando las moléculas de azúcar salen de la solución de azúcar-agua dejando atrás el agua y formando cristales de azúcar (Marchese & Flottum, 2013).

c. Miel cremada

También se le denomina miel batida, la miel se encuentra en un estado semisólido, es una variación de la miel cristalizada, pero a diferencia de esta, la miel cremada tiene cristales muy finos casi imperceptibles dando como resultado una textura aterciopelada y untable. (Blackiston, 2020).

Esta variedad de miel se obtiene mediante un proceso de cristalización fina e incluso se puede inducir mezclando miel líquida y miel cristalizada en una relación 9:1, se almacena en un lugar a temperatura ambiente o ligeramente fría y se agita cada 2 o 3 días

B. Las abejas

Para muchos pueblos de la antigüedad, las abejas eran consideradas sagradas y un símbolo de trabajo, pureza y ahorro; incluso las abejas influenciaron modelos sociales basados en comunidades de trabajadores regidor por una reina. (García, 2005)

Se conoce como abejas a un grupo de familias del orden Hymenoptera que difieren de otros insectos por tener pelos ramificados o plumosos en alguna parte del cuerpo y porque el basitarsio de la pata posterior es más ancho que los tarsos que le siguen. Suelen ser más robustas y peludas que las avispas, aunque algunas abejas parásitas carecen de pelos. Las abejas dependen del polen como fuente de proteína para alimentar a sus crías, mientras que las hormigas o avispas se pueden alimentar de néctar, pero no de polen (Farouk et al, 2014)

1. Familia apidae

La familia apidae se compone de más de 25,000 especies descritas, por lo general nidifican en el suelo, árboles o madera de construcciones. En esta familia pertenecen las abejas productoras de miel e incluso algunas abejas sin aguijón (Farouk et al, 2014)

Biológicamente, el término “abeja melífera” se refiere a un grupo de siete especies melíferas diferentes del género *Apis*. Seis especies se originan en el sudeste de Asia, lo que sugiere que Asia es probablemente donde la abeja melífera evolucionó por primera vez. (Tennant et al., 2016)

a. *Apis mellifera*

Es la abeja occidental y es la más dominante del mundo, se caracterizan por ser de color marrón y dorado con rayas negras sólidas y cabellos castaños cerca de la cabeza. Son eficientes en la acumulación de recursos dando como resultado alta producción de miel, son buenas comunicadoras y cambian de rol a medida que envejecen (Phillips, 2017).

b. Apis mellifera scutellata

También conocida como abeja africanizada asesina. Es la especie de abeja más infame de todas, se criaron en un intento de desarrollar abejas más productivas y se obtuvo como resultado una especie con sistemas altamente defensivos y colonias persistentes, aunque no buscan objetivos de ataque, son tenaces a la hora de proteger la colmena (Tennant et al., 2016)

c. Apis mellifera carnica

Son provenientes de Eslovenia, tienen color marrón grisáceo, con rayas marrones claras, se conocen coloquialmente como “abeja gris”. Esta especie se caracteriza por ser resistente a las enfermedades de cría, son bastante adaptables a cambios climáticos y condiciones ambientales y por lo general viven más que otras especies de abejas (Phillips, 2017).

d. Apis dorsata laboriosa

Es la especie de abeja del himalaya, habita en uno de los más desafiantes ambientes de la tierra, la abeja del Himalaya es la especie más grande de melíferas, se caracteriza por construir algunos de los nidos más impresionantes a los bordes de los acantilados. Es negra en su totalidad con anillos abdominales de color blanca (Tennant et al., 2016)

e. Apis cerana japonica

La abeja japonesa es capaz de controlar los niveles de infestación de ácaros varroa, que es una de las amenazas más perjudiciales a las abejas en todo el mundo, en gran parte por la propensión a enjambrar frecuentemente. El avispon gigante japonés es un temible depredador, capaz de aniquilar colonias de abejas melíferas occidentales (Tennant et al., 2016)

2. Las abejas y sus roles en la colmena

Una colonia de abejas se divide en tres castas: la reina, las obreras y los zánganos. En este sistema, la reina es la dictadora de la colonia obligando a los trabajadores a satisfacer sus demandas, todas las castas dependen una de las otras (Tennant et al., 2016). Una colonia típica tiene entre 20,000 y 60,000 abejas, siendo en su mayoría hembras llamadas obreras, la cantidad de abejas macho llamadas zánganos dependen de la época del año y el bienestar de la colonia y se pueden llegar a tener aproximadamente 300 zánganos por colonia (Phillips, 2017).

Todas las reinas y obreras se desarrollan a partir de huevos fertilizados, son diploides, lo que significa que poseen dos conjuntos de genes, uno de su padre y otro de su madre. Los zánganos se desarrollan a partir de huevos no fertilizados y tienen la mitad del conjunto completo de cromosomas (una madre, pero no un padre) (Blackiston, 2020)

a. Abeja reina

La abeja reina pone hasta 2,000 huevos al día, se alimenta exclusivamente con jalea real, tienen la gestación más corta e influye en cómo actúa la colonia. Su séquito la mantiene alimentada las 24 horas y ella distribuye sus feromonas por toda la colonia como señal para el resto de las abejas de que goza de buena salud (Tennat et al., 2016).

Respecto a las tareas, la abeja reina no hace mucho dentro de la colmena, de hecho, hacen poco más que poner huevos, pero es un punto crítico ya que su habilidad para poner

huevos determina el éxito de las colmenas actuales y futuras Phillips, 2017). La colonia hereda el temperamento por lo que una reina poco dócil producirá abejas poco dóciles (Tennat et al., 2016).

b. Abejas obreras

Las abejas obreras tienen la mayoría de los trabajos, están destinadas a desempeñar roles de limpieza, enfermeras, constructoras, etc (Tennat et al., 2016). Las obreras tienen tareas cotidianas que permiten que la colmena trabaje efectivamente, están constantemente inspeccionando la colmena, sin ellas, el resto de las castas no sobrevivirían (Phillips, 2017).

Una abeja obrera es genéticamente idéntica a la reina, sus cuerpos son diferentes por la alimentación de los primeros años de vida (Tennat et al., 2016). Las obreras pueden ser recolectoras o domésticas. Las abejas recolectoras buscan comida para la colmena, pasan toda su vida recolectando alimento, exploran dentro de un radio desde la colmena de 2 a 3 millas buscando y reuniendo polen, néctar, agua y propóleo para sus colonias. Por otro lado, las domésticas pasan casi las primeras 3 semanas de vida trabajando dentro de la colmena, ayudando a alimentar las nuevas larvas, tapando celdas, atendiendo a la abeja reina, participando en la producción de cera para la construcción de panales. (Phillips, 2017).

c. Abejas zánganos

Son considerablemente más grandes que las abejas obreras, los zánganos tardan más en emerger que el resto de los miembros de la colonia. El papel de los zánganos dentro de la colmena es el control de la temperatura, pueden temblar para generar calor o batir sus alas para ayudar a enfriar la colonia, carecen de aguijón por lo que no pueden defender la colmena. (Tennat et al., 2016). Adicional a esto, los drones tienen el trabajo esencial de aparearse con reinas vírgenes de otras colmenas (Phillips, 2017).

Tienen un tiempo de vida desde 6 semanas a 6 meses, el cual termina poco después de aparearse con la abeja reina. Para reducir las posibilidades de consanguinidad, los zánganos no se aparean con reinas de sus colonias madre, sino que aparecen en áreas de congregación de zánganos que están a 30 a 120 pies en el aire (Phillips, 2017)

C. Apicultura

La apicultura es una práctica tan antigua que los primeros datos de su práctica se registran alrededor de los años 970 AC, en Israel se encontró un apiario con colmenas cilíndricas que datan de esta época; aunque se registra que desde el año 800 AC, ya se consumía cera y miel de abeja. (Phillips, 2017)

Fue a partir del siglo XVI, se comenzaron a producir avances tecnológicos para mejorar los métodos de apicultura, hasta que en 1851 se dio la creación de la colmena y marcos móviles y se comenzó la investigación más exhaustiva acerca de la vida de las abejas, surgió la descripción de la abeja reina, zánganos y obreras hembras. (García, 2005)

1. Qué es la apicultura

La miel y el resto de los productos de la colmena son el resultado de las prácticas apícolas y del cuidado y mantenimiento de un polinizador de frutas y verduras por

excelencia: las abejas. Estas prácticas pretenden ser sostenibles, la apicultura no requiere mucha tierra ni altos costos iniciales, además, mantiene la biodiversidad y aumenta el rendimiento de los cultivos (Gratzer et al., 2021.)

2. Miel y apicultura en Guatemala

La apicultura en Guatemala ha sido practicada por pequeños productores como actividad secundaria; siendo fuente de empleo principalmente en la época de cosecha de la miel. La principal actividad de este sector son las exportaciones de miel y de subproductos de la colmena. Casi el 75% de esas exportaciones se dirigieron a la Unión Europea, específicamente a Alemania, España, Suiza, Holanda, Bélgica, Francia, Italia y el Reino Unido (MAGA, 2018) En Guatemala existen apicultores organizados en grupos cooperativos, la cosecha de miel en el país comienza en diciembre y termina en marzo, aunque los cambios climáticos han provocado fluctuaciones en los periodos de cosecha. (STDF, 2018)

Se estima que una población de 2,738 apicultores con más de 60,000 colmenas y 4,185 apiarios extendidos en 20 de los 22 departamentos del país. Un 65% de la población apícola se concentra en los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Petén y Quiché (MAGA, 2018).

A pesar de que el principal eje de la miel en Guatemala es la exportación, suelen ser exportaciones como materia prima industrial, desperdiciando la diferenciación del producto guatemalteco y provocando que la negociación de la miel se focalice en el volumen de producción, lo cual no es tan rentable debido a que en muchos sectores las prácticas apícolas no permiten altos volúmenes. Es por ello que, en el 2014 el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) hace la recomendación de consolidar a nivel regional algunas mieles diferenciadas para obtener un mejor precio por el producto final en los mercados minoristas.

Respecto a la inocuidad de la miel, los esfuerzos para incrementar el nivel de tecnificación de la producción apícola no han sido suficientes puesto que aún se tienen prácticas apícolas que exponen a los productos a contaminación (STDF, 2018).

La adulteración afecta al sector comercial de la miel, ya que al no ser puras o al estar hechas a base de jarabes de azúcar o mezclas de miel no pueden ser exportadas o vendidas con precios justos y competitivos. Un tipo de adulteración involuntaria hecho por parte del apicultor es el uso de sustitutos alimenticios como jarabe de azúcar y jugo de caña, teniendo consecuencias a la hora de comercializar (Solares, 2013)

3. Otros productos de la colmena

Por lo general se asocia a las abejas con la miel, no obstante, existen otros productos apícolas, entre ellos el polen, que es la semilla masculina de la flor recolectada por las abejas, el polen contiene vitaminas, aminoácidos, minerales y carbohidratos. La cera de abeja es una combinación de ésteres de ácidos grasos que da lugar a una cera comestible creada naturalmente por las abejas obreras para edificar el panal y sus celdas (Stevens, 2020), la cera suele ser usada para la elaboración de velas, productos para la piel e incluso como aditivos de alimentos (Phillips, 2017). También existe el propóleo usado por las abejas para sellar los huecos de las colmenas, es un tipo de resina pegajosa y en la

antigua Grecia se usaba este producto para la trata de infecciones y abscesos, también es usada para prevenir agujeros o rajaduras en las colmenas de madera. (Stevens, 2020),

La miel y el resto de los productos de la colmena son el resultado de las prácticas apícolas y del cuidado y mantenimiento de un polinizador de frutas y verduras por excelencia: las abejas. Estas prácticas pretender ser sostenibles, la apicultura no requiere mucha tierra ni altos costos iniciales, además, mantiene la biodiversidad y aumenta el rendimiento de los cultivos (Gratzer et al., 2021.)

D. Composición de la miel y su efecto en características organolépticas

Las características organolépticas de cada miel son resultado de la combinación de factores como la apibotánica disponible, especie de abejas, climas e incluso la maduración de la miel y del metabolismo de las abejas. Los compuestos volátiles responsables de los aromas se derivan de las flores de las que las abejas extraen el néctar y se pueden dar por múltiples vías biológicas.

Se ha observado en mieles de flores de canola la presencia de (E)- β -damasenona resulta en un aroma similar al de la manzana cocida, los compuestos 4-alil-2-metoxifenol y 2-metoxi-4-vinilfenol repercuten en aromas a clavo; se evidenció que diversos compuestos contribuyen al aroma floral, por ejemplo, el fenilacetaldehído, 2-feniletanol y el ácido 3-fenilpropanoico y se mostraron compuestos aromáticos que le otorgaban a la miel aromas poco convencionales, como el aroma a palomitas de maíz resultado del 2-acetil-1-pirrolina o el trisulfuro de dimetilo que otorgó aromas a repollo. (Ruisinger & Schieberle, 2012).

E. Análisis sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina científica para evaluar las propiedades organolépticas a través de los sentidos del ser humano, dicha evaluación permite la clasificación de alimentos de consumo ya sea de materias primas o de productos terminados (Manfugás, 2020). El conjunto de técnicas estandarizadas hace del análisis sensorial una evaluación científica que evite la subjetividad de los resultados. (Galy, 2019)

Las bases del análisis sensorial se han desarrollado desde la antigüedad, cuando se discernía entre lo agradable, lo desagradable y evaluando que se puede consumir y qué no en base a las características organolépticas. (Meiglaard, 2006). El análisis sensorial, especialmente los últimos años, se ha vuelto clave en los procesos de desarrollo de producto al reducir la brecha entre lo que el consumidor espera y lo que el producto puede ofrecer desde un punto de vista sensorial, aunque los resultados de los análisis sensoriales también pueden proporcionar información valiosa sobre la calidad y características que pueden usarse para la comprensión del consumidor y perfiles de sabores aromas (Yu et al., 2018)

1. El ser humano como instrumento

Si bien es cierto, los métodos de evaluación con equipos suelen ser más precisos y exactos, al fin y al cabo, son los humanos quienes perciben y consumen los productos

alimenticios puesto que es con personas reales que deben llevarse a cabo los análisis sensoriales, aun cuando parezca que nuestros sentidos están en desventaja. Algo a tomar en cuenta cuando se usa al humano como herramienta en los análisis sensoriales es que la memoria sensorial permite reconocer únicamente estímulos que ya se hayan identificado previamente y es en ellos en los que se apoyan para la identificación posterior de atributos (Galy, 2019)

Al utilizar humanos como el instrumento de análisis principal, se necesita de condiciones controladas para minimizar el sesgo a fin de generar dichos datos. (Marques et al, 2022)

2. Los 5 sentidos

Los sentidos son las herramientas con las que se lleva a cabo el análisis sensorial, como es evidente, el olfato y gusto son los principales sentidos en este ámbito. Sin embargo, el resto de los sentidos también pueden tener una participación, por ejemplo, el oído puede ser usado para anticipar las características de densidad y gasificación en bebidas y el tacto participa en la evaluación del aspecto exterior y en la percepción de texturas bucales. (Galy. 2019)

La vista permite el prejuicio del aspecto exterior del producto. (Galy, 2019) Es con el sentido de la vista que se evalúa el aspecto general y aspectos generales de apariencia como el color, el tamaño, la forma, la textura superficial, la claridad u opacidad e incluso en bebidas se puede percibir la carbonatación mediante la observación de la efervescencia.

3. Análisis descriptivo

Estas pruebas se basan en describir las propiedades sensoriales, incluyendo qué se percibe y cuánto se percibe. Se trata de la identificación de cada combinación de aromas y sabores en la vía retronasal. En este tipo de pruebas, mientras más avanzado sea el entrenamiento, con mayor certeza se podrán identificar los atributos y se agiliza el proceso mental estímulo-identificación. (Galy, 2019).

Dado que el análisis descriptivo permite obtener datos sensoriales objetivos, completos e informativos, actúa como una fuente versátil de información del producto en entornos industriales, gubernamentales y de investigación. El análisis descriptivo se aplicó por primera vez a alimentos y bebidas, pero ahora se aplica a una amplia gama de productos, incluidos el hogar, el cuidado personal, los automóviles, los olores ambientales, las plantas, etc. (Kemp et al., 2018)

El análisis descriptivo implica que todos los panelistas detecten y describan cualitativa y cuantitativamente un producto, estos panelistas deben ser entrenados previamente. Es posible realizar análisis descriptivos con paneles pequeños (5 – 10 participantes) los cuales se usan comúnmente para análisis de vida útil o bien, paneles más grandes para la caracterización de productos como la cerveza para los cuales las pequeñas diferencias son significativamente importantes. (Meilgaard, et al, 2015)

La cantidad de panelistas y de tiempo invertido en los análisis descriptivos, dependen del método utilizado. Aunque existe una variedad de métodos, en términos generales, los métodos de análisis descriptivo hacen referencia a aquellos que se usan algún

procedimiento para determinar las características sensoriales, la intensidad de las características sensoriales o ambos (Kemp et al., 2018). Sin importar la cantidad de panelistas, se debe tomar en cuenta que las pruebas de análisis descriptivo son exigentes y requieren panelistas capacitados para proporcionar la reproducibilidad de los resultados (Marques et al., 2022)

a. QDA

Uno de métodos tradicionales del análisis descriptivo, que se basa en el perfilamiento de productos es el QDA (quantitative descriptive análisis); en dicho método se seleccionan y entrenan panelistas con buenas habilidades sensoriales a lo largo de 6 meses de manera que los resultados sean consistentes dentro de ellos mismos y con otros evaluadores para producir datos que hayan sido validados como aceptables (Kemp et al., 2018).

A pesar de que es uno de los más usados, ya que ha evidenciado arrojar información detallada del producto y resultados consistentes, esta metodología presenta algunas desventajas, como la necesidad de un entrenamiento sensorial de alta intensidad para proporcionar análisis objetivos de los productos probados (Liu et al., 2018)

b. FCP: Free Choice Profiling

El método de FCP ha demostrado similitudes con respecto al análisis descriptivo convencional (QDA) aun cuando se realizan con un pequeño número de panelistas (entre 10 y 14). La metodología FCP se basa en la libre elección de descriptores por parte del panelista, lo que da como resultado un vocabulario inusual que puede ser tan pequeño como sea necesario para describir las percepciones sensoriales (Silva et al., 2020).

FCP, los evaluadores están expuestos a muchas muestras de prueba cuando obtienen diferencias antes de la fase de medición, mientras que algunas técnicas de clasificación libre no proporcionan familiarización con la técnica o las muestras (Kemp et al., 2018).

Se le pide a cada evaluador que use sus propios atributos. Estos atributos pueden ser generados por el evaluador o seleccionados de una lista predefinida y los evaluadores pueden usar tantos o tan pocos términos como necesiten describir las características sensoriales de los productos a juzgar (Kemp et al., 2018).

c. Flash profile (FP)

Es un método desarrollado como una variante de FCP, es una combinación de selección de términos de libre elección con un método de clasificación basada en la presentación simultánea de todo el conjunto de productos. Este método no impone un vocabulario común, con este método, a los evaluadores no se les pide que califiquen las muestras, sino que clasifiquen las muestras para cada producto (Liu et al., 2018)

d. CATA

CATA es un método que ha ganado popularidad debido a su simple formato, poco requerimiento de esfuerzo cognitivo y la obtención rápida de resultados. En la metodología

CATA, los consumidores se enfrentan a una lista de términos sensoriales para seleccionar los que se considere que apliquen a la muestra de manera fácil e intuitiva. (Marques et al, 2022)

Una ventaja prominente CATA es que las preguntas no influyen en las respuestas hedónicas de los consumidores. Por otro lado, la aplicación del método requiere de un gran número de participantes para garantiza la validez general y minimizar las inconsistencias de mediciones debido a la falta de entrenamiento sensorial (Silva et al., 2020)

e. FCD

El FCD generalmente se usa en combinación con CATA y es un método que se puede utilizar para generar listas de descriptores personales o grupales. Las muestras son evaluadas una a la vez y se construye un vocabulario personal de descriptores a medida que se perciben nuevas características, lo que implica que en la primera muestra se generen muchos descriptores y en las siguientes muestras cada vez menos. Una de las principales ventajas del FCD es su ausencia total de restricciones, lo que permite utilizar plenamente las percepciones y el lenguaje de los evaluadores individuales, esto a permitido el surgimiento e identificación de atributos que antes no se habían usado (Kemp et al., 2018).

Las preguntas abiertas o comentarios libres también son un tipo de FCD; se les da a los panelistas libertad para enumerar cualquier cantidad de descriptores o asociaciones que creen que se aplica o describe al producto. Se utiliza principalmente en las primeras etapas de las técnicas descriptivas con paneles entrenados para ayudarlos a obtener atributos sensoriales y formar un léxico (Kemp et al., 2018).

4. Métodos consensuados

Consenso se refiere a la toma conjunta de decisiones por parte de un grupo, los métodos de consenso en el análisis sensorial descriptivo son aquellos que usan algún procedimiento o metodología para determinar las características sensoriales, las intensidades o ambas de un producto y generar un consenso. En esencia, un grupo debe llegar a una decisión grupal sobre los atributos; estos métodos difieren del análisis descriptivo convencional ya que permiten a las personas usar cualquier palabra para determinar posibles similitudes en el significado (Kemp et al., 2018).

Para los métodos consensuados, se debería crear un grupo de trabajo y desarrollar opiniones hasta que se llegue a un consenso de opinión tanto de los términos y definiciones como en el método de evaluación. Los miembros son un elemento crucial para garantizar el éxito del trabajo, se deben involucrar personas que tengan algo que decir e idealmente si son expertos o están familiarizados en el ámbito sensorial. Se necesitan varias reuniones hasta de 3 horas de duración y semanales durante 6-12 meses dependiendo de la complejidad del producto y número de personas involucradas (Elortondo et al., 2007)

Los métodos consensuados usan un número reducido de evaluadores, esto debido al proceso de debate que estos métodos conllevan y consenso intrínseco a estos métodos. Este tipo de métodos pueden ser “todo incluido” es decir, que se usan para determinar tanto los atributos como la intensidad, o bien, pueden ser individualizados donde los panelistas solo determinan los atributos por consenso o solo se determina la intensidad de los atributos por consenso (Kemp et al., 2018).

La clave del concepto de los métodos consensuados es que el panel debe estar capacitado para utilizar el enfoque de consenso como una forma de llegar a un acuerdo en lugar de simplemente información individual "promedio". Dicho esto, se espera que sean alrededor de 4-6 panelistas, con extensos entrenamientos, chequeo constante del desempeño del grupo y si aplica escalas de medición de 1-15 (Kemp et al., 2018).

5. Otros métodos de análisis sensorial

Adicional al análisis descriptivo también existen pruebas discriminativas que se aplican. Este tipo de análisis se puede implementar cuando se han reemplazado ingredientes, se cuenta con nuevos proveedores o por ejemplo cuando se ha implementado nuevo equipo y se tienen diferentes variaciones durante la producción (Marques et al., 2022).

También existen pruebas hedónicas las cuales pueden ser de preferencia o aceptabilidad, las de aceptabilidad sirven para identificar las características de un solo producto y evaluar la aceptabilidad de aspecto, color, aroma, sabor y textura (Galy, 2019). Mientras que las de preferencia se aplican cuando se desea comparar productos y/o atributos para saber cuáles serían la elección primaria del consumidor basado en preferencia. Algunas de las preguntas que se hacen en las pruebas de aceptación son “que combinación de atributos se prefiere o que muestra prefiere o que muestra le gusta más” (Meilgaard, 2006)

6. Léxico sensorial

Un léxico sensorial es un vocabulario estandarizado que describe de manera objetiva las propiedades sensoriales de productos de consumo, si un léxico es desarrollado bajo principios científicos, se puede usar por múltiples paneles sensoriales y arrojar resultados confiables de descripción de productos (Lawless & Civille, 2013). Los léxicos son importantes para el análisis sensorial ya que facilitan la comunicación efectiva sin importar las características sensoriales de los productos y las audiencias a las que se les presente (Suwonsichon, 2019) Los aromas, sabores y texturas que se manifiestan en las muestras, son las bases de un léxico.

Un aspecto fundamental en el desarrollo del léxico es la elección de los panelistas, ya que son ellos quienes se desenvuelven el papel esencial de la homogeneización de la comunicación y descripción sensorial del producto a través del desarrollo del léxico sensorial (Marques et al., 2022). Otro aspecto esencial es que no sea redundante, es decir, que los términos elegidos no se usen para describir un mismo atributo o que un término incluya varios atributos que no aplican, la redundancia se puede evitar asegurando que el léxico sea descriptivo y discriminatorio (Drake y Civille, 2002). La parte descriptiva en un léxico se afina haciendo las definiciones de los atributos

El desarrollo de un buen vocabulario o léxico sensorial implica partir de un amplio conjunto de muestras o referencias que sean representativas y exhiban la potencial variabilidad dentro del producto. Las referencias pueden ser cualitativas, cuantitativas o ambas, sin embargo, a la hora de hacer léxicos, las referencias cualitativas son críticas para cada termino ya que permiten a los panelistas asociar el termino con el concepto y acortar

el tiempo del panel, mientras que las cuantitativas o de intensidad generalmente no se proveen para cada atributo (Drake y Civille, 2002).

Una manera visual de representar visualmente un léxico completo de un producto organizado en jerarquías son las ruedas sensoriales. La organización de las ruedas sensoriales es un proceso puramente cualitativo, generalmente una vez generados los términos, el panel se reúne y se discuten las similitudes entre un grupo de atributos, se colocan los atributos similares en la misma categoría, posteriormente, las categorías similares se agrupan cerca una de las otras hasta crear un gráfico en forma de dona. (Lawless & Civille, 2013). En las figuras 2 y 3 se muestra una rueda sensorial de mieles.

A pesar de que no existe un solo método estandarizado para desarrollar léxicos sensoriales, todos los métodos comparten una estructura básica común, que implica la selección de los miembros del panel, la generación de términos descriptivos, la formación de conceptos, la prueba de cumplimiento del panel y la evaluación del producto. (Kemp et al., 2018).

Se pueden validar los léxicos sensoriales usando términos para comparar de dos a cuatro productos en la categoría y determinar si el léxico permite que el panel describa y diferencie las propiedades sensoriales, los léxicos necesitan de estadística que avalen los descriptores desarrollados.

Un ejemplo de validación fue el léxico para almendras desarrollado en el que se reevaluaron 6 muestras de almendras de las 15 evaluadas y la reevaluación mostró que el panel podía diferenciar las muestras usando el léxico desarrollado.

También se pueden hacer validaciones mediante paneles, como lo hicieron Pérez-Cacho et al. (2008) con un léxico para jugos de naranja donde la validación se hizo a través de la comparación de dos paneles sensoriales separados usando un léxico.

7. Análisis estadístico de pruebas sensoriales

Para que el análisis sensorial sea objetivo y se puedan tomar decisiones argumentadas, se apoyan de métodos estadísticos que permitan disminuir la ambigüedad y obtener resultados numéricos. Cada evaluación sensorial puede ser acompañada de una o más pruebas estadísticas según lo que se desea analizar y obtener.

El análisis estadístico de FCP se puede realizar mediante el análisis de componentes principales (PCA) (Liu et al., 2018) En metodologías donde se usan comentarios libres, como el FCD, se suele llevar a cabo el análisis de frecuencia mediante el chi-cuadrado, chi-cuadrado por celda, CA y análisis multifactorial. Los léxicos derivados de FCD se evalúan con el análisis Procrustes generalizado (GPA) el cual sirve para comprender como los descriptores elegidos libremente se asocian y distinguen entre productos (Kemp et al., 2018). El FCD forma parte de los métodos consensuados, y la mayoría de estos usan métodos estadísticos multivariados.

Para los de léxicos se usan por lo general análisis estadísticos de frecuencia. En el léxico de jugos de naranja hecho por Pérez-Cacho et al. (2008) se usó media geométrica para mantener atributos que se mencionan con poca frecuencia, pero son importantes, luego se usó PCA para seleccionar los atributos. De igual manera, en un léxico de mieles se usó

PCA como el análisis estadístico para cada una de las categorías de atributos (aroma, sabor, sensaciones del trigémino y textura)

F. Análisis sensorial de miel

1. Análisis descriptivo de miel

Debido a que la miel es un producto con características sensoriales no tan obvias de diferenciar, la mayoría de los estudios de análisis sensorial de mieles requieren de expertos o bien de un panel entrenado.

Un estudio acerca de la caracterización sensorial de mieles de Eslovenia analizó alrededor de 205 muestras de mieles provenientes de abeto, del fruto castaña, de tilo, de acacia y mieles multiflorales, las cuales fueron analizadas por 5 expertos en el análisis sensorial de mieles, cada uno de los expertos llevaron a cabo análisis descriptivo de la apariencia (color y claridad), aromas y sabores de las muestras (Bertoncelj et al., 2011). Los resultados arrojaron más de 20 descriptores de aromas diferentes, siendo las mieles de acaica las que presentaron una gama más amplia de aromas, respecto al aspecto, se obtuvieron más de 5 colores diferentes y 3 niveles de claridad los cuales se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Descriptores sensoriales de mieles provenientes de Eslovenia

Propiedad sensorial	Descriptores obtenidos	
Aroma	Cera de abeja, flores de acacia, floral (rosas, violetas), frutal (manzana, pera), vainilla, dulces de cema, mantequilla, paja, hoja arrugada, fresco, tilo, mentol, cáscara de limón, medicinal, químico, pungente, flor de castañana, resinoso, leche en polvo, brandy, sirope, abeto, bombones de hierbas, pradeño, azúcar, madera, caramelo, melaza, humo, humus, jengibre	
Apariencia	Color	Casi incoloro, amarillo pálido, marfil, con tinte amarillo o verde, ámbar, con tintes rojo, marrón grisáceo, con tinte verde, ámbar oscuro, con tinte rojo o verde
	Claridad	Siempre transparente, modoso, no siempre transparente

Fuente: elaboración propia a partir de (Bertoncelj et al., 2011)

Otro análisis descriptivo de mieles españolas entreno a un panel con 25 muestras de mieles artesanales y 22 muestras de mieles comerciales, y finalmente se evaluaron 55 muestras de mieles artesanales de Madrid (González et al., 2010). En este estudio se evaluaron sensorialmente las mieles con 8 familias de atributos, cada familia con un conjunto de subfamilias, dichos descriptores se muestran a continuación en el Cuadro 2.

Las muestras de mieles se clasificaron como florales, mezclas y mielada; aunque también se hizo una clasificación según su origen botánico, y para las dos clasificaciones se llevó a cabo un análisis de diferencia de medias para determinar si había o no diferencia significativa en los atributos evaluados y entre los grupos de mieles estudiadas (González et al., 2010).

Cuadro 2: Atributos de aroma usados para la evaluación sensorial de mieles españolas

Familia de atributos	Subfamilia
Afrutado	Fresco, denso/pesado, ácido, fruta, dulce.
Floral	Suave, pesado/denso.
Cálido	Ligero, caramelizado, láctico, tostado.
Aromático	Picante, madrea, resina, mentolado.
Vegetal	Verde, seco
Animal	Proteína, transpiración, fecal.
Descompuesto	Rancio, sulfuro, mohoso, amoniaco.
Químico	Pungente, reactivo.

Fuente: elaboración propia a partir de (González et al., 2010)

Tanto en el estudio de mieles españolas como en el de mieles de Eslovenia se evaluó el sabor de la miel con escalas de intensidad. En el estudio realizado por Bertoneclj et al. (2011) se evaluó la intensidad del sabor dulce, ácido y amargo; se mostró que la mayoría de las mieles carecían del sabor amargo o su manifestación fue muy débil. La investigación de mieles españolas realizada por González et al. (2010) se evaluaron los mismos sabores (ácido, dulce y amargo) usando diferentes escalas, para el sabor dulce se usaron 3 puntos escalares: ausencia de dulzor, dulce y extremadamente dulce, para evaluar la percepción de amargo se usaron 4 puntos: ausencia de amargo, ligeramente amargo, amargo y muy amargo y finalmente para la evaluación del sabor ácido se usaron 5 puntos: ausencia de ácido, ligeramente ácido, ácido, moderadamente ácido y muy ácido.

Se han realizado análisis más simples con menos muestras y menos panelistas, por ejemplo, un estudio realizado por Ghorab et al., (2021) realizó una caracterización sensorial de mieles de Argelia evaluando los atributos con una escala de 1 a 10 usando un panel de

8 personas previamente seleccionados para analizar 30 muestras de miel. Se realizó la evaluación de la consistencia, color, aroma, sabor y atributos terciarios usando los descriptores presentados en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Descriptores usados para la evaluación de mieles de Argelia

Propiedad sensorial	Descriptores
Estado	Líquido, cristalizado
Color	Blanco, dorado, naranja, café
Aroma	Vegetal, floral, animal, químico, afrutado, degradado
Sabor	Dulce, salado, ácido, amargo
Atributos terciarios	Astringencia, picante

Fuente: elaboración propia a partir de (Ghorab et al., 2010)

En una revisión de los métodos para el análisis sensorial de la miel, los autores proponen calificar los atributos de aroma y sabor con una escala cuantitativa de 4 puntos: ausencia, presencia débil, presencia media y presencia fuerte para cada atributo. También se plantea la evaluación de la persistencia, que se refiere a la duración de las sensaciones aromáticas tras la deglución de acuerdo con la escala de: ausencia, corto, medio y largo; donde una persistencia corta es de 30 segundos o menos mientras que una larga es mayor a 5 minutos. (Marcazzan et al., 2018)

El estudio de mieles españolas también evalúa la persistencia de los atributos aromáticos, la persistencia es considerada como “muy persistente” si prevalece el atributo por al menos 3 minutos (González et al., 2010).

2. Léxicos de miel

Un léxico de mieles españolas fue desarrollado usando mieles líquidas y cristalizadas, usando 5 muestras de mieles multiflorales usando 32 panelistas estudiantes universitarios. El vocabulario preliminar tenía alrededor de 100 términos, y aproximadamente 15 atributos finales los cuales se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Léxico de mieles españolas desarrollado por Galán-Soldevilla et al., (2005)

	Atributo sensorial de primer nivel jerárquico	Atributo sensorial de segundo nivel jerárquico	Descripción del atributo sensorial
AROMAS	Floral	Ácido	Aroma asociado a frutas cítricas (limón)
		Frutas maduras	Aroma asociado a las frutas maduras
		Frutas secas	Aroma asociado a las frutas secas (maní, avellana, nueces)
	Vegetal	Gramma verde	Aroma asociado con jardín, hojas y notas verdes
		Madera/cera/resina	Aroma asociado con pino, muebles nuevos, resina, cera, serrín.
	Tostado	Quemado/ahumado	Percepción de cualquier tipo de humo
		Caramelos/dulce/azúcar	Combinación de aromáticos dulces producidos luego del cocinar o tostar comida
	Animal	Cuero	Aroma asociado a la ropa de cuero
		Establo	Aroma asociado a los establos

	Otros	Fermentación	Aroma asociado a la cerveza
SABORES BÁSICOS	Dulce		Sensación producida por la solución acuosa de sacarosa o fructosa
	Ácido		Sensación producida por la solución acuosa de ácido cítrico, tartárico etc.
	Amargo		Sensación producida por la solución acuosa de quinina o cafeína
	Persistencia		Sensación de sabor similar a la que se percibía mientras el producto estaba en la boca
	Resabio/ <i>aftertaste</i>		Sensación gustativa similar a la que se produce tras la eliminación del producto que difiere de las sensaciones percibidas mientras el producto estaba en la boca
	Viscosidad		Atributo de textura relacionado a la resistencia de fluir

TEXTURA	Gomosidad	Atributo de textura relacionada a la cohesión de un producto tierno
	Granularidad	Atributo geométrico de textura relacionado con la percepción de partículas cristalinas en miel
SENSACIONES DEL TRIGÉMINO	Astringencia	Atributo organoléptico de la sustancia pura o mezclas que produce sensación astringente
	Enfriamiento	Sensación de frescura en la cavidad bucal (como la que produce el aceite de eucalipto)
	Picante	Sensación de calor en la cavidad bucal (como lo produce la pimienta)

Fuente: elaboración propia a partir de Galán-Soldevilla et al., (2005)

También existen léxicos de miel representados de manera visual como en ruedas sensoriales, como lo es el léxico descrito por Marchese y Flottum, (2013) el cual se muestra en la Figura 2 nótese que ambos léxicos mencionados muestran algunos términos iguales pero la descripción es diferente, lo que implica que en realidad el concepto es distinto. Por ejemplo, el término maní es un atributo perteneciente a la familia de “cálido” en el léxico de Marchese y Flottum, (2013) mientras que en el de Galán-Soldevilla et al., (2005) es parte de los frutos secos.

G. Propiedades sensoriales y físicas de la miel

1. Sabor y aromas

La dulzura es el sabor más común asociado con la miel, pero algunas tienen un sabor más dulce que otras. La dulzura de una miel depende de la composición de sus azúcares y de la fuente del néctar. Las mieles con porciones más altas de glucosa a fructosa tienden a tener un sabor más dulce. (Marchese y Flottum, 2013).

Como factor de calidad, la miel debe ser libre de sabores como tierra, plaguicidas o agroquímicos y libre de aromas similares al vino que se asocia a un proceso de fermentación (Avila, 2018). Otros defectos de calidad perceptibles por los aromas son los aromas a quemado, cera vieja, demasiado ahumado o sabores metálicos posiblemente provenientes de equipos metálicos (Blackiston, 2020)

2. Color

El color en la miel es una huella del origen botánico, el color se atribuye a los pigmentos del néctar de la fuente floral donde se haya extraído la miel, aunque el color es un resultado natural de la floración y el néctar, existen dos factores importantes que pueden influenciar el color y que el ser humano puede controlar, uno de ellos es la calidad del panal donde se deposita la miel y el otro es el tiempo que se deje la miel en el panal previo a la cosecha (García, 2005).

Es importante destacar que la coloración oscura o clara no implica deficiencia de calidad ni mejor calidad. Sin embargo, se conoce que entre más oscura la miel, tiene mayores concentraciones de minerales como fosfato de calcio y hierro; mientras que las mieles de tonalidades más claras son ricas en vitamina A. El color permite complementar factores de calidad como la concentración de minerales, polifenoles, HMF y actividad diastática. (Avila, 2018). Adicional al contenido de micronutrientes, se estima que entre más oscura sea la miel, mejor serán sus cualidades antibacterianas. (Blackiston, 2020).

Una manera relativamente objetiva de medir el color de la miel es mediante la escala de Pfund. Por lo general, las mieles comercializadas cuyo análisis de color es necesario hacer, se suelen evaluar según la escala de Pfund, que es capaz de dar la intensidad de color de la miel en la escala ámbar, sin embargo, a veces es difícil de manejar ya que se usa un colorímetro Pfund, el cual se basa en la comparación visual de una muestra de miel con un estándar de color. Aunque se suele hacer con un instrumento diseñado para esta tarea, en ausencia del colorímetro Pfund, los valores se pueden determinar con analistas de color entrenados (Bodor et al., 2021).

Desde un punto de vista sensorial, el color de la miel puede ser evaluado mediante la observación (Bertoncelj et al., 2011). La mayor diferencia está en la intensidad del color que puede variar desde muy claro (palidez) hasta muy oscuro, Marcazzan et al., (2018) proponen una escala con los siguientes puntos para evaluar el color: muy claro, claro, medio, oscuro y muy oscuro. En la Figura 4 se muestran

siete colores de miel utilizando el sistema Pfund y algunos tipos de mieles que corresponden a esos colores según la propuesta de Marchese y Flottum (2013).

Figura 4: Espectro de colores de miel según la escala Pfund



(Marchese y Flottum 2013)

3. Consistencia

En términos generales, la miel en estado líquido suele ser muy viscosa, aunque la viscosidad depende de la composición química, contenido de agua y temperatura. (Ávila, 2018). Las mieles con mayor contenido de glucosa solidificarán más rápido mientras que una miel con bajos contenidos de glucosa, puede permanecer líquida por varios años. (García, 2005)

Debido a que el consumidor prefiere una miel en estado líquido y no cristalizada, muchas veces los productores someten el producto a un proceso de pasteurización de shock de calor (entre 65°C a 75°C) para destruir los cristales de glucosa producidos. Lamentablemente, el proceso térmico es contraproducente con la calidad de la miel, ya que el calor, destruye las enzimas y vitaminas además de alterar el sabor y oscurecer la miel. (García, 2005)

H. Control de calidad de la miel

La proporción de azúcares y agua en la miel es un factor importante para determinar la calidad (Blackiston, 2020.), aunque no es el único factor determinante de la calidad de la miel; la USDA tiene tres categorías de miel: A, B y C, la clasificación de la miel se hace mediante cálculos que despliegan puntajes respecto al contenido de agua, ausencia de

defectos como burbujas, partículas o sedimentos en el producto, sabor y aroma y claridad, es decir que tan transparente es. (Phillips, 2017.)

Existen criterios de calidad relacionados a la composición de la miel, por ejemplo, García (2018) establece que la concentración total de fructosa y glucosa no debe ser menor al 60% (p/p) y la concentración de sacarosa no debe exceder el 5% (p/p). También se ha observado la calidad de la miel en el contenido de humedad y de sólidos insolubles en agua, los cuales se estiman deben ser menor al <20% y <0.5% (p/p) respectivamente (Fakhlai et al., 2020)

Además de la USDA, otras entidades de diferentes países han establecido normas para la medición de criterios de calidad. En Ecuador, el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) establece parámetros de calidad para la miel de abeja, los cuales se presentan a continuación

Cuadro 5: Requisitos fisicoquímicos de la miel según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

REQUISITOS	UNIDADES	CLASE I		CLASE II		MÉTODOS DE ENSAYO
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Densidad relativa a 27°C		1,39	-	1,37	-	INEN 1632
Azúcares reductores totales	% en masa	65	-	60	-	INEN 1633
Sacarosa	% en masa	-	5	-	7	INEN 1633
Relación fructosa glucosa	-	1,0	-	1,0	-	INEN 1633
Humedad	% en masa	-	20	-	23	INEN 1632
Acidez	meq/1000g	-	40	-	40	INEN 1634
Sólidos insolubles	% en masa	-	0,2	-	0,5	INEN 1635
Cenizas	% en masa	-	0,5	-	0,5	INEN 1636
HMF*	mg/kg	-	40	-	40	INEN 1637
Número de diastasa**	-	8	-	7	-	INEN 1638
*En miel de abejas de cítricos se aceptará como máximo 15µg/kg						
**En miel de abeja de cítricos se aceptará como mínimo 3 unidades						

(Avila, 2018).

La norma técnica guatemalteca para miel de abeja (NTG 34097) establece valores similares a los descritos anteriormente, los cuales se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Requisitos fisicoquímicos de la miel según el COGUANOR

Parámetro	Límite mínimo permitido	Límite máximo permitido
Fructosa**	31%	45%
Glucosa**	23%	36%
Humedad	-	20%
Sacarosa en miel de flores	-	5%
Sacarosa en miel mielada y su mezcla con miel de flores	-	10%
Conductividad eléctrica en mieles de flores		0.8 mS/cm
Conductividad eléctrica en mieles mielada o mezclas	0.8 mS/cm	
Sólidos insoluble en agua	-	0.5%
Contenido de cenizas		1%
** En caso de la miel mielada y su mezcla con flores la suma de glucosa y fructosa debe ser al menos de 45%.		

Fuente: elaboración propia a partir de la NTG 34097 (COGUANOR, 2021)

I. Envasado y almacenaje

Un factor importante para mantener las características físicas y sensoriales de la miel es las condiciones de envasado y almacenaje, ya que las malas prácticas o condiciones precarias e inadecuadas pueden distorsionar las particularidades de la miel. Uno de los factores a tomar en cuenta es la temperatura, el sobrecalentamiento de la miel a largo plazo puede comprometer tanto los beneficios nutricionales (especialmente las vitaminas y minerales) como los sabores de la miel, e incluso se puede dar un oscurecimiento natural. (Blackiston, 2020)

La luz, la humedad y la temperatura elevada hacen que la miel pierda sus propiedades. La luz acelera la cristalización, y si se tiene más de 20% de humedad, se puede acelerar la fermentación. Al controlar estos parámetros, una miel sin pasteurizar envasada y almacenada, puede durar por un tiempo indefinido debido a su bajo contenido de agua y alta concentración de azúcares. (García, 2005)

Se recomienda que la miel sea envasada en recipientes que resistan la acción del producto y no alteres sus características, los encases deben permanecer limpios, con sellado

hermético que evite fugas (Avila, 2018). La Norma Técnica Guatemalteca de miel de abeja NTG 34097 establece que la miel debe ser cosechada, manipulada, envasada y almacenada en recipientes nuevos o reciclados de grado alimenticio. La higroscopicidad y la reacción con metales son características naturales de la miel que deben ser tomadas en cuenta a la hora de escoger los recipientes de envasado (COGUANOR, 2021).

J. Adulteración de la miel

Una de las principales preocupaciones en la producción de miel, es la autenticidad. La autenticidad de la miel puede ser revelada con la medición de parámetros fisicoquímicos (Avila, 2018).

La adulteración de las mieles afecta a los productores desde un punto de vista económico y a los consumidores en aspectos nutricionales, puesto que la competencia desleal provoca la fluctuación de precios incierto y debido a que comúnmente se practica la adulteración con adición de siropes u otros azúcares, estos ingredientes reducen la pureza y la calidad nutricional de la miel (Tosun, 2013)

K. Caracterización fisicoquímica

1. Sacarosa aparente

La sacarosa es un azúcar no reductor debido a que no posee ningún carbonilo libre y surge de la unión de la fructosa y la glucosa a través de un enlace glucosídico, los cuales son azúcares reductores que también están presentes en la miel (Solares, 2013). Dicho est, el contenido de sacarosa aparente viene dado por la diferencia del poder reductor de los azúcares antes y después de la inversión. El contenido de sacarosa aparente puede variar según la especie de la abeja, la abeja *Melipona beecheii* mostró producir una miel con menor cantidad de proteína y de sacarosa aparente que la *Apis mellifera*, esto posiblemente se debe a las necesidades nutricionales de las abejas (Mendieta, 2002)

2. Sólidos insolubles en agua

Se ha demostrado que este parámetro fisicoquímico se influye por la forma y prácticas durante la cosecha. La materia insoluble en agua incluye cera, polen, panal y partículas de escombros, es una característica usada como criterio de la limpieza de la miel, es decir que un alto contenido de sólidos insolubles sugiere una higiene pobre y condiciones durante la cosecha (Getu y Birhan, 2014).

3. Humedad

Es una de las características más importantes porque determina el grado de conservación, la humedad es un parámetro asociado con el grado de maduración de la miel en el momento de la cosecha y es crucial para el aseguramiento de la inocuidad de la miel ya que determina la capacidad de la miel para permanecer estable y resistir el deterioro por fermentación; cuando la cantidad de agua aumenta, se provoca la fermentación por levaduras osmófilas (sobrevivientes en altas presiones) (Avila, 2018).

Depende el grado de humedad la velocidad con la que se llevará a cabo la fermentación. La miel con menos de 17% de agua no fermentará durante un año, independientemente del grado de contaminación con levaduras. Un contenido de agua

mayor al 19 % podría provocar la fermentación de la miel aún con un recuento muy bajo de levaduras (Ferrer y Morales, 2005).

4. Minerales (cenizas)

El contenido de minerales depende del origen botánico y tiene una fuerte influencia en el sabor y la acidez. El contenido de minerales se evidencia cuando la miel se seca y se quema, queda un residuo de cenizas el cual es el contenido de minerales (Ferrer y Morales, 2005). El contenido de cenizas en la miel suele ser bajo y está influenciado por la composición química del néctar que varía según las diferentes fuentes botánicas involucradas en la formación de la miel, por lo que se dice que depende de la flora y suelo de donde se colecte el néctar. (Felsner et al., 2004)

5. Acidez libre

La acidez en las mieles surge de la presencia de ácidos orgánicos, especialmente ácido glucónico que se encuentra en equilibrio con las lactonas o ésteres internos y algunos iones inorgánicos como el ion fosfato y sulfato. En mieles del fruto castellana, se ha reportado una acidez de 13.3 meq/kg, en mieles multiflorales aproximadamente 3.5 meq/kg mientras que en flores de abeto se reporta una acidez de 30.9 meq/kg (Bertoncelj et al., 2011).

6. Hidroximetilfurfural (HMF)

A medida que la edad y el exceso de calor descomponen la fructosa, aumenta el hidroximetilfurfural (HMF), el cual se encuentra naturalmente en todas las mieles y el aumento de este reduce la calidad del producto. (Blackiston, 2020).

Tanto el HMF como la actividad distásica, evidencian los daños causados por el calentamiento. En mieles con DN inferior a 8 y superior o igual a 3, el HMF no debe ser superior a 15 mg/kg. Si DN es igual o superior a 8, el límite de HMF es de 60 mg/kg (Tosi et al., 2008).

7. Microbiología de la miel

A comparación del resto de productos de origen animal como los cárnicos o la leche, la carga microbiana en la miel es considerablemente baja debido a que su consistencia, baja actividad de agua (0.56 -0.62) y alto contenido de azúcar hace que sea un medio hostil para la proliferación de microorganismos (Ferrer y Morales, 2005), sin embargo, aún pueden habitar algunos como las levaduras que proceden del néctar y del intestino de las abejas en el cual también se pueden encontrar algunas bacterias (Barrios, 2015).

Es poco común encontrar bacterias entéricas en la miel, más bien se presentan levaduras acidófilas y levaduras glucolíticas que son capaces de alterar el alimento. Respecto a las levaduras, se ha reconocido a la miel como fuente de esporas de *Clostridium botulinum* e incluso se ha asociado a botulismo infantil. Un estudio de mieles brasileñas señaló que un 7% de las mieles estudiadas contenían esporas de *C. botulinum*. Por otro lado, la presencia de enterobacterias puede llegar a ser un indicio de contaminación fecal por condiciones precarias de extracción (Barrios, 2015).

Es importante destacar que no todos los microorganismos son indicio de malas prácticas o contaminación indeseada, existen microorganismos propios de la miel los

cuales por lo general pertenecen al género *Bacillus* en el caso de las bacterias, al género *Penicillium* y *Mucor* para los hongos y al género *Sacharomyces* para las levaduras. Los *Bacillus* se presentan en estado esporulado, aunque también pueden estar en estado vegetativo. (Ferrer y Morales, 2005)

8. Conductividad eléctrica

Se sabe que la conductividad eléctrica depende del contenido de minerales en la miel, y así mismo con el pH debido a que entre más minerales, más amortiguadores y por ende mayores valores de pH (Bertoncelj et al., 2011). Con anterioridad, autores han reportado que la conductividad eléctrica se relaciona con el contenido de polifenoles y color de la miel. Es una determinación ampliamente utilizada para discriminar entre mieles de mielada y mieles florales, también para identificar mieles monoflorales, debido a que es un método fácil, últimamente ha sustituido a la conductividad eléctrica. (Periago, 2017).

VI. METODOLOGÍA

A. Recolección de muestras

Con el fin de obtener mieles diferenciadas, se tomó como parámetro de diferenciación la apariencia de la miel, especialmente el color.

1. Se contactaron 13 apicultores a lo largo del territorio guatemalteco.
2. De cada apicultor se obtuvo 1 litro de la miel que producen, la cual se conservó en el envase que cada apicultor usa para la comercialización de su miel.
3. Se almacenaron las muestras en un lugar oscuro y a temperatura ambiente hasta el momento de la experimentación.

A continuación, se muestra el departamento de origen de las mieles usadas para este estudio:

Cuadro 7: Origen de las 13 mieles recolectadas y usadas para este estudio

Muestra	Departamento	Municipio
A	Quetzaltenango	Génova
B	Chiquimula	Concepción Las Minas
C	Santa Rosa	Chiquimulilla
D	Zacapa	La Unión
E	Petén	Poptún
F	Retalhuleu	Retalhuleu
G	Izabal	Río Dulce
H	Izabal	Río Dulce
I	Guatemala	Fraijanes
J	San Marcos	San Marcos
K	Guatemala	Palencia
L	San Marcos	San Pablo
M	San Marcos	La Blanca

B. Desarrollo de léxico

Fase I: Selección de panelistas

1. Realización de encuesta preselección
2. Convocatoria de posibles panelistas: Se realizó una convocatoria general, distribuyendo entre grupos universitarios, grupos de personas que se relacionen con miel, entre otros grupos de interesados.
3. Analizar datos y elegir prospectos: Se seleccionaron 85 personas que contaban con disposición para participar y no padecen afecciones médicas que intervengan con el estudio.
4. Test de detección básica
 - a. Se prepararon soluciones con estímulos de sabores básicos (dulce, salado, amargo y ácido) para determinar la agudeza de los candidatos. Las soluciones se realizaron con las siguientes concentraciones:

Cuadro 8: Concentraciones de las referencias de estímulos de sabores básicos

Sabor	Estímulos de referencia	Concentración (g/L)
Dulce	Solución de sacarosa en agua	20
Saldo	Solución de cloruro de sodio en agua	2.0
Ácido	Solución de ácido cítrico en agua	0.5
Amargo	Solución de cafeína en agua	1.0

(Meilgaard et al, 2007)

- b. Se presentó cada estímulo acompañado de dos blancos (agua) en un diseño de prueba triangular. La prueba estuvo acompañada de una hoja maestra para considerar aleatorización adecuada y los órdenes de presentación AAB, ABA, BAA, BBA, BAB, ABB. La hoja maestra boleta usada y boleta usada se muestran en las Figura 7 y 8 respectivamente.
- c. Se evaluó el desempeño individual de los participantes, por lo que no se hizo un análisis estadístico del set de datos completo que se recolectó durante el día de la prueba. Para ser seleccionado, cada persona debió ser capaz de identificar la muestra diferente, así como de identificar el sabor de cada prueba.

5. Matching test para detección de aromas:

a. Se presentaron muestras aromáticas en vasos de muestra con algodones infusionados y los posibles panelistas identificaron el aroma percibido. Durante la evaluación la luz amarilla se colocó en los cubículos de evaluación para disimular el color de los algodones infusionados. Los aromas y las referencias aromáticas por evaluar se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9: aromas a evaluar y sus respectivas referencias en el *matching test*.

Aroma	Referencia
Vainilla	Infusión en algodón con saborizante de vainilla
Floral	Infusión en algodón con aceite esencial de lavanda
Naranja	Infusión en algodón con saborizante a naranja
Orégano	Infusión en algodón con esencia de orégano
Mango	Infusión en algodón con saborizante a mango

b. Los participantes que obtuvieron un 80% de respuestas correctas fueron considerados para el panel (anexo 11). La boleta y hoja maestra para esta prueba se muestran en el anexo 9 y 10 respectivamente.

6. Prueba de escalas:

a. Se les presentó a los panelistas una hoja con las figuras de Meilgaard, (2006), cada panelista respondió qué porcentaje de la figura está sombreada. Los participantes que obtuvieron un 80% o más de respuestas correctas fueron considerados para el panel (anexo 11). La boleta para esta prueba se muestra en el anexo 10.

Fase II: Desarrollo de léxico

1. Los panelistas degustaron una variedad de mieles (comerciales, artesanales, etc) con características aromáticas de interés para que de esta forma se relacionen con el producto. Las muestras fueron seleccionadas cuidadosamente ya que deben demostrar la variabilidad de las características sensoriales, deben ser suficientemente diferente para abarcar el espacio sensorial de la miel (Kemp, 2018)
2. Los panelistas identificaron los atributos preliminares, posteriormente se aplicó FCD (*free choice description*) con preguntas abiertas para generar una lista con términos iniciales en tres categorías: aroma, consistencia, sabor y sensaciones del trigémino. FCD es una metodología en la que se evalúan muestras una a la vez y se desarrollan

- los términos, la idea es que en la primera muestra surjan tantos descriptores como sea posible, mientras que en la segunda aparecen los descriptores diferenciadores de la primera muestra y así sucesivamente. (Kemp, 2018)
3. Se eligió y presentó productos de referencias externas que puedan representar de manera singular cada término. Los panelistas evaluaron el grado de similitud entre la referencia y la nota que se percibe en los productos. La referencia final resultó ser aquella o aquellas con mayor parecido al descriptor encontrado en las mieles.
 4. Los panelistas brindaron una definición de los descriptores y llegaron a un consenso de la terminología. La definición de los descriptores fue un paso crucial para la elaboración de léxico debido a que no todas las palabras tienen el mismo significado en todos los países, especialmente si no comparten el mismo idioma (Drake y Civile, 2002). El objetivo de este paso fue llegar a una terminología de consenso/grupo que es entendido y aceptado por todos los miembros del panel. El éxito de este paso se midió con el cumplimiento de dos aspectos:
 - a. completitud de la terminología individual generada
 - b. capacidad del grupo para evaluar los términos y referencias individuales, y llegar a una terminología de consenso (Kemp, 2018)
 5. Se evaluaron los descriptores generados, se agruparon sinónimos y se eliminaron descriptores redundantes para generar la lista final. Cada descriptor es único, objetivo y fácil de entender.
 6. Se les presentó a los panelistas muestras de mieles con pequeñas variaciones o modificación (mieles adulteradas o infusionadas con especias o aceites esenciales) y un blanco que fue la misma miel comercial marca Sully ® sin adulterante. Para validar que los panelistas en realidad detectan e identifican las terminologías, se escogieron las referencias consideradas como más difíciles de detectar. En los anexos 12 y 13 se muestran la boleta y la hoja maestra para esta prueba. A continuación, se muestran con que se adulteraron la miel y que atributos se evaluaron. Los resultados se presentan en el anexo 14. Esta fase constó de 2 sesiones en las que se evaluaron 3 mieles adulteradas por sesión para un total de 6 referencias.

Cuadro 10: Adulterantes usados para la prueba de adulteración

Adulterante	Atributo emulado
Agua de panela (100 g/500mL)	Confíte
Sabor menta	Fresco
Aceite esencial de ciprés	Vegetal

Trozos de melocotón en almíbar triturados	Fruta tropical
Aceite esencial de naranja	Fruta cítrica
Cerveza IPA marca zapote (2 mL/30mL)	Fermento

- Una escala de 5 puntos de intensidad fue introducida a los panelistas, y se determinó la intensidad de cada una de las referencias presentadas, la escala fue practicada por 4 sesiones para que los panelistas se familiarizaran y aprendieran a usarla.
- Finalmente, los panelistas realizaron una evaluación de las intensidades de los descriptores generados en cada una de las mieles. La escala, boleta utilizada para esta prueba se muestran en los anexos 15.

Fase III: Validación de léxico

Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) en Rstudio

C. Caracterización fisicoquímica

Fase I: Análisis fisicoquímico

1. Análisis de color

Mediante espectrofotometría, se midió la absorbancia de cada miel a una longitud de onda de 560nm y se multiplicó por un factor de 3.15 para posteriormente ser comparado con el rango de resultados de muestra, relacionarlo con la escala Pfund y categorizarlo según la designación del estándar de color USDA la cual se muestra a continuación:

Cuadro 11: Parámetro para la designación del estándar de color de USDA

Designación de color según el estándar de color de USDA	Escala Pfund que categoriza el color de la miel	Rango de longitud de onda de las muestras
Blanco agua	≤ 8	0 – 0.094
Extra blanco	$> 8 \text{ y } \leq 17$	0.094 – 0.189
Blanco	$> 17 \text{ y } \leq 34$	0.189 – 0.378
Ámbar extra claro	$> 34 \text{ y } \leq 50$	0.378 – 0.595

Designación de color según el estándar de color de USDA	Escala Pfund que categoriza el color de la miel	Rango de longitud de onda de las muestras
Ámbar claro	$> 50 \text{ y } \leq 85$	0.595 – 1.389
Ámbar	$> 85 \text{ y } \leq 114$	1.389 – 3.008
Ámbar oscuro	> 114	> 3.008

A continuación, se muestra la designación de color de las 13 muestras de mieles evaluadas.

Cuadro 12: Designación de color las mieles estudiadas según el estándar de color USDA

Muestra	$A_{560} \times 3.150$	Color de la miel
A	0.356	Blanco
B	3.177	Ámbar oscuro
C	0.436	Ámbar extra claro
D	2.484	Ámbar
E	0.857	Ámbar claro
F	0.384	Ámbar extra claro
G	1.006	Ámbar claro
H	0.368	Blanco
I	0.685	Ámbar claro
J	1.076	Ámbar claro
K	0.819	Ámbar claro
L	0.993	Ámbar claro
M	1.744	Ámbar

2. Análisis descritos en la NTG 34097

a. Sólidos insolubles en agua

Se pesaron 20g de miel de con precisión al centésimo más próximo, y se disolvió en aproximadamente 50 mL de agua destilada a 80 ° C, se homogeneizó la dilución mediante agitación y se filtró la muestra a través de un papel filtro Whatman previamente pesados. Se realizaron lavados con agua caliente (a aproximadamente 80 ° C) y se colocaron en un horno por aproximadamente 9 horas a 85°C. Finalmente se llevó a temperatura ambiente el filtro manteniéndolo en un desecador con cloruro de sodio anhidro y se pesaron los filtros. Para expresar porcentaje en masa de acuerdo con la siguiente ecuación

$$S = \frac{m2 - m1}{m} * 100$$

S = Contenido de sólidos insolubles en agua, en porcentaje en masa.

m = Masa de la muestra, en gramos.

m1 = Masa del filtro vacío, en gramos.

m2 = Masa del filtro con el residuo, en gramos.

(INTE INEN 1635:1989)

b. Minerales (cenizas)

Los crisoles de cerámica fueron llevados a temperatura constante y pesados. Se pesaron 1.5g de cada miel en cada uno de los crisoles y se incineraron con una estufa hasta la ausencia de humeo. Posteriormente se colocaron los crisoles con las muestras incineradas en la mufla por 9 horas para posteriormente pesar cada crisol y obtener el porcentaje de cenizas con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{m2 - m}{m1 - m} * 100$$

C = Contenido de cenizas, en porcentaje en masa.

m = Masa del crisol vacío, en gramos.

m1 = Masa del crisol con muestra, en gramos.

m2 = Masa del crisol con el residuo, en gramos.

c. Acidez Libre

Se pesaron 10 gramos de cada muestra de miel los cuales fueron diluidas en 75 mL de agua destilada, se determinó el pH inicial y se realizó una titulación con una solución de 0.05 N de hidróxido de sodio hasta haber alcanzado un pH de 8,5. Posteriormente se añadió un exceso de 10 mL hidróxido de sodio 0,05 N y se tituló con ácido clorhídrico 0.05 N hasta alcanzar un pH de 8.3. Finalmente, la acidez total mEq se determinó con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Acidez libre} = (X\text{mL de NaOH } 05\text{ N} - \text{mL del blanco}) \times 50/\text{g de mx}$$

$$\text{Lactonas} = (10,00 - Y\text{mL de HCl } 0.5\text{ N}) \times 50/\text{g de muestra}$$

$$\text{Acidez total} = \text{Acidez libre} + \text{Lactonas}$$

(INEN 1634)

d. Hidroximetilfurfural (HMF): se siguió el método descrito en DIN (Instituto Alemán de Normas) 10751, Julio del 2006. HPLC Method Harmonized Methods of the European Honey Commission. 1997.

e. Mohos y Levaduras: De cada miel se pesaron 25g y se diluyeron en 250mL de agua destilada. Se realizaron siembras de 1mL en Petrifilm® para mohos y levadura los cuales fueron almacenados por 5 días a 32°C.

f. C. botulinum: Se pesó de 1-1.5g de miel y se inoculó en 15 mL del cultivo CookedMeat. Se realizó duplicado y se incubó por 3 días a 35°C. La ausencia de

La caracterización microbiológica de las mieles se encuentra a continuación:

Cuadro 13: Resultados microbiológicos

Muestra	Mohos y levaduras (UFC/g)	C. botulinum UFC/g
A	<10	Ausencia
B	80	Ausencia
C	<10	Ausencia
D	20	Ausencia
E	<10	Ausencia
F	<10	Ausencia
G	<10	Ausencia
H	<10	Ausencia
I	<10	Ausencia
J	<10	Ausencia
K	<10	Ausencia

Muestra	Mohos y levaduras (UFC/g)	C. botulinum UFC/g
L	<10	Ausencia
M	>250 (TMTC)	Ausencia

a. Conductividad eléctrica se siguió el método descrito en IRAM 15445, usando un medidor electroquímico avanzado marca Thermo Scientific Orion Versa Star

b. Perfil de azúcares: Se pesó una muestra de 3.9g de miel que fueron diluidas en 50mL de agua destilada de calidad HPLC y se realizó una cromatografía líquida para determinar el porcentaje peso/volumen de la sacarosa, fructosa y glucosa de cada miel. Se usó una columna Agilent Hi Plex H 300x7.8mm, 5um, la fase móvil fue la inyección de la cromatografía líquida fue a una velocidad de 0.6mL/mL.

Fase II: Análisis estadístico

Usando el paquete estadístico SPSS, se realizó una correlación bivariada de Pearson para evaluar si existía o no una relación entre las características fisicoquímicas y sensoriales, posteriormente mediante regresión lineal se analizó las características de las relaciones entre las variables que mostraron una correlación significativa en la matriz bivariada inicial.

VII. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

El objetivo principal de la investigación fue desarrollar un léxico sensorial de miel de abeja (*Apis mellifera*) producida en distintas regiones de Guatemala y relacionarlo con las características fisicoquímicas encontradas en dichas mieles. Para lograrlo, se recolectaron mieles producidas en el territorio guatemalteco usando como parámetro de diferenciación la apariencia, las mieles analizadas abarcaron casi toda la categorización de mieles de la USDA basada en la escala Pfund, incluso las mieles cuya categoría de color eran iguales, tenían características de transparencia y opacidad diferentes.

Luego de 22 sesiones de evaluación sensorial de mieles, se obtuvieron 11 atributos para describir mieles (Cuadro 14). Se tuvo una cantidad de sesiones considerable para el desarrollo de un léxico tomando en cuenta que se han desarrollado léxicos con 12 sesiones como fue el caso del léxico de quinoa cocida (Wu et al., 2017), o las 6 sesiones usadas para el desarrollo de léxico de leche UHT (Chapman et al., 2001), sin embargo, la miel que es un producto complejo de diferenciar sin entrenamientos previos. Dicho esto, el reducido número de atributos se puede deber a que el panel era muy joven y necesitó más preparación o entrenamiento previo al desarrollo del léxico (Kemp et al., 2018).

Cuadro 14: Atributos iniciales, definiciones y referencias utilizadas

Atributo de primer nivel jerárquico	Atributo de segundo nivel jerárquico	Definición	Referencias
Caramelo	<i>Caramelo</i>	Aroma típico del azúcar tostado	Azúcar caramelizada
Floral	<i>Rosas</i> <i>Azahar</i>	Aroma perfumado asociado con diferentes flores	Infusión en algodón de aceite esencial de pétalos de rosa y flor azahar
Plástico	<i>PVC suave</i> <i>Etilvinilacetato</i>	Aroma sintético derivado de los polímeros plásticos	Trozos de hule cristal (PVC suave) y de etilvinilacetato
Confite	<i>Vainilla</i>	Aroma dulce, perfumado y cremoso característico a la vainilla	Infusión en algodón de esencia de vainilla
	<i>Panela</i>	Aroma dulce, caramelizado, asociado a	Trozos de panela

		la concentración de jugos de caña de azúcar	
Quemado	<i>Tostado</i>	Producto cocinado a alta temperatura con calor seco, impresión aromática a nuez, fuerte, y ligeramente agrio	Almendras y semillas de sésamo tostadas al punto de quemado
	<i>Ahumado</i>	Percepción del aroma del humo, incluyendo carne ahumada y caja de cigarros.	Solución de sabor humo en concentración de 1 gota / 100 mL,
	<i>Melaza</i>	Aromático intenso asociado a la miel de caña caracterizado por fuertes notas de caramelo, quemado y amargo.	Melaza pura
Fruto seco	<i>Nuez</i>	Asociado al sésamo y almendras tostadas	Semillas de sésamo y almendras tostadas
	<i>Higo</i>	El aroma dulce, resinoso asociado con los higos.	Higo deshidratado
Fresco	<i>Desinfectante</i>	Aromático astringente, ligeramente ácido y fresco asociado a alcohol y químicos de limpieza	Infusión de desinfectante marca Lysol
	<i>Menta</i>	Aroma astringente característico a menta relacionado con la temperatura fría	Infusión de saborizante de menta en algodón
Vegetal	<i>Boscoso</i>	Asociado con la frescura, herboso y plantas frondosas	Infusión en algodón de aceite esencial de ciprés
	<i>Césped</i>	Aromático asociado a hierba recién cortada	Césped seco

Fruta cítrica	<i>Naranja</i>	El aromático cítrico, dulce, ligeramente agrio asociado con las naranjas, que puede incluir amargo, cáscara y notas astringentes.	Infusión en algodón de saborizante de naranja
	<i>Limón</i>	El aromático cítrico, agrio, astringente, ralladura de cáscara asociado con el limón	Infusión en algodón de saborizante de limón
Fruta tropical	<i>Piña</i>	Aroma frutal ácido y dulce asociado con la imitación piña	Trozos de piña
	<i>Mango</i>	Aroma frutal, dulce, asociado con la imitación del aroma a mango	Infusión en algodón de saborizante de mango
	<i>Melocotón</i>	El aroma, afrutado, dulce, ligeramente ácido asociado con los melocotones.	Trozos de melocotón
Fermento	<i>Levadura</i>	Característica aromática ligeramente dulce similar a fermentos de masa leudada	Solución fermentada de harina de trigo y levadura
	<i>Cerveza</i>	Fermentación alcohólica, asociada a la cerveza, licores destilados y productos de granos	Cerveza IPA marca zapote

Cada atributo en el léxico generado tiene una definición y de una a tres referencias asociadas al atributo. Algunas definiciones de atributos como quemado, caramelo y confite fueron extraídas de otros autores, específicamente del léxico realizado por la IHC (2001) y la rueda sensorial de Marchese y Flottum (2013). Fueron modificadas para ajustarse mejor al léxico mientras que otras definiciones se crearon a partir de la discusión y consenso con el panel. Para las referencias los panelistas discutieron posibilidades acordes a su percepción sensorial en cada miel, no obstante, en ocasiones se obtuvo una referencia para más de un atributo dificultando la diferenciación de los atributos al momento de evaluar las mieles. Por

ejemplo, una de las referencias iniciales para el atributo quemado fueron las semillas de sésamo al punto de ser quemadas, sin embargo, para el atributo fruto seco uno de los atributos eran estas semillas, una circunstancia similar ocurrió durante el desarrollo de un léxico para los atributos sensoriales del sabor de los productos alimenticios ahumados, en el cual se usó como referencia cacahuates tostados para el atributo quemado y al mismo tiempo, se usaron cacahuates demasiado tostado para el atributo acre (Jaffe et al., 2017).

Para evitar que este suceso tuviera influencia negativa en el léxico se aseguró de tener más referencias para cada atributo y en el caso específico de las semillas de sésamo, se llegó a la conclusión que al tostarlas se apreciaba con mayor facilidad las características organolépticas, sin embargo, para distinguir el atributo de fruto seco y quemado se evitó tostarlas al punto de quemado y se tostaron solo lo suficiente para potenciar los aromas.

Durante la etapa de preparación del panel, se realizó una prueba con mieles adulteradas para la cual se adulteró una miel comercial con las referencias de algunos los atributos previamente descritos; por ejemplo, en el caso del atributo confite una de las referencias fue vainilla, para la prueba de adulteración se mezclaron unas cuantas gotas de esencia de vainilla en la miel comercial y el panelista debió identificar el atributo.

En esta prueba, los panelistas en total obtuvieron un 80% de respuestas correctas (anexo 14), se observó una confusión con las referencias de limón y naranja pertenecientes al atributo fruta cítrica; esta confusión pudo no ser influyente debido a que las referencias pertenecían a un solo atributo. Por otro lado, se observó una confusión entre las referencias caramelo-panela y panela-higo deshidratado, en este caso la panela (perteneciente al atributo confite) fue confundido como referencia de fruto seco y caramelo, esta confusión pudo haber prevalecido a la hora de la evaluación de las mieles, sin embargo, eliminar esta referencia dejaba un hueco en la representación de descriptores. No es posible asegurar que los panelistas no tuvieron confusión alguna con las referencias por lo que es necesario indagar para encontrar referencias adicionales que sean apropiadas.

Además de indagar en las referencias, se hubiera podido perfeccionar la agudeza de los panelistas con las referencias con repeticiones. Los panelistas fueron sometidos a esta prueba de adulteración una vez, limitando el aprendizaje y la familiarización de las referencias en una matriz similar a la matriz evaluada. Con repeticiones de esta prueba se hubiera podido analizar la frecuencia de aciertos y fallos de los panelistas y evaluar si la confusión con las referencias se debe a la falta de familiarización o bien a la referencia como tal.

Se obtuvieron descriptores comúnmente utilizados para la descripción de mieles. Por ejemplo, el atributo vegetal que puede ser definido como el aroma asociado al jardín, hojas y notas verdes, tostado que se asocia con la percepción de humo de cualquier tipo (Galán-Soldevilla et al., 2005). Incluso algunas referencias utilizadas en este léxico fueron detalladas con anterioridad por otros autores en léxicos de mieles, por ejemplo, las rosas y el azahar para el atributo floral, la azúcar tostada, la vainilla (Montenegro et al., 2005), el melocotón (Galán-Soldevilla et al., 2005), la levadura y la cerveza (IHC, 2001). Por otro lado, se obtuvieron otras referencias y atributos no tan comunes para la descripción de mieles como el plástico, la referencias desinfectante y ciprés. Dicho esto, en la presente investigación además de generar el léxico sensorial, se propusieron nuevos posibles descriptores para la interpretación sensorial de las mieles.

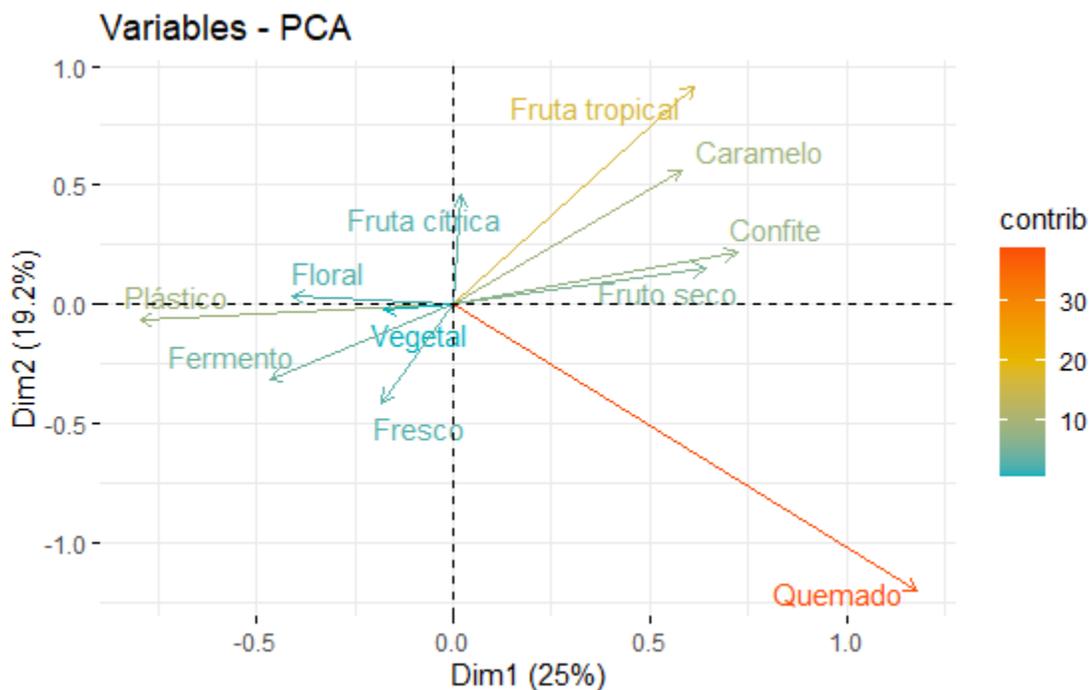
Por otro lado, atributos que usualmente se usan para la explicar el perfil sensorial de las mieles, no fueron percibidos en lo absoluto; por ejemplo, la familia del atributo animal que puede incluir cuero, aroma a establo (Galán-Soldevilla et al., 2005), proteína, fecal González et al., 2010) queso, orina de gato (IHC, 2001), estiércol, corral y pescado fresco (Marchese y Flottum 2013) o el caso de la familia del atributo madera en el que se incorporan descriptores como resinoso (propóleos y cera), especias como canela, nuez moscada y jengibre (Marchese y Flottum 2013) o especiado refiriéndose a clavo de olor y café (Montenegro et al., 2005) .

A pesar de que algunas de estas referencias como canela, nuez moscada y jengibre fueron evaluadas como posibles descriptores, no fueron percibidos; sin embargo, es posible que otros descriptores no fueran utilizados debido a la falta de familiarización que tienen los panelistas con algunas de estas referencias, esto puede ser corregido con un panel más amplio y diverso o bien utilizando un vehículo interpretar de mejor manera las referencias (Coste et al., 2010).

Inicialmente se generaron 11 términos iniciales los cuales fueron sujetos al análisis de componentes principales (PCA) en cuál el modelo de dos factores explica un 44.2% de la varianza total. En la Figura 5 se observa que el atributo que explica la mayor cantidad de varianza es quemado seguido de fruta tropical y caramelo mientras que confite, fruto seco, plástico y fermento contribuyen en menor proporción a la explicación de la varianza y la contribución del resto de atributos es muy baja lo que implica que esos atributos no fueron tan determinantes en la formación de los dos primeros componentes principales y asimismo, la corta longitud del vector del resto de atributos puede ser un indicativo de que serían necesarios más de dos componentes principales para su representación.

La Figura 5 se también muestra que las variables caramelo, fruta tropical, confite y fruto seco, están correlacionadas positivamente debido a la distancia entre sus vectores. También se observa esta correlación para las variables plástico, fermento y vegetal, con lo que se puede intuir que, si una miel tiene como descriptor el atributo vegetal, es posible que esté acompañado de otro atributo como floral, fermento o fruta cítrica. Por otro lado, entre los atributos caramelo-vegetal, plástico-confite y plástico-fruto seco se presentan una correlación negativa, es decir que es menos probable encontrar los atributos caramelo y vegetal y el resto de las combinaciones con correlación negativa en una misma miel.

Figura 5: Contribución de los atributos sensoriales con el análisis de componentes principales (PCA) para trece mieles estudiadas.



Como es esperado en el análisis de componentes principales, la varianza explicada en los primeros dos componentes es mucho mayor al tercero y resto de componentes, sin embargo, como los primeros seis componentes principales generados a partir de este análisis tenían valores propios > 1 y representaban el 88.31% de la varianza total en el conjunto de datos (Cuadro 15), estos seis componentes se retuvieron.

Cuadro 15: Valores propios y varianza explicada según el PCA

Componente	Valor propio	Varianza explicada	Varianza acumulada
PC1	4.135*	25.012	25.012
PC2	3.168*	19.167	44.179
PC3	2.212*	13.381	57.560
PC4	1.967*	11.899	69.458
PC5	1.713*	10.365	79.823
PC6	1.404*	8.495	88.318

Componente	Valor propio	Varianza explicada	Varianza acumulada
PC7	0.799	4.834	93.153
PC8	0.508	3.072	96.224
PC9	0.343	2.077	98.302
PC10	0.197	1.190	99.491
PC11	0.084	0.509	100.000

* Valores propios mayores a 1 en negrita

Cuadro 16: Loadings del PCA para la validación del léxico sensorial

Atributos	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Caramelo	0.583	0.564	0.353	-0.231	0.004	0.218
Floral	-0.411	0.034	-0.431	-0.480	0.295	0.594
Plástico	-0.798	-0.068	1.043	0.151	0.389	-0.349
Confite	0.725	0.218	0.612	-0.019	0.066	0.374
Quemado	1.180	-1.205	0.028	-0.173	0.139	-0.222
Fruto seco	0.640	0.150	-0.080	0.838	0.511	0.338
Fresco	-0.182	-0.413	0.368	0.583	-0.580	0.475
Vegetal	-0.178	-0.025	-0.039	0.189	-0.658	0.190
Fruta cítrica	0.020	0.459	-0.490	0.676	0.252	-0.323
Fruta tropical	0.613	0.915	0.221	-0.295	-0.102	-0.079
Fermento	-0.467	-0.320	0.086	-0.099	0.588	0.454

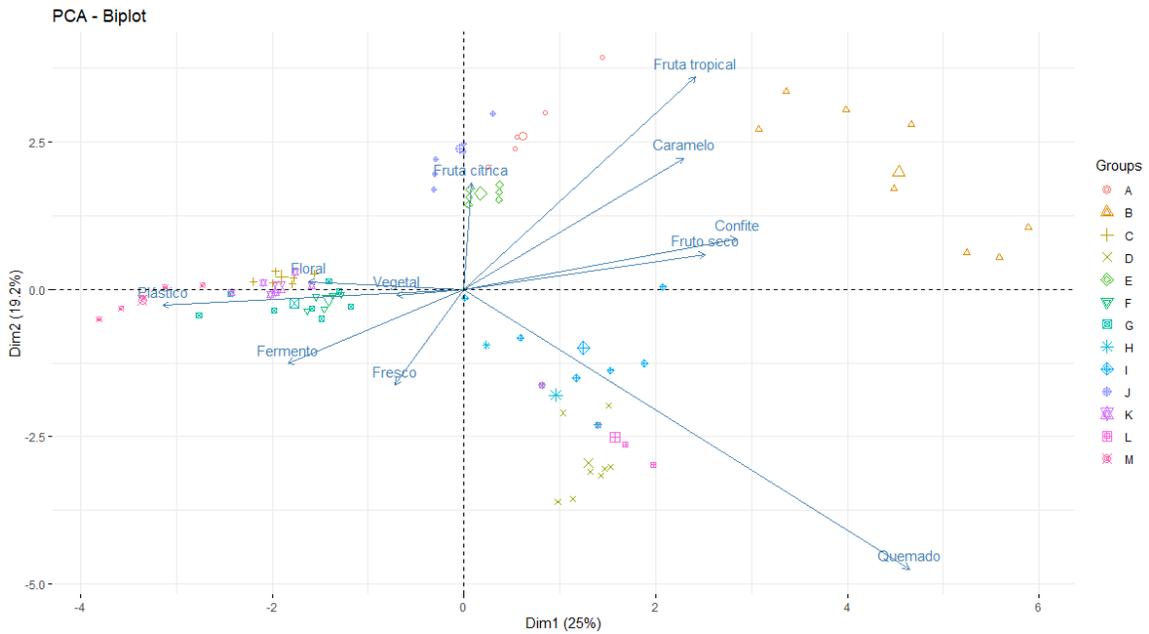
*Mayores impulsores, cargas con un valor absoluto superior a 0.560 se muestran en negrita.

Bajo el criterio descrito por (Chapman et al., 2001) se tomó como una fuerte influencia loadings o cargas con valor absoluto superior a 0.560, se muestra que el PC1 está completamente relacionado con los siguientes atributos: caramelo, confite, fruto seco y fruto tropical. PC2 tiene una carga negativa grande para quemado y cargas positivas significativas para caramelo y fruta tropical. PC3 está influenciado fuertemente por plástico y confite, el PC4 se impulsa por fruto seco, fresco y fruta cítrica mientras que PC5 tiene

fuerzas con fruto seco, fresco, vegetal y fermento mientras que el PC6 está influenciado casi por completo por el atributo floral.

Respecto al desempeño de los panelistas, se obtuvo que los panelistas si lograron apreciar diferencias entre las muestras de mieles, estas diferencias son visualizadas en el mapa de individuos (figura 6). A pesar de que se muestran clara agrupaciones de las muestras de mieles representadas por los grupos, se observa que los atributos pueden separar y ser diferenciadores efectivos de la miel (Chambers et al., 2016).

Figura 6: Análisis de componentes principales (PCA) de los principales descriptores sensoriales para las trece muestras de mieles estudiadas



* *Los grupos representan las mieles evaluadas*

El agrupamiento muestra que las mieles A, B, E y J presentan características sensoriales similares ya que se posicionan en el primer cuadrante. Las mieles M, G, C, K y F se encuentran agrupadas en el tercer cuadrante cercano al eje mientras que las mieles D, I, L se presentan en el cuarto cuadrante, aunque se posicionan con mayor dispersión lo que puede significar que presentan menos similitud, aunque pueden compartir algunos descriptores.

La similitud en términos sensoriales de las mieles estudiadas puede ser independiente del parámetro de diferenciación usado para la elección de las mieles, es decir, la apariencia y en específico el color, ya que las mieles agrupadas con los principales atributos, (las muestras A, B, E, J) son categorizadas en la escala de color de la USDA como blanco, ámbar oscuro, y ámbar claro (Cuadro 12) abarcando casi todas las categorías de color a pesar de presentar descriptores similares. El mismo comportamiento ocurre con el resto de las agrupaciones de miel, ninguna agrupación presenta una única categoría de color, es decir que el color no define una característica sensorial específica porque los

atributos manifestados de las mieles con tonalidades más oscuras se encuentran en otras mieles con tonalidades más claras.

A pesar de este fenómeno, la correlación de Pearson ($p < 0.05$) sugiere una relación moderada positiva entre el color y el atributo confite ($r = 0.635$), es decir que entre más oscura es la miel, se manifestó con mayor intensidad el atributo confite. Esta relación puede implicar que los panelistas asociaron el color con el atributo y no tanto las características aromáticas, También es posible que exista algún compuesto fenólico que se presenta en las mieles más oscuras que puede brindar características aromáticas ligadas con el confite. Para hacer dicha afirmación e indagar en la relación del color y el atributo confite se debería hacer un análisis cromatográfico para evaluar si existe o no un compuesto o un grupo de compuestos volátiles en las mieles más oscuras.

Cuadro 17: Valores de correlación de Pearson y coeficiente de determinación entre las variables sensoriales y resultados fisicoquímicos. Sólo se muestran correlaciones significativas a un nivel de 0.05

	Cenizas	CE	Acidez	Humedad	Color	HMF	F. seco	F. cítrica	Fermento	Confite	Plástico	Fructosa
Cenizas	1	0.767** 0.589*	0.639** 0.408*	-	0.780** 0.609*	-	-	-	-	-	-	-0.635** 0.403*
CE	0.767** 0.589*	1	-	0.821** 0.675*	-	-	-	-	-	-	0.729** 0.532*	-
Acidez	0.639** 0.408*	-	1	-	0.571** 0.326*	-0.558** 0.318*	-	-	0.615** 0.299*	-	-	-
Humedad	-	0.821** 0.675*	-	1	-	-	-	-	-	-	0.852** 0.727*	-
Color	0.780** 0.609*	-	0.571** 0.326	-	1	-	-	-	-	0.635** 0.403*	-	-
HMF	-	-	-0.558** 0.318*	-	-	1	0.741** 0.549*	0.804** 0.647*	-	-	-	-
F. seco	-	-	-	-	-	0.741** 0.549*	1	-	-	-	-	-
F. cítrico	-	-	-	-	-	0.804** 0.647*	-	1	-	-	-	-

	Cenizas	CE	Acidez	Humedad	Color	HMF	F. seco	F. cítrica	Fermento	Confite	Plástico	Fructosa
Fermento	-	-	0.615** 0.299*	-	-		-		1	-	-	-
Confite	-	0.635** 0.403*	-	-	0.635**	-	-		-	1	-	-
Plástico	-	0.729** 0.532*		0.852** 0.727*	-		-		-	-	1	-
Fructosa	0.639** 0.408*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

** *Coefficiente de Pearson (r)*

**Coefficiente de determinación (R²)*

Por otro lado, si se encontró una relación entre el color y algunos de los parámetros fisicoquímicos. La determinación del color es un factor crucial a nivel comercial ya que influye en la fijación de precios y también afecta la decisión de compra de los consumidores, el color en conjunto con las características organolépticas es una guía a la hora de la elección de posibles clientes con base a sus preferencias. Mientras que en Norteamérica se prefieren mieles claras con aromas de baja intensidad, en Europa se optan por mieles más oscuras y aromáticas (Patrignani et al., 2015).

En cuanto a las características fisicoquímicas ligadas con el color, se obtuvo que tanto el contenido de cenizas como la acidez tienen una correlación fuerte ($r = 0.780$) y moderada ($r = 0.571$) respectivamente. Ambas variables han sido reportadas como influyentes del color por otros autores, esto se debe a que la acidez libre favorece a la formación de compuestos fenólicos, adicional a esto, la acidez se relaciona al origen botánico de las mieles al igual que el contenido de cenizas (Cervera y Cervera, 1994) por ende, estas influencias se ven reflejadas en el color de la miel. La relación directamente proporcional entre las cenizas y el color concuerda con la investigación de González-Miret et al. (2015) donde se mostró que la luminosidad tiene una relación directamente proporcional con la concentración de selenio, calcio, hierro, arsénico y cadmio para los tipos de miel oscuras, mientras que las mieles claras mostraron menor correlación con el contenido minerales.

El contenido de cenizas tiene influencia en otras variables fisicoquímicas. En este estudio se reveló una relación con la conductividad eléctrica ($r = 0.767$), este comportamiento puede ser explicado por el hecho de que las cenizas dan una medida directa de los residuos inorgánicos después de la carbonización, mientras que la conductividad eléctrica mide todas las sustancias orgánicas e inorgánicas ionizables (Feás et al., 2010). Dicha relación concuerda con los estudios fisicoquímicos reportados por otros autores como Feás et al., (2010) quienes reportan una relación lineal entre cenizas y conductividad eléctrica muy fuerte y una correlación lineal con un $R^2 = 0.995$, sin

embargo, en este estudio se obtuvo un $R^2 = 0.589$, esto puede ser acreditado al número de muestras, ya que los autores evaluaron alrededor de 55 mieles mientras que en el presente estudio solo 13. La conductividad eléctrica, está influenciada por la fuente de la miel, el contenido de sal, la humedad y la viscosidad (Subbiah et al., 2015). Se observó la influencia de la humedad ya que se presentó una fuerte correlación positiva $r = 0.821$, estos hallazgos no solo rectifican la relación de las cenizas y humedad con la conductividad eléctrica, sino que también se puede inferir que la humedad explica más la variabilidad de la conductividad eléctrica ($R^2 = 0.675$) que el contenido de cenizas. Adicional a esto, la conductividad eléctrica como la humedad se vieron relacionadas con el atributo plástico, (Cuadro 17) sin embargo, no se puede inferir que esta relación sea atribuida a compuestos volátiles o características propias de la miel.

El mismo caso ocurrió para la relación entre las cenizas y la acidez, en donde si se obtuvo una correlación positiva ($r = 0.639$) sin embargo no fue tan fuerte como se esperaba debido a la pequeña muestra estudiada, en un estudio de mieles en la India, se obtuvo una correlación positiva fuerte para estos parámetros, no obstante, se analizaron 100 muestras de miel multifloral lo cual favoreció a la correlación de Pearson (Kumar et al., 2018).

Esta relación puede ser explicada por presencia de algunos iones inorgánicos como fosfato, sulfato y cloruro que están presentes en las mieles y se manifiestan en las cenizas, estos iones, pueden contribuir a un aumento de la acidez libre. (Mehryar, et al., 2013). Se obtuvo la correlación lineal esperada debido a que entre más minerales, más amortiguadores, mayores valores de pH y por ende mayor acidez libre (Bertoncelj et al., 2011).

El parámetro de acidez se relaciona con bastas características fisicoquímicas analizadas, debido a la naturaleza ácida de la miel atribuida por los ácidos orgánicos. Especialmente por el ácido glucónico que se origina por la glucosa del néctar. Por el carácter ácido de la miel, y los azúcares reductores es que a través de la reacción de Maillard se forma el hidroximetilfulfural (HMF). Dicho esto, se observó una correlación negativa moderada en la cantidad de acidez libre y de HMF ($r = -0.558$). La correlación negativa entre estas variables se ha demostrado en las mieles y en otros productos alimentarios; Ordóñez et al., (2009) investigaron los cambios en HMF en purés de tomate y se reporta que el aumento de HMF está acompañado de la disminución de ácidos orgánicos como el ácido ascórbico, cítrico y málico.

La acidez total y el HMF, fueron algunas de las características fisicoquímicas que se relacionaron tanto con variables fisicoquímicas como con atributos sensoriales. El HMF se relacionó con el atributo fruto seco ($r = 0.741$) y el atributo fruta cítrica ($r = 0.804$), aunque si bien es cierto, la presencia de HMF puede repercutir en de sabores y aromas extraños en la miel (Subovsky et al, 2004) más que el desarrollo del aldehído, la relación entre el HMF y los atributos sensoriales pueden estar ligados a la frescura de la miel. En las mieles frescas el contenido de HMF suele ser muy bajo, y almacenamiento y sobrecalentamiento del producto favorece el aumento de los niveles de HMF (Silvano et al., 2014), por lo que es válido inferir que estos atributos pueden ser encontrados en mieles menos

frescas, aunque no se sabe con exactitud que compuestos volátiles del añejamiento pueden ser percibidos como fruto seco y cítrico.

La acidez mostró una correlación positiva moderada con el atributo fermento; esta proporcionalidad tiene sentido tomando en cuenta que la acidez natural de la miel se puede aumentar mediante el almacenamiento y la maduración de la miel, así como durante la fermentación de la miel (Živkov Baloš et al., 2018) aunque no es posible asegurar que la miel esté fermentada, antes del proceso de fermentación las mieles que no han sido pasteurizadas pueden tener levaduras vivas que si la humedad es suficiente se produce la fermentación de algunos azúcares produciendo más levadura, alcohol, ácido acético y dióxido de carbono. En el caso de la muestra de miel M la cual indudablemente estaba fermentada debido a la presencia de dióxido de carbono manifestada en gas y burbujas, coincide con ser la que obtuvo el mayor recuento de levaduras (Cuadro 13) y una alta intensidad en el atributo fermento, asimismo, fue la muestra de miel con mayor acidez libre (anexo 2).

Algunas de las correlaciones fisicoquímicas pueden no tener algún precedente debido a que, en la mayoría de las investigaciones, los límites de los parámetros establecidos por las normas de mieles son acatados por las mieles analizadas, caso contrario a lo que ocurrió en este estudio en el que muchas de las mieles no cumplieron los parámetros establecidos por la COGUANOR NTG 34097. En el Cuadro 17 se observa que la correlación de Pearson mostró una correlación negativa entre el porcentaje de cenizas y el contenido de fructosa ($r = -0.632$) esta relación no es reportada por otros autores, por lo que probablemente se debió a una casualidad de datos impulsada por el incumplimiento del contenido de fructosa. Este suceso pudo influir no solo en que variables están relacionadas sino también en la fuerza de la correlación, si todas las mieles hubieran obtenido valores dentro de los rangos esperados, la disminución de fluctuaciones pudo provocar una relación más fuerte aún con una muestra pequeña.

Cuadro 18: Cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos de las mieles evaluadas.

Miel	Cumplimiento de norma COGUANOR NTG 34097																		
	Acidez libre (m.Eq de ácido/kg)		Humedad (%)		Conductividad eléctrica (ms/cm)		Sólidos insolubles (%)		Cenizas (%)		Glucosa (%p/v)		Fructosa (%p/v)		Sacarosa (%p/v)		HMF (mg/kg)		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
A	X		X		X		X		X		X			X		X			X
B		X	X			X	X		X			X		X		X			X
C	X		X		X		X		X		X			X		X	X		

Miel	Cumplimiento de norma COGUANOR NTG 34097																	
	Acidez libre (m.Eq de ácido/kg)		Humedad (%)		Conductividad eléctrica (ms/cm)		Sólidos insolubles (%)		Cenizas (%)		Glucosa (%p/v)		Fructosa (%p/v)		Sacarosa (%p/v)		HMF (mg/kg)	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
D		X	X		X		X		X		X			X		X	X	
E	X		X		X		X		X		X			X		X		X
F	X		X			X	X		X		X			X		X	X	
G	X		X		X		X		X		X			X		X	X	
H	X		X		X		X		X		X			X		X	X	
I		X	X		X		X		X		X			X		X	X	
J	X		X		X		X		X		X			X		X	X	
K		X	X		X		X		X		X			X		X	X	
L	X		X		X		X		X		X			X		X	X	
M	X	X		X		X	X		X		X			X	X		X	

La acidez libre, el HMF y la conductividad eléctrica fueron otras variables que incumplieron los requisitos de la norma (Cuadro 18), el requisito de humedad no se cumplió únicamente por la muestra de miel M mientras que el resto de características fisicoquímicas estuvieron dentro de los rangos reportados por la norma por todas las mieles.

A diferencia de la humedad que es un parámetro crítico de calidad y de inocuidad de la miel, la conductividad eléctrica y el hidroximetilfulfural no intervienen en la inocuidad; la conductividad eléctrica de las mieles que no cumplieron con el estándar de la norma están por el límite superior (Cuadro 6) es posible que esto se deba al origen geográfico de las mieles (Combarros-Fuertes et al., 2018), ya que los departamentos y municipios de las mieles cuya conductividad eléctrica presentó un valor superior al valor reportado por la norma (B, F y M) tienen una altitud menor que el resto de municipios y departamentos (Yancis, 2011) esta cercanía al mar influye en el contenido de sales y minerales de los suelos en donde se encuentra la flora de donde se da la recolección del néctar, dando como resultado un aumento en la conductividad eléctrica de la miel. Otro factor externo

a la calidad que puede influir en la conductividad eléctrica es la mezcla de flores de las cuales es extraído el néctar, a pesar de que por lo general las mieles florales y mezclas de mieles florales tienen una conductividad eléctrica menor al 0.8 mS/cm, se han reportado algunas excepciones de mieles provenientes de *Arbutus*, *Banksia*, *Erica*, *Leptospermum*, *Melaleuca*, *Eucalyptus* y *Tilia*. (Pegario, 2017)

Por otro lado, el incumplimiento de concentración de hidroximetilfulfural (HMF) puede deberse a efectos en el calentamiento de la miel durante su extracción, embotellamiento o almacenamiento (Rivera, 1996) y también está ligado al nivel de frescura de la miel (Combarros-Fuertes et al., 2018), es decir que, las mieles con altas concentraciones de HMF posiblemente son mieles poco frescas o que se sometieron a calor. En el caso de la muestra de miel E obtuvo una concentración de HMF sumamente superior al límite establecido en la norma (anexo 6), esto puede deberse a que el apicultor comercializa la miel en carretillas exponiéndola por largos periodos de tiempo al sol lo que provoca el calentamiento y el aumento de HMF.

Todas las mieles que no cumplieron con la acidez esperada (muestras B, D, I, K y M) obtuvieron valores mayores al límite superior de la norma (Cuadro 6), estos altos valores de acidez total pueden implicar que en algún momento la miel comenzó a fermentar y que el alcohol producido se transformó en ácidos orgánicos (Majewska et al., 2019). Estas mieles coinciden con tener un porcentaje de humedad mayor al 17% e incluso algunas con un 19% de humedad (anexo 1) y se sabe que las mieles con 17% de agua no fermentará durante un año, independientemente del grado de contaminación con levaduras mientras que contenido de agua mayor al 19 % podría provocar la fermentación de la miel aún con un recuento muy bajo de levaduras (Ferrer y Morales, 2005).

El trabajo se realizó con éxito puesto que fue posible desarrollar un léxico sensorial a partir de un panel sensorial y relacionar las características sensoriales con las fisicoquímicas. Se considera pertinente ampliar el léxico con una mayor cantidad y diversidad de mieles e indagar más en las prácticas apícolas y métodos de conservación de calidad de la miel para la comercialización en el extranjero

VIII. CONCLUSIONES

1. Se logró realizar y validar un léxico sensorial con 11 atributos de primer nivel jerárquico y 21 atributos de segundo nivel jerárquico en el cual los atributos: quemado, fruta tropical, caramelo y confite son los que más contribuyen a la explicación de las mieles en términos sensoriales.

2. Una relación moderada entre algunas características fisicoquímicas y características sensoriales fue apreciada en la correlación de Pearson, sin embargo, se necesita realizar un análisis de compuestos volátiles para asegurar que la relación tiene una explicación y no es producto del azar.

3. No todas las mieles cumplieron con la norma guatemalteca vigente para la regulación de mieles, lo cual pudo influir tanto en la fuerza como en las relaciones entre parámetros fisicoquímicos y entre parámetros sensoriales y fisicoquímicos.

IX. RECOMENDACIONES

1. Para validar las relaciones entre las características sensoriales y fisicoquímicas se recomienda evaluar los compuestos volátiles y analizar la posibilidad de que algunos compuestos o grupos de compuestos puedan ser responsables de dichas relaciones.

2. Para la mejorar y ampliar el léxico sensorial y para obtener resultados fisicoquímicos más fiables es recomendable ampliar tanto el origen de las mieles como la muestra de mieles analizadas.

3. Se recomienda implementar medidas de capacitación y guianza para que los apicultores puedan mejorar la calidad de sus mieles y cumplir con los parámetros establecidos por la norma guatemalteca vigente de la regulación de mieles.

4. Es recomendable dar seguimiento al panel sensorial de mieles, tomando en cuenta los mismos panelistas para dar continuidad a la experiencia y perfeccionar el léxico y/o participar en futuros estudios de mieles de Guatemala

X. BIBLIOGRAFÍA

Avila, S. F. (2018). Caracterización de la miel de abeja en la provincia de Imbabura. [Pregrado, Universidad técnica del norte]

Barrios, D. (2015). Evaluación de la calidad microbiológica de la miel de abeja (*Apis mellifera* L) en el centro de acopio de cuatro regiones apícolas de Guatemala. [Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Pp 20

Bertoncelj, J., Golob, T., Kropf, U., & Korošec, M. (2011). *Characterisation of Slovenian honeys on the basis of sensory and physicochemical analysis with a chemometric approach*. International Journal of Food Science and Technology, 46(8), 1661–1671. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02664.x>

Blackiston, H. (2020). *Beekeeping For Dummies (5.a ed.)*. John Wiley & Sons, Inc.

Bodor, Z., Benedek, C., Urbin, Á., Szabó, D., & Sipos, L. (2021). *Colour of honey: can we trust the Pfund scale? – An alternative graphical tool covering the whole visible spectra*. LWT, 149. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111859>

Cervera, S y Cervera, M. (1994). Humedad, cenizas y conductividad eléctrica de mieles de La Rioja. Logroño. Dialnet Vol (12).

Córdova, C., Ramirez, E., Martínez, E., & Zaldívar, Juan. (2013). Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalinológicas. Universidad y ciencia, 29(2), 163-178. Extraído de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000200006&lng=es&tlng=es.

Combarros-Fuertes, P., Valencia-Barrera, R. M., Estevinho, L. M., Dias, L. G., Castro, J. M., Tornadijo, M. E. & Fresno, J. M. (2018, 11 septiembre). *Spanish honeys with quality brand: a multivariate approach to physicochemical parameters, microbiological quality, and floral origin*. Journal of Apicultural Research, 58(1), 92-103. <https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1494918>

Chapman, K., Lawless, H. & Boor, K. (2001, enero). *Quantitative Descriptive Analysis and Principal Component Analysis for Sensory Characterization of Ultrapasteurized Milk*. Journal of Dairy Science, 84(1), 12-20. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)74446-3](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)74446-3)

Dardón, M y Enríquez, E. (2008). Caracterización fisicoquímica y antimicrobiana de la miel de nueve especies de abejas sin aguijón (*Meliponini*) de Guatemala. Interciencia. 33. 916-922

Drake, M. A., & Civille, G. v. (2002). Flavor Lexicons. In REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY (Vol. 2).

Elortondo, F. P., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J., Etayo, I., & Molina, M. (2007). *Food quality certification: An approach for the development of accredited*

sensory evaluation methods. Food Quality and Preference, 18(2), 425–439. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.05.002>

Fakhlai, R., Selamat, J., Khatib, A., Razi, A. F. A., Sukor, R., Ahmad, S., & Babadi, A. A. (2020). *The toxic impact of honey adulteration: A review*. In *Foods* (Vol. 9, Issue 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/foods9111538>

Farouk, K., Palmera, K., Sepúlveda, P. (2014) Abejas. Info ZOA boletín de zoología. Volumen 6. Extraído de: https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/Entrada_Facultad3/adjunto_1029-20181004104847_528.pdf

Feás, X., Pires, J., Estevinho, M. L., Iglesias, A. & De Araujo, J. P. P. (2010, junio). *Palynological and physicochemical data characterisation of honeys produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal*. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(6), 1255-1262. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02268.x>

Felsner, M. L., Cano, C. B., Matos, J. R., Almeida-Muradian, L. B. D. & Bruns, R. E. (2004, diciembre). *Optimization of thermogravimetric analysis of ash content in honey*. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 15(6), 797-802. <https://doi.org/10.1590/s0103-50532004000600002>

Ferrer, P y Morales, M. (2005). Determinación de la calidad microbiológica de la miel [Pregrado, Universidad de la república]. Pp 11-13

Franco, G. (2015). Elaboración de un mapa de clasificación climática para Guatemala. [Pregrado, Universidad Rafael Landívar de Guatemala]. Pp 100-103

Galán-Soldevilla, H., Ruiz-Pérez-Cacho, M. P., Serrano Jiménez, S., Jodral Villarejo, M., & Bentabol Manzanares, A. (2005). *Development of a preliminary sensory lexicon for floral honey*. *Food Quality and Preference*, 16(1), 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.02.001>

Galy, D. (2019). MF1108_3 - Análisis sensorial de productos selectos propios de sumillería y diseño de sus ofertas. Paraninfo.

Garcia, A. P. (2005). Descubra El Poder De La Miel / Discover the Power of Honey. Imaginador.

Getu, A., & Birhan, M. (2014). *Chemical Analysis of Honey and Major Honey Production Challenges in and Around Gondar, Ethiopia*. *Chemical Analysis of Honey and Major Honey Production Challenges in and Around Gondar, Ethiopia*, 6(14), 12.

Ghorab, A., Rodríguez-Flores, M. S., Nakib, R., Escuredo, O., Haderbache, L., Bekdouche, F., & Seijo, M. C. (2021). *Sensorial, melissopalynological and physico-chemical characteristics of honey from Babors Kabylia's region (Algeria)*. *Foods*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/foods10020225>

González, M. M., de Lorenzo, C., & Pérez, R. A. (2010). *Development of a structured sensory honey analysis: Application to artisanal madrid honeys*. *Food*

Science and Technology International, 16(1), 19–29.
<https://doi.org/10.1177/1082013209351869>

González-Miret, M. L., Terrab, A., Hernanz, D., Fernández-Recamales, M. N. & Heredia, F. J. (2005, 26 febrero). *Multivariate Correlation between Color and Mineral Composition of Honeys and by Their Botanical Origin*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), 2574-2580.
<https://doi.org/10.1021/jf048207p>

Gratzer, K., Wakjira, K., Fiedler, S., & Brodschneider, R. (n.d.). *Challenges and perspectives for beekeeping in Ethiopia*. A review.
<https://doi.org/10.1007/s13593-021-00702-2/Published>

Jaffe, T. R., Wang, H. & Chambers, E. (2017). *Determination of a lexicon for the sensory flavor attributes of smoked food products*. *Journal of Sensory Studies*, 32(3), e12262. <https://doi.org/10.1111/joss.12262>

Kemp, S. E., Hort, J. & Hollowood, T. (2018). *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. Wiley.

Kumar, A., Gill, J. P. S., Bedi, J. S., Manav, M., Ansari, M. J. & Walia, G. S. (2018, junio). *Sensorial and physicochemical analysis of Indian honeys for assessment of quality and floral origins*. *Food Research International*, 108, 571-583.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.005>

Lawless, L. J. R., & Civille, G. v. (2013). *Developing Lexicons: A review*. In *Journal of Sensory Studies* (Vol. 28, Issue 4, pp. 270–281).
<https://doi.org/10.1111/joss.12050>

Liu, J., Bredie, W. L. P., Sherman, E., Harbertson, J. F., & Heymann, H. (2018). *Comparison of rapid descriptive sensory methodologies: Free-Choice Profiling, Flash Profile and modified Flash Profile*. *Food Research International*, 106, 892–900. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.01.062>

MAGA (2014). *Perfil Comercial de Miel*. Extraído de:
<https://precios.maga.gob.gt/archivos/perfiles/Perfil%20Miel.pdf>

MAGA (2019-2023). *Estrategia para la Competitividad del Sector Apícola en Guatemala*.

Majewska, E., Drużyńska, B. & Wołosiak, R. (2019, 6 abril). *Determination of the botanical origin of honeybee honeys based on the analysis of their selected physicochemical parameters coupled with chemometric assays*. *Food Science and Biotechnology*, 28(5), 1307-1314. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00598-5>

Manfugás, J. E. (2020). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Alianza Editorial.

Marcazzan, G. L., Mucignat-Caretta, C., Marina Marchese, C., & Piana, M. L. (2018). *Una revisión de los métodos para el análisis sensorial de la miel*. In *Journal of Apicultural Research* (Vol. 57, Issue 1, pp. 75–87). Taylor and Francis Ltd.
<https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1357940>

Marchese, C. M., & Flottum, K. (2013). *Honey Connoisseur*. Amsterdam University Press.

Market. Bee World, 95(3), 89–94.
<https://doi.org/10.1080/0005772x.2018.1483814>

MARN (2018). Plan de negocioempresa comunitaria apícola la unión nahualate s.a.

Marques, C., Correia, E., Dinis, L. T., & Vilela, A. (2022). *An Overview of Sensory Characterization Techniques: From Classical Descriptive Analysis to the Emergence of Novel Profiling Methods*. In *Foods* (Vol. 11, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods11030255>

Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V (2015). *Sensory Evaluation Techniques*. Amsterdam University Press.

Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (2006). *Sensory Evaluation Techniques*, Fourth Edition. Taylor & Francis.

Mendieta, J. (2002). Comparación de la composición química de la miel de tres especies de abejas (*Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*) de El Paraíso, Honduras. [Pregrado, Universidad Zamorano]. Ppt 15

Mehryar, L.; Esmaili, M.; Hassanzadeh, (2013). *Evaluation of Some Physicochemical and Rheological Properties of Iranian honeys and the Effect of Temperature on its Viscosity*. *Environ. Sci.*, 13, 807–819. [10.5829/idosi.aej.2013.13.06.1971](https://doi.org/10.5829/idosi.aej.2013.13.06.1971)

MINECO (2017). Cadenas de valor miel natural. Extraído de: https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/informe_de_cadenas_regionales_de_valor_0.pdf

MINECO (2018). Guatemala, Industria de Alimentos: Miel Natural. Extraído de: https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/infografia_miel.pdf

Montenegro, G., Gómez, M., Pizarro, R., Casaubon, G. & Peña, R. (2005). Implementación de un panel sensorial para mieles chilenas. *Ciencia e investigación agraria*, 35(1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202008000100005>

Patrignani, M., Lupano, C. & Conforti, P. (2015). Color, cenizas y capacidad antioxidante de mieles de la provincia de buenos aires, argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 115(1). <https://core.ac.uk/download/pdf/76493413.pdf>

Pérez-Cacho, P. R., Galan-Soldevilla, H., Mahattanatawee, K., Elston, A., & Rouseff, R. (2008). *Sensory Lexicon for Fresh Squeezed and Processed Orange Juices*. *Food Science and Technology International*, 14(5_suppl), 131–141. <https://doi.org/10.1177/1082013208094723>

Periago, J. (2017). Higiene, inspección y control de la miel. Universidad de Murcia, España.

Rivera, M (1996). Determinación cuantitativa de hidroximetilfurfural (HMF) en mieles vírgenes y procesadas en los departamentos de escuintla y Zacapa por espectrometría visible. [Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Pp 23-24

Ruisinger, B., & Schieberle, P. (2012). *Characterization of the key aroma compounds in rape honey by means of the molecular sensory science concept*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60(17), 4186–4194. <https://doi.org/10.1021/jf3004477>

Ordóñez L, Vázquez L, Arbones E, et al (2009). *The influence of storage time on micronutrients in bottled tomato pulp*. Food Chem 112:146–149

Sáchiko, M. (2018). Comparación del efecto cicatrizante de la miel de abeja maya (*Melipona Beecheii*) versus la miel de abeja melífera (*Apis Mellifera*) en heridas post-castración en conejos (*Oryctolagus Cuniculus*). [Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Pp 11-20

Silvano, M. F., Varela, M. S., Palacio, M. A., Ruffinengo, S. & Yamul, D. K. (2014, junio). *Physicochemical parameters and sensory properties of honeys from Buenos Aires region*. Food Chemistry, 152, 500-507. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.011>

Subovsky, M., Sosa, A., Castillo, A., Cano, N. (2004). Evaluación del contenido de hidroximetilfulfural en mieles del nordeste argentino. Agrotecnica. Nota técnica.

Coste, E., Picallo, A., Bauzá, M., Sance, M (2010). Desarrollo preliminar de descriptores para el análisis sensorial de ajos desecados y liofilizados. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 42(1),159-168. [ISSN: 0370-4661. Extraído de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837646011>

Silva, N., Duarte, A., Mendes, S., Pinto, F., et al. (2020). *CATA vs. FCP for a rapid descriptive analysis in sensory characterization of fish*. Journal of Sensory Studies. 35. 10.1111/joss.12605.

Solares, K. (2013). Estudio comparativo de los niveles de sacarosa y azúcares reductores (glucosa + fructosa) de la miel de abeja (*Apis -mellifera*). [Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Pp 7-13

Stevens, R. (2020). Apicultura para principiantes: Introducción al asombroso mundo de las abejas. Chronos Publishing LLC.

Suwonsichon, S. (2019). *The importance of sensory lexicons for research and development of food products*. In Foods (Vol. 8, Issue 1). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/foods8010027>.

Subbiah, B., Stembridge, A., Morison, K. (2015). *Measurement and Calculation of the Electrical Conductivity of Model Honey Solutions*.

Sethuraman, P., Ramesh, C. & Smita, P. (2003). *Application of principal components analysis for sensory characterization of sweet potato curd*. Journal of Root Crops, 33(1). }

Tennant, E., Chadwick, F., Alton, S., Fitzmaurice, B., & Earl, J. (2016). *The Bee Book*. Van Haren Publishing.

Tosi, E., Martinet, R., Ortega, M., Lucero, H., & Ré, E. (2008). *Honey diastase activity modified by heating*. Food Chemistry, 106(3), 883–887. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.025>

Tosun, M. (2013). *Detection of adulteration in honey samples added various sugar syrups with ¹³C/¹²C isotope ratio analysis method*. Food Chemistry, 138(2–3), 1629–1632. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.068>

Velásquez, D, y Goetschel, L. (2019). *Determinación de la calidad físico-química de la miel de abeja comercializada en Quito y comparación con la miel artificial*. Enfoque UTE, 10(2), 52-62. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n2.406>

Wu, G., Ross, C. F., Morris, C. F. & Murphy, K. M. (2017). *Lexicon Development, Consumer Acceptance, and Drivers of Liking of Quinoa Varieties*. Journal of Food Science, 82(4), 993-1005. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13677>

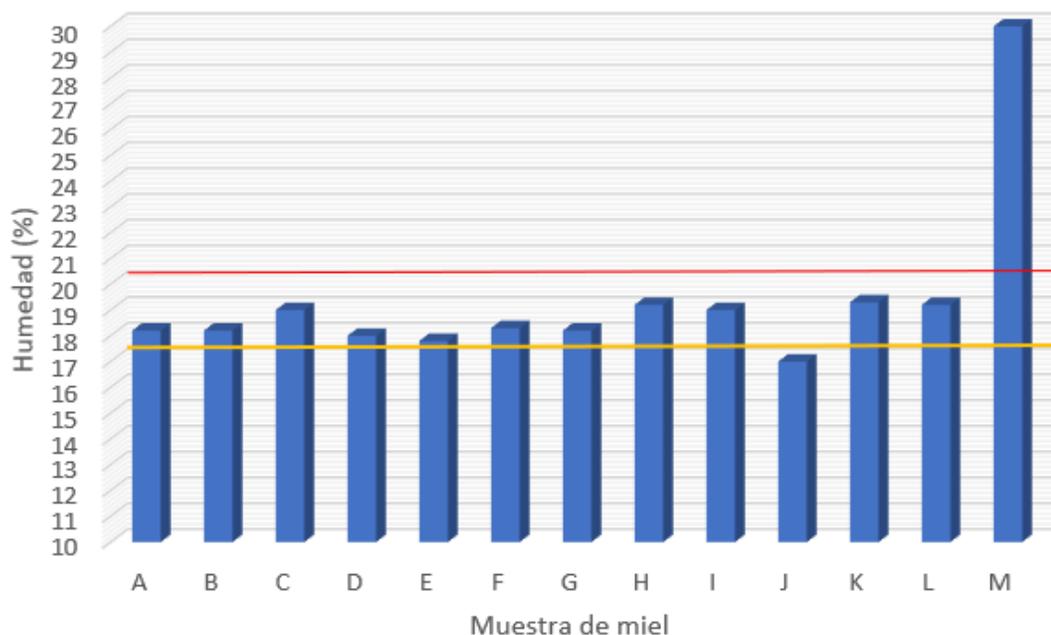
Yancis, E. (2011) *Los 22 departamentos de Guatemala*. Extraído de: <https://es.scribd.com/doc/55326543/Los-22-Departamentos-de-Guatemala>

Yu, P., Low, M. Y., & Zhou, W. (2018). *Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review*. Trends in Food Science & Technology, 71, 202–215. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.013>

Živkov Baloš, M., Popov, N., Vidaković, S., Ljubojević Pelić, D., Pelić, M., Mihaljev, E. & Jakšić, S. (2018, 16 septiembre). *Electrical conductivity and acidity of honey*. Archives of Veterinary Medicine, 11(1), 91-101. <https://doi.org/10.46784/e-avm.v11i1.20>

XI. ANEXOS

Anexo 1: Humedad



* La línea roja representa el límite máximo de humedad establecido por la COGUANOR NTG 34097

* La línea amarilla hace referencia al 17% de humedad

Anexo 2: pH y acidez expresada como miliequivalentes de ácido/kg de las mieles estudiadas

Muestra	Acidez (m.Eq de ácido/kg)	pH
A	18.93±0.004	4.5
B	55.85±0.02	3.9
C	41.78±0.003	3.9
D	79.45±0.3	3.5

Muestra	Acidez (m.Eq de ácido/kg)	pH
<i>E</i>	16.43±0.0001	3.6
<i>F</i>	48.02±0.3	4.1
<i>G</i>	34.54±0.3	4.1
<i>H</i>	39.15±0.3	4.1
<i>I</i>	61.42±0.3	3.8
<i>J</i>	34.89±0.01	3.7
<i>K</i>	50.64±0.04	3.8
<i>L</i>	30.20±0.2	3.5
<i>M</i>	65.15±0.01	4.0

* *Media y desviación estándar de duplicado*

* *Incumplimiento de la norma NTGO 34097 en negrita*

Anexo 3: Conductividad eléctrica y contenido de minerales

Muestra	Conductividad eléctrica (ms/cm)	Contenido de minerales (%)
<i>A</i>	0.620±0.07	0.21±0.01
<i>B</i>	0.987 ±0.14	0.40±0.02
<i>C</i>	0.567 ±0.14	0.23±0.04
<i>D</i>	0.586±0.07	0.23±0.01
<i>E</i>	0.139±0.07	0.11±0.09
<i>F</i>	0.880±0.14	0.41±0.05
<i>G</i>	0.623±0.14	0.07±0.06
<i>H</i>	0.717 ±0.14	0.02±0.09
<i>I</i>	0.614 ±0.14	0.06±0.004e
<i>J</i>	0.488 ±0.14	0.19±0.002

Muestra	Conductividad eléctrica (ms/cm)	Contenido de minerales (%)
<i>K</i>	0.471±0.21	0.10±0.0008
<i>L</i>	0.577±0.07	0.12±0.03
<i>M</i>	1.643±0.14	0.44±0.02

* *Media y desviación estándar de duplicado*

* *Incumplimiento de la norma NTGO 34097 en negrita*

Anexo 4: Sólidos insolubles

Muestra	Sólidos insolubles (%)
<i>A</i>	2.84±0.0019
<i>B</i>	2.83±0.14
<i>C</i>	2.55±0.043
<i>D</i>	2.80±0.14
<i>E</i>	2.97±0.15
<i>F</i>	3.68±0.36
<i>G</i>	3.61±0.010
<i>H</i>	3.00±0.38
<i>I</i>	3.54±0.12
<i>J</i>	3.14±0.37
<i>K</i>	3.26±0.39
<i>L</i>	3.96±0.31
<i>M</i>	2.68±0.02

* *Media y desviación estándar de duplicado*

Anexo 5: Perfil de azúcares

Muestra	Contenido de sacarosa (%p/v)	Contenido de glucosa (%p/v)	Contenido de fructosa (%p/v)
A	5.00	27.32	26.04
B	7.12	22.21	22.64
C	6.90	23.93	27.30
D	6.93	25.89	27.39
E	5.27	30.22	23.98
F	5.71	27.20	25.98
G	10.56	23.74	25.40
H	5.57	28.48	26.92
I	5.72	27.40	26.15
J	8.33	27.95	25.93
K	5.56	24.83	25.61
L	5.75	27.21	26.27
M	3.92	24.60	24.77

** Incumplimiento de la norma NTGO 34097 en negrita*

Anexo 6: Contenido de hidroximetilfulfural

Muestra	HMF (mg/kg)
A	340.91
B	82.51
C	11.61
D	56.53

Muestra	HMF (mg/kg)
<i>E</i>	1016.34
<i>F</i>	11.48
<i>G</i>	44.82
<i>H</i>	4.34
<i>I</i>	11.12
<i>J</i>	5.79
<i>K</i>	6.68
<i>L</i>	15.21
<i>M</i>	2.47

** Incumplimiento de la norma NTGO 34097 en negrita*

Anexo 7: Boleta de prueba triangular de sabores básicos

<p>Análisis Sensorial de Alimentos</p> <p>Pruebas filtro</p> <p style="text-align: center;">Prueba filtro de sabores</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Fecha: _____</p> <p>No. Panelista: _____</p> <p style="text-align: center;">ENCIENDA LA LUZ PARA INDICARLE AL TÉCNICO QUE ESTÁ LISTO PARA RECIBIR SUS MUESTRAS.</p> <p style="text-align: center;">RECUERDE LIMPIAR SU PALADAR TOMANDO AGUA Y COMIENDO UNA GALLETA ENTRE CADA MUESTRA.</p> <p style="text-align: center;">REVISE CUIDADOSAMENTE EL CÓDIGO DE SU MUESTRA ANTES DE ESCRIBIRLO EN EL ESPACIO CORRESPONDIENTE.</p> <p style="text-align: center;">PRUEBE SUS MUESTRAS DE IZQUIERDA A DERECHA.</p> <p style="text-align: center;"><u>EN LA PARTE DE “COMENTARIOS” INDIQUE PORQUÉ PIENSA QUE LA MUESTRA ES DIFERENTE.</u></p>		
 <p>Universidad del Valle de Guatemala Facultad de Ingeniería Ingeniería en Ciencias de Alimentos</p>		
No. de panelista:	Fecha:	Código de prueba:
<p>Instrucciones: A continuación, se presentan 3 muestras de las cuales dos son iguales y una diferente. Pruébelas de izquierda a derecha y enjuáguese la boca entre una muestra y otra.</p> <p>Escriba el código de la muestra que usted piense que es diferente en el recuadro que se muestra a continuación.</p>		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto;"></div>		
<p>Indique porqué la muestra es diferente:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		

Análisis Sensorial de Alimentos

Pruebas filtro



AL LLEGAR HASTA ESTE PUNTO HACERLO SABER AL ENCARGADO DE LA PRUEBA SENSORIAL ABRIENDO LAS PUERTAS, ESPERAR A QUE SE LE DEN INSTRUCCIONES



Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ingeniería en Ciencias de Alimentos

No. de panelista:	Fecha:	Código de prueba:
Instrucciones: A continuación, se presentan 3 muestras de las cuales dos son iguales y una diferente. Pruébelas de izquierda a derecha y enjuáguese la boca entre una muestra y otra. Escriba el código de la muestra que usted piense que es diferente en el recuadro que se muestra a continuación.		
<input type="text"/>		
Indique por qué la muestra es diferente: _____ _____ _____		

Análisis Sensorial de Alimentos

Pruebas filtro



AL LLEGAR HASTA ESTE PUNTO HACERLO SABER AL ENCARGADO DE LA PRUEBA SENSORIAL ABRIENDO LAS PUERTAS, ESPERAR A QUE SE LE DEN INSTRUCCIONES

	Universidad del Valle de Guatemala Facultad de Ingeniería Ingeniería en Ciencias de Alimentos	
No. de panelista:	Fecha:	Código de prueba:
Instrucciones: A continuación, se presentan 3 muestras de las cuales dos son iguales y una diferente. Pruébelas de izquierda a derecha y enjuáguese la boca entre una muestra y otra. Escriba el código de la muestra que usted piense que es diferente en el recuadro que se muestra a continuación.		
<input type="text"/>		
Indique por qué la muestra es diferente: _____ _____ _____		

Análisis Sensorial de Alimentos

Pruebas filtro



AL LLEGAR HASTA ESTE PUNTO HACERLO SABER AL ENCARGADO DE LA PRUEBA SENSORIAL ABRIENDO LAS PUERTAS, ESPERAR A QUE SE LE DEN INSTRUCCIONES

	Universidad del Valle de Guatemala Facultad de Ingeniería Ingeniería en Ciencias de Alimentos	
No. de panelista:	Fecha:	Código de prueba:
Instrucciones: A continuación, se presentan 3 muestras de las cuales dos son iguales y una diferente. Pruébelas de izquierda a derecha y enjuáguese la boca entre una muestra y otra. Escriba el código de la muestra que usted piense que es diferente en el recuadro que se muestra a continuación.		
<input type="text"/>		
Indique porqué la muestra es diferente: _____ _____ _____		

AL LLEGAR HASTA ESTE PUNTO HACERLO SABER AL ENCARGADO DE LA PRUEBA SENSORIAL ABRIENDO LAS PUERTAS, ESPERAR A QUE SE LE DEN INSTRUCCIONES

¡MUCHAS GRACIAS! MUY PRONTO NOS ESTAREMOS COMUNICANDO CONTIGO

Anexo 8: Hoja maestra de prueba triangular de sabores básicos

Hoja maestra tesis

HOJA MAESTRA PRUEBA TRIANGULAR DE SABORES

Fecha:

Producto: Sabor DULCE

Tipo de prueba: Prueba triangular de sabores

Muestra	Código		Descripción muestra
A	481	774	Dilución de umbral dulce
B	958	316	Blanco

PANELISTA										ÓRDEN DE PRESENTACIÓN	CÓDIGOS		
1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	AAB	481	774	958
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	ABA	481	958	774
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	BAA	958	481	774
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	BBA	958	316	481
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	BAB	958	481	316
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	ABB	481	958	316

Procedimiento:

1. Numere la bandeja según el número asignado al panelista
2. Tome las muestras A y B previamente preparadas, colóquelas en la bandeja de izquierda a derecha
3. Ordene las muestras según la tabla de codificaciones previamente asignada
4. En cada bandeja preparada incluye un lápiz, dos galletas saladas y un vaso de agua pura
5. Reciba la hoja maestra y anote el orden de presentación utilizado, analice si lo contestado fue correcto o incorrecto según lo determinado por el estudio.

HOJA MAESTRA
PRUEBA TRIANGULAR DE SABORES

Fecha:**Producto:** Sabor SALADO**Tipo de prueba:** Prueba triangular de sabores

Muestra	Código		Descripción muestra
A	931	357	Dilución de umbral salado
B	412	599	Blanco

PANELISTA											ÓRDEN DE PRESENTACIÓN	CÓDIGOS		
1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	ABA	931	357	412	
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	BAA	931	412	357	
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	BBA	412	931	357	
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	BAB	412	599	931	
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	ABB	412	931	599	
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	AAB	931	412	599	

Procedimiento:

1. Numere la bandeja según el número asignado al panelista
2. Tome las muestras A y B previamente preparadas, colóquelas en la bandeja de izquierda a derecha
3. Ordene las muestras según la tabla de codificaciones previamente asignada
4. En cada bandeja preparada incluye un lápiz, dos galletas saladas y un vaso de agua pura
5. Reciba la hoja maestra y anote el orden de presentación utilizado, analice si lo contestado fue correcto o incorrecto según lo determinado por el estudio.

**HOJA MAESTRA
PRUEBA TRIANGULAR DE SABORES**

Fecha:

Producto: Sabor AMARGO

Tipo de prueba: Prueba triangular de sabores

Muestra	Código		Descripción muestra
A	802	359	Dilución de umbral amargo
B	633	402	Blanco

PANELISTA										ÓRDEN DE PRESENTACIÓN	CÓDIGOS		
1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	BBA	802	359	633
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	BAB	802	633	359
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	ABB	633	802	359
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	AAB	633	402	802
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	ABA	633	802	402
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	BAA	802	633	402

Procedimiento:

1. Numere la bandeja según el número asignado al panelista
2. Tome las muestras A y B previamente preparadas, colóquelas en la bandeja de izquierda a derecha
3. Ordene las muestras según la tabla de codificaciones previamente asignada
4. En cada bandeja preparada incluye un lápiz, dos galletas saladas y un vaso de agua pura
5. Reciba la hoja maestra y anote el orden de presentación utilizado, analice si lo contestado fue correcto o incorrecto según lo determinado por el estudio.

HOJA MAESTRA
PRUEBA TRIANGULAR DE SABORES

Fecha:**Producto:** Sabor ÁCIDO**Tipo de prueba:** Prueba triangular de sabores

Muestra	Código		Descripción muestra
A	522	615	Dilución de umbral ácido
B	752	228	Blanco

PANELISTA										ÓRDEN DE PRESENTACIÓN	CÓDIGOS		
1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	BAA	522	615	752
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	BBA	522	752	615
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	BAB	752	522	615
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	ABB	752	228	522
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	AAB	752	522	228
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	ABA	522	752	228

Procedimiento:

1. Numere la bandeja según el número asignado al panelista
2. Tome las muestras A y B previamente preparadas, colóquelas en la bandeja de izquierda a derecha
3. Ordene las muestras según la tabla de codificaciones previamente asignada
4. En cada bandeja preparada incluye un lápiz, dos galletas saladas y un vaso de agua pura
5. Reciba la hoja maestra y anote el orden de presentación utilizado, analice si lo contestado fue correcto o incorrecto según lo determinado por el estudio.

HOJA MAESTRA
PRUEBA TRIANGULAR DE SABORES

Fecha:**Producto:** Sabor ASTRINGENTE**Tipo de prueba:** Prueba triangular de sabores

Muestra	Código		Descripción muestra
A	129	220	Dilución de umbral astringente
B	180	315	Blanco

PANELISTA										ÓRDEN DE PRESENTACIÓN	CÓDIGOS		
1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	BAB	129	220	180
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	ABB	129	180	220
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	AAB	180	129	220
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	ABA	180	315	129
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	BAA	180	129	315
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	BBA	129	180	315

Procedimiento:

1. Numere la bandeja según el número asignado al panelista
2. Tome las muestras A y B previamente preparadas, colóquelas en la bandeja de izquierda a derecha
3. Ordene las muestras según la tabla de codificaciones previamente asignada
4. En cada bandeja preparada incluye un lápiz, dos galletas saladas y un vaso de agua pura
5. Reciba la hoja maestra y anote el orden de presentación utilizado, analice si lo contestado fue correcto o incorrecto según lo determinado por el estudio.

Anexo 9: Hoja maestra de matching de aromas

Hoja maestra tesis

HOJA MAESTRA PRUEBA MATCHING DE AROMAS

Fecha:

Producto: Aromas

Tipo de prueba: Prueba coincidencia de aromas

Muestras	Código	Descripción muestra
A	703 -509	Vainilla
B	773 - 872	Lavanda
C	858 - 202	Naranja
D	136 -863	Orégano
E	957-454	Mango

PRIMER SET:

PANELISTA	ÓRDEN DE PRESENTACIÓN	CÓDIGOS				
1	ABCDE	703	773	858	136	957
2	BDACE	773	136	703	858	957
3	EADCB	957	703	136	858	773
4	ABCED	703	773	858	957	136
5	BACDE	773	703	858	136	957
6	CABDE	858	703	773	136	957
7	AEDCB	703	957	136	858	773
8	DBACE	136	773	703	858	957
9	CDEAB	858	136	957	703	773
10	EBADC	957	773	703	136	858
11	BDACE	773	136	703	858	957
12	ABCED	703	773	858	957	136
13	CABDE	858	703	773	136	957
14	DBACE	136	773	703	858	957
15	EBADC	957	773	703	136	858
16	EADCB	957	703	136	858	773
17	BACDE	773	703	858	136	957
18	AEDCB	703	957	136	858	773
19	CDEAB	858	136	957	703	773
20	ABCDE	703	773	858	136	957
21	EADCB	957	703	136	858	773
22	CABDE	858	703	773	136	957
23	CDEAB	858	136	957	703	773
24	AEDCB	703	957	136	858	773

Hoja maestra tesis

25	DBACE	136	773	703	858	957
26	BACDE	773	703	858	136	957
27	CABDE	858	703	773	136	957
28	BDACE	773	136	703	858	957
29	ABCDE	703	773	858	136	957
30	EADCB	957	703	136	858	773
31	ABCED	703	773	858	957	136
32	DBACE	136	773	703	858	957
33	EBADC	957	773	703	136	858
34	BDACE	773	136	703	858	957
35	CABDE	858	703	773	136	957
36	EADCB	957	703	136	858	773
37	CDEAB	858	136	957	703	773
38	EBADC	957	773	703	136	858
39	BACDE	773	703	858	136	957
40	ABCDE	703	773	858	136	957
41	BACDE	773	703	858	136	957
42	EBADC	957	773	703	136	858
43	ABCDE	703	773	858	136	957
44	EADCB	957	703	136	858	773
45	BACDE	773	703	858	136	957
46	AEDCB	703	957	136	858	773
47	DBACE	136	773	703	858	957
48	CABDE	858	703	773	136	957
49	ABCED	703	773	858	957	136
50	BDACE	773	136	703	858	957
51	CABDE	858	703	773	136	957
52	ABCDE	703	773	858	136	957
53	AEDCB	703	957	136	858	773
54	BDACE	773	136	703	858	957
55	DBACE	136	773	703	858	957
56	EADCB	957	703	136	858	773
57	CDEAB	858	136	957	703	773
58	ABCED	703	773	858	957	136
59	EBADC	957	773	703	136	858
60	BACDE	773	703	858	136	957
61	AEDCB	703	957	136	858	773
62	EADCB	957	703	136	858	773
63	ABCDE	703	773	858	136	957
64	BDACE	773	136	703	858	957
65	DBACE	136	773	703	858	957

Hoja maestra tesis

66	CDEAB	858	136	957	703	773
67	CABDE	858	703	773	136	957
68	EBADC	957	773	703	136	858
69	BACDE	773	703	858	136	957
70	ABCED	703	773	858	957	136
71	DBACE	136	773	703	858	957
72	BACDE	773	703	858	136	957
73	EBADC	957	773	703	136	858
74	CDEAB	858	136	957	703	773
75	AEDCB	703	957	136	858	773
76	ABCED	703	773	858	957	136
77	EADCB	957	703	136	858	773
78	BDACE	773	136	703	858	957
79	ABCDE	703	773	858	136	957
80	CABDE	858	703	773	136	957
81	CDEAB	858	136	957	703	773
82	AEDCB	703	957	136	858	773
83	EADCB	957	703	136	858	773
84	ABCDE	703	773	858	136	957
85	ABCED	703	773	858	957	136
86	DBACE	136	773	703	858	957
87	EBADC	957	773	703	136	858
88	BACDE	773	703	858	136	957
89	BDACE	773	136	703	858	957
90	CABDE	858	703	773	136	957
91	EBADC	957	773	703	136	858
92	CDEAB	858	136	957	703	773
93	DBACE	136	773	703	858	957
94	BACDE	773	703	858	136	957
95	ABCDE	703	773	858	136	957
96	CABDE	858	703	773	136	957
97	BDACE	773	136	703	858	957
98	EADCB	957	703	136	858	773
99	ABCED	703	773	858	957	136
100	AEDCB	703	957	136	858	773

SEGUNDO SET:

PANELISTA	ÓRDEN DE PRESENTACIÓN	CÓDIGOS				
		1	ABCED	509	872	202
2	DBACE	863	872	509	202	454

Hoja maestra tesis

3	EBADC	454	872	509	863	202
4	BDACE	872	863	509	202	454
5	CABDE	202	509	872	863	454
6	EADCB	454	509	863	202	872
7	CDEAB	202	863	454	509	872
8	EBADC	454	872	509	863	202
9	BACDE	872	509	202	863	454
10	ABCDE	509	872	202	863	454
11	EADCB	454	509	863	202	872
12	CABDE	202	509	872	863	454
13	CDEAB	202	863	454	509	872
14	AEDCB	509	454	863	202	872
15	DBACE	863	872	509	202	454
16	BACDE	872	509	202	863	454
17	CABDE	202	509	872	863	454
18	BDACE	872	863	509	202	454
19	ABCDE	509	872	202	863	454
20	EADCB	454	509	863	202	872
21	EBADC	454	872	509	863	202
22	CDEAB	202	863	454	509	872
23	DBACE	863	872	509	202	454
24	BACDE	872	509	202	863	454
25	ABCDE	509	872	202	863	454
26	CABDE	202	509	872	863	454
27	BDACE	872	863	509	202	454
28	EADCB	454	509	863	202	872
29	ABCED	509	872	202	454	863
30	AEDCB	509	454	863	202	872
31	BDACE	872	863	509	202	454
32	ABCED	509	872	202	454	863
33	CABDE	202	509	872	863	454
34	DBACE	863	872	509	202	454
35	EBADC	454	872	509	863	202
36	EADCB	454	509	863	202	872
37	BACDE	872	509	202	863	454
38	AEDCB	509	454	863	202	872
39	CDEAB	202	863	454	509	872
40	ABCDE	509	872	202	863	454
41	BACDE	872	509	202	863	454
42	EBADC	454	872	509	863	202
43	ABCDE	509	872	202	863	454

Hoja maestra tesis

44	EADCB	454	509	863	202	872
45	BACDE	872	509	202	863	454
46	AEDCB	509	454	863	202	872
47	DBACE	863	872	509	202	454
48	CABDE	202	509	872	863	454
49	ABCED	509	872	202	454	863
50	BDACE	872	863	509	202	454
51	CABDE	202	509	872	863	454
52	ABCDE	509	872	202	863	454
53	AEDCB	509	454	863	202	872
54	BDACE	872	863	509	202	454
55	DBACE	863	872	509	202	454
56	EADCB	454	509	863	202	872
57	CDEAB	202	863	454	509	872
58	ABCED	509	872	202	454	863
59	EBADC	454	872	509	863	202
60	BACDE	872	509	202	863	454
61	CDEAB	202	863	454	509	872
62	AEDCB	509	454	863	202	872
63	EADCB	454	509	863	202	872
64	ABCDE	509	872	202	863	454
65	ABCED	509	872	202	454	863
66	DBACE	863	872	509	202	454
67	EBADC	454	872	509	863	202
68	BACDE	872	509	202	863	454
69	BDACE	872	863	509	202	454
70	CABDE	202	509	872	863	454
71	AEDCB	509	454	863	202	872
72	EADCB	454	509	863	202	872
73	ABCDE	509	872	202	863	454
74	BDACE	872	863	509	202	454
75	DBACE	863	872	509	202	454
76	CDEAB	202	863	454	509	872
77	CABDE	202	509	872	863	454
78	EBADC	454	872	509	863	202
79	BACDE	872	509	202	863	454
80	ABCED	509	872	202	454	863
81	ABCDE	509	872	202	863	454
82	BDACE	872	863	509	202	454
83	EADCB	454	509	863	202	872
84	ABCED	509	872	202	454	863

Hoja maestra tesis

85	BACDE	872	509	202	863	454
86	CABDE	202	509	872	863	454
87	AEDCB	509	454	863	202	872
88	DBACE	863	872	509	202	454
89	CDEAB	202	863	454	509	872
90	EBADC	454	872	509	863	202
91	DBACE	863	872	509	202	454
92	BACDE	872	509	202	863	454
93	EBADC	454	872	509	863	202
94	CDEAB	202	863	454	509	872
95	AEDCB	509	454	863	202	872
96	ABCED	509	872	202	454	863
97	EADCB	454	509	863	202	872
98	BDACE	872	863	509	202	454
99	ABCDE	509	872	202	863	454
100	CABDE	202	509	872	863	454

Procedimiento:

1. Numere la bandeja según el número asignado al panelista
2. Tome las muestras A, B, C, D, E, colóquelas en la bandeja de izquierda a derecha haciendo una fila en la parte inferior de la bandeja, este será el primer set
3. Codifique las muestras según el código asignado previamente del primer set.
4. Tome las muestras A, B, C, D, E, colóquelas en la bandeja de izquierda a derecha haciendo una fila en la parte superior de la bandeja, este será el segundo set
5. Codifique las muestras según el código asignado previamente del segundo set.
6. Sirva las muestras del producto
7. Reciba la hoja maestra y anote el orden de presentación utilizado, analice si lo contestado fue correcto o incorrecto según lo determinado por el estudio.

Análisis Sensorial de Alimentos

Pruebas filtro

Prueba filtro de aromas y escalas

Nombre: _____

Fecha: _____

No. Panelista: _____



Ejercicios de escala

Instrucciones: Marque en la línea ubicada a la derecha, para indicar la proporción del área que está sombreada

Ejemplos:

-  None |-----/-----| All
-  None |-----/-----| All
-  None |-----/-----| All
- 1.  None |-----|-----| All
- 2.  None |-----|-----| All
- 3.  None |-----|-----| All
- 4.  None |-----|-----| All
- 5.  None |-----|-----| All
- 6.  None |-----|-----| All
- 7.  None |-----|-----| All
- 8.  None |-----|-----| All
- 9.  None |-----|-----| All
- 10.  None |-----|-----| All

Anexo 10: Boleta de escalas y aromas

ENCIENDA LA LUZ PARA INDICARLE AL TÉCNICO QUE ESTÁ LISTO PARA RECIBIR SUS MUESTRAS.

REVISE CUIDADOSAMENTE EL CÓDIGO DE SU MUESTRA ANTES DE ESCRIBIRLO EN EL ESPACIO CORRESPONDIENTE.

SIGA LAS INSTRUCCIONES SEGÚN SE LE INDICAN EN LA BOLETA

	Universidad del Valle de Guatemala Facultad de Ingeniería Ingeniería en Ciencias de Alimentos																						
Fecha:	No. Panelista:																						
Instrucciones:																							
Huela las 5 muestras de la primera fila siguiendo el orden de izquierda a derecha. Puede ir anotando qué aroma identifica para que lo ayude en el siguiente paso de la prueba.																							
Huela las 5 muestras de la segunda fila siguiendo el orden de izquierda a derecha. Encuentre la pareja de cada aroma con las muestras de la primera fila. Una con una línea las parejas que encontró y anote en la columna correspondiente el aroma que identificó para cada par.																							
Si siente que su olfato está saturado por los aromas, olfatee su brazo o el frasco con café por un momento hasta que ya no sienta el olfato saturado. Continúe evaluando las muestras.																							
<table border="1"><thead><tr><th>Códigos muestras línea superior</th></tr></thead><tbody><tr><td>258</td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr></tbody></table>	Códigos muestras línea superior	258						<table border="1"><thead><tr><th>Códigos muestras línea inferior</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td>536</td></tr></tbody></table>	Códigos muestras línea inferior						536	<table border="1"><thead><tr><th>Aroma que percibe en la muestra</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td> </td></tr><tr><td>Elote (Ejemplo)</td></tr></tbody></table>	Aroma que percibe en la muestra						Elote (Ejemplo)
Códigos muestras línea superior																							
258																							
Códigos muestras línea inferior																							
536																							
Aroma que percibe en la muestra																							
Elote (Ejemplo)																							
Comentarios: _____ _____																							

AL LLEGAR HASTA ESTE PUNTO HACERLO SABER AL ENCARGADO DE LA PRUEBA SENSORIAL ABRIENDO LAS PUERTAS, ESPERAR A QUE SE LE DEN INSTRUCCIONES

¡MUCHAS GRACIAS! MUY PRONTO NOS ESTAREMOS COMUNICANDO CONTIGO

Anexo 11: Porcentaje de respuestas correctas en las pruebas de preselección de los panelistas elegidos

No. panelista	Iniciales	Resultado de prueba de sabores (%)	Resultado de prueba de aromas (%)	Resultado de prueba de escalas (%)
1	AD	100	90	80
2	PL	100	95	80
3	JM	100	80	91.7
4	RD	100	80	90
5	MRDL	100	90	81.7
6	VH	100	92	86.3
7	VR	100	85	82.4
8	EP	100	90	100
9	JR	100	100	85

Anexo 12: Boleta de adulteración de mieles

Adulteración de mieles
Trabajo de graduación

EVALUACIÓN DE MIELES ADULTERADAS

Nombre: _____

No. Panelista _____

Fecha: _____

Instrucciones: A continuación, se le presentan 4 muestras y un blanco. Pruebe el sabor y aroma de las muestras de izquierda a derecha y anote el código de la muestra en donde el espacio designado. Luego de probar cada muestra, identifique y marque con una X que atributo o atributos percibe en cada una de las muestras. Recuerde tomar abundante cantidad de agua y un trozo de galleta salada entre la degustación de las muestras

EJEMPLO:

Código de muestra: 643

Posibles atributos:

<input checked="" type="checkbox"/>	Tostado	<input type="checkbox"/>	Ahumado	<input type="checkbox"/>	Vainilla
<input type="checkbox"/>	Semillas	<input type="checkbox"/>	Melocotón	<input type="checkbox"/>	Mentolado
<input type="checkbox"/>	Fresco	<input type="checkbox"/>	Limón	<input type="checkbox"/>	Caramelo
<input type="checkbox"/>	Verde	<input type="checkbox"/>	Naranja	<input type="checkbox"/>	Plástico
<input type="checkbox"/>	Alcohol	<input type="checkbox"/>	Mango	<input type="checkbox"/>	Desinfectante
<input type="checkbox"/>	Fermentado	<input type="checkbox"/>	Higo	<input type="checkbox"/>	Panela
<input type="checkbox"/>	Floral	<input type="checkbox"/>	Piña	<input type="checkbox"/>	Melaza

ENCIENDA LA LUZ PARA INDICARLE AL TÉCNICO QUE ESTÁ LISTO PARA RECIBIR SUS MUESTRAS. CUANDO LAS RECIBE PROCURE APAGAR LA LUZ.

Código de muestra: _____

Posibles atributos:

<input type="checkbox"/>	Tostado	<input type="checkbox"/>	Ahumado	<input type="checkbox"/>	Vainilla
<input type="checkbox"/>	Semillas	<input type="checkbox"/>	Melocotón	<input type="checkbox"/>	Mentolado
<input type="checkbox"/>	Fresco	<input type="checkbox"/>	Limón	<input type="checkbox"/>	Caramelo
<input type="checkbox"/>	Verde	<input type="checkbox"/>	Naranja	<input type="checkbox"/>	Plástico
<input type="checkbox"/>	Alcohol	<input type="checkbox"/>	Mango	<input type="checkbox"/>	Desinfectante
<input type="checkbox"/>	Fermentado	<input type="checkbox"/>	Higo	<input type="checkbox"/>	Panela
<input type="checkbox"/>	Floral	<input type="checkbox"/>	Piña	<input type="checkbox"/>	Melaza

Adulteración de mieles
Trabajo de graduación

Código de muestra: _____

Posibles atributos:

<input type="checkbox"/>	Tostado	<input type="checkbox"/>	Ahumado	<input type="checkbox"/>	Vainilla
<input type="checkbox"/>	Semillas	<input type="checkbox"/>	Melocotón	<input type="checkbox"/>	Mentolado
<input type="checkbox"/>	Fresco	<input type="checkbox"/>	Limón	<input type="checkbox"/>	Caramelo
<input type="checkbox"/>	Verde	<input type="checkbox"/>	Naranja	<input type="checkbox"/>	Plástico
<input type="checkbox"/>	Alcohol	<input type="checkbox"/>	Mango	<input type="checkbox"/>	Desinfectante
<input type="checkbox"/>	Fermentado	<input type="checkbox"/>	Higo	<input type="checkbox"/>	Panela
<input type="checkbox"/>	Floral	<input type="checkbox"/>	Piña	<input type="checkbox"/>	Melaza

Código de muestra: _____

Posibles atributos:

<input type="checkbox"/>	Tostado	<input type="checkbox"/>	Ahumado	<input type="checkbox"/>	Vainilla
<input type="checkbox"/>	Semillas	<input type="checkbox"/>	Melocotón	<input type="checkbox"/>	Mentolado
<input type="checkbox"/>	Fresco	<input type="checkbox"/>	Limón	<input type="checkbox"/>	Caramelo
<input type="checkbox"/>	Verde	<input type="checkbox"/>	Naranja	<input type="checkbox"/>	Plástico
<input type="checkbox"/>	Alcohol	<input type="checkbox"/>	Mango	<input type="checkbox"/>	Desinfectante
<input type="checkbox"/>	Fermentado	<input type="checkbox"/>	Higo	<input type="checkbox"/>	Panela
<input type="checkbox"/>	Floral	<input type="checkbox"/>	Piña	<input type="checkbox"/>	Melaza

Código de muestra: _____

Posibles atributos:

<input type="checkbox"/>	Tostado	<input type="checkbox"/>	Ahumado	<input type="checkbox"/>	Vainilla
<input type="checkbox"/>	Semillas	<input type="checkbox"/>	Melocotón	<input type="checkbox"/>	Mentolado
<input type="checkbox"/>	Fresco	<input type="checkbox"/>	Limón	<input type="checkbox"/>	Caramelo
<input type="checkbox"/>	Verde	<input type="checkbox"/>	Naranja	<input type="checkbox"/>	Plástico
<input type="checkbox"/>	Alcohol	<input type="checkbox"/>	Mango	<input type="checkbox"/>	Desinfectante
<input type="checkbox"/>	Fermentado	<input type="checkbox"/>	Higo	<input type="checkbox"/>	Panela
<input type="checkbox"/>	Floral	<input type="checkbox"/>	Piña	<input type="checkbox"/>	Melaza

**ENCIENDA LA LUZ PARA INDICARLE AL TÉCNICO QUE
FINALIZÓ LA PRUEBA**

Anexo 13: Hoja maestra de adulteración de mieles

Hoja maestra tesis

HOJA MAESTRA PRUEBA DE ADULTERACIÓN

Sesión de adulteración: 1

Adulterante: Melocotón en almíbar

Muestra	Código		Descripción muestra
BLC	BLC	BLC	Miel sin adulterante
A	136	127	Melocotón en almíbar
B	152	629	Dilución de agua panela
C	875	423	Saborizante de menta

PANELISTA		ORDEN DE PRESENTACIÓN	CÓDIGOS		
1	5	BLC-A-B-C	136	152	875
2	6	BLC-A-B-C	127	629	423
3	7	BLC-A-B-C	136	152	875
4	8	BLC-A-B-C	127	629	423

Procedimiento:

1. Numere la bandeja según el número asignado al panelista
2. Tome las muestras A, B y C previamente preparadas y el blanco, colóquelas en la bandeja de izquierda a derecha
3. Ordene las muestras según la tabla de codificaciones previamente asignada
4. En cada bandeja preparada incluye un lápiz, dos galletas saladas y un vaso de agua pura

NOTA: El orden de presentación es el mismo considerando las intensidades de las muestras para que no distorsionen el paladar de los panelistas

Sesión de adulteración: 2

Adulterante: Melocotón en almibar

Muestra	Código		Descripción muestra
BLC	BLC	BLC	Miel sin adulterante
A	965	451	Cerveza
B	321	784	Aceite esencial de ciprés
C	579	174	Saborizante de naranja

PANELISTA		ORDEN DE PRESENTACIÓN	CÓDIGOS		
1	5	BLC-A-B-C	965	321	579
2	6	BLC-A-B-C	451	784	174
3	7	BLC-A-B-C	965	321	579
4	8	BLC-A-B-C	451	784	174

Procedimiento:

1. Numere la bandeja según el número asignado al panelista
2. Tome las muestras A, B y C previamente preparadas y el blanco, colóquelas en la bandeja de izquierda a derecha
3. Ordene las muestras según la tabla de codificaciones previamente asignada
4. En cada bandeja preparada incluye un lápiz, dos galletas saladas y un vaso de agua pura

NOTA: El orden de presentación es el mismo considerando las intensidades de las muestras para que no distorsionen el paladar de los panelistas

Anexo 14: Porcentaje de respuestas correctas en la prueba de adulteración de mieles de los panelistas

No. panelista	Iniciales	Resultado de la prueba de mieles adulteradas (%)
1	AD	83.3
2	PL	91.7
3	JM	83.3
4	RD	83.3
5	MRDL	83.3
6	VH	91.7
7	EP	91.7
8	JR	91.7

Anexo 15: Boleta de prueba de intensidad de atributos

Evaluación de mieles
Trabajo de graduación

EVALUACIÓN DE MIELES

Nombre: _____

No. Panelista _____

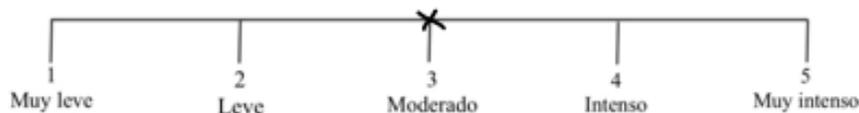
Fecha: _____

Instrucciones: A continuación, se le presentarán muestras de mieles y referencias de atributos. Pruebe cada muestra, anote el código de la muestra y el atributo que está evaluando en el espacio asignado. Proceda a probar las referencias en base a estas determine la intensidad de los atributos percibidos en cada muestra en la escala de intensidad presentada marcando con una X el valor de intensidad que considere correcto. Recuerde hacer uso del café para aclarar su olfato y limpiar su paladar con un trozo de galleta y agua. Cada vez que termine de evaluar una muestra, encienda la luz para indicarle al técnico que ha terminado

EJEMPLO:

Código de muestra: 894

Atributo evaluado: Naranja



ENCIENDA LA LUZ PARA INDICARLE AL TÉCNICO QUE ESTÁ LISTO PARA RECIBIR SUS MUESTRAS. CUANDO LAS RECIBE PROCURE APAGAR LA LUZ.

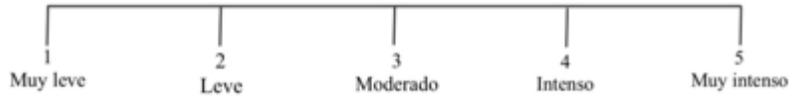
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



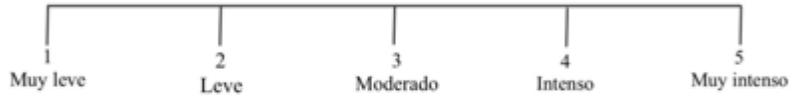
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



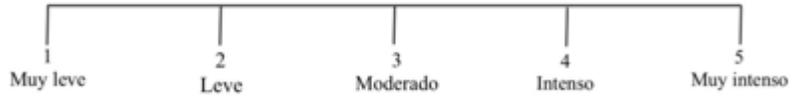
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



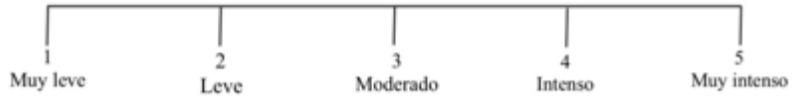
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



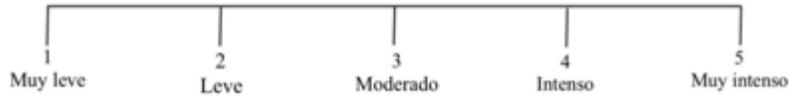
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



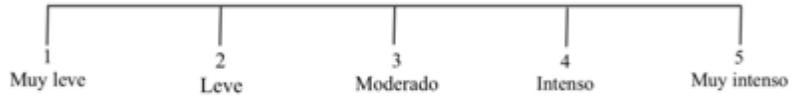
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



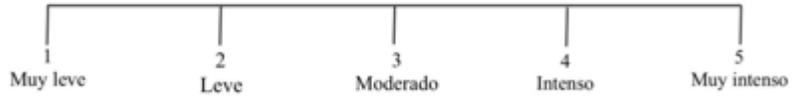
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



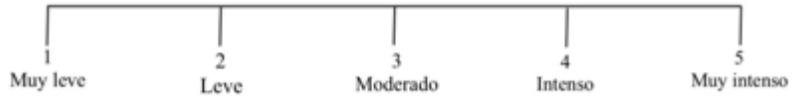
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



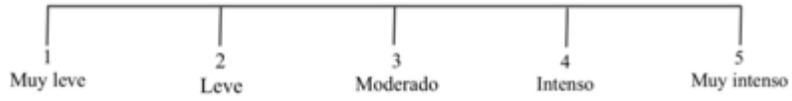
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



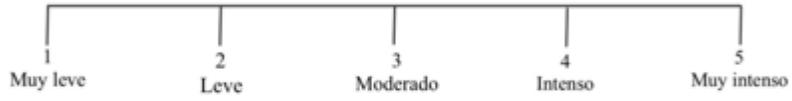
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



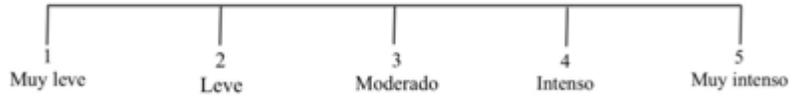
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



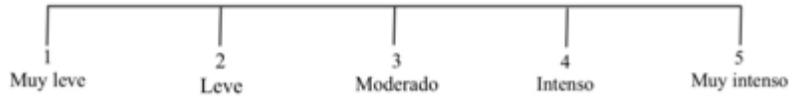
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



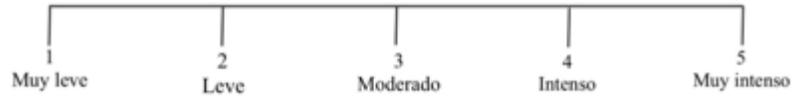
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



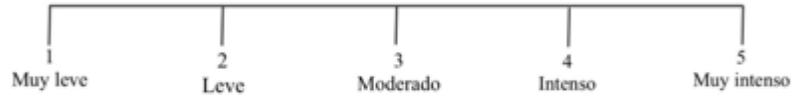
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



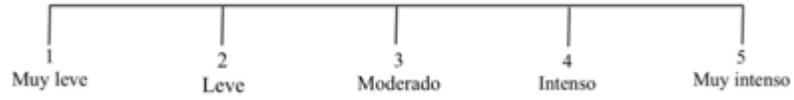
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



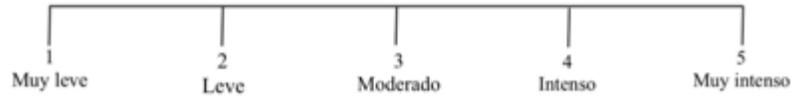
Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



Código de muestra: _____

Atributo evaluado: _____



Anexo 16: Promoción de convocatoria para posibles panelistas



¿Te gusta la miel de abeja?

¿Te gustaría formar parte del primer grupo entrenado de catadores de mieles en Guatemala?

SI TE INTERESA, LLENA ESTA PEQUEÑA ENCUESTA:

[HTTPS://FORMS.GLE/BTTKAMCI_RWYMIRV6](https://forms.gle/BTTKAMCI_RWYMIRV6)



Anexo 18: Encuesta preselección

Cuestionario pre selección segunda convocatoria

Hola! Si quieres se parte del primer estudio sensorial de mieles de abeja en Guatemala, esta encuesta es para tí! Te invitamos a que llenes estas breves preguntas para formar parte del estudio que estaremos llevando a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad del Valle de Guatemala. Además, si necesitas horas de beca, al participar en el estudio podras completarlas. Recuerda que podrías contribuir al primer material didáctico sensorial y al primer léxico sensorial de mieles en Guatemala. Desde ya agradecemos tu interés y esperamos que puedas formar parte de este grupo seleccionado para la evaluación sensorial de miel de abeja.

Nota importante: si ya participaste una vez y/o ya respondiste la encuesta, agradecemos tu participación y tu colaboración al no volver a contestarla

Para resolución de dudas e inquietudes acerca del estudio que se estará realizando, escribir vía WhatsApp al 5207-0029 o 3018-4071.

 (no compartidos) [Cambiar de cuenta](#) 

***Obligatorio**

Correo *

Tu respuesta _____

Nombre *

Tu respuesta _____

Edad *

- 18-24
- 25-30
- 31-35
- 36-40
- 41-45
- 46-50
- 51 o más

Género *

- Femenino
- Masculino
- Prefiero no decirlo

Número telefónico

Tu respuesta _____

Ocupación *

Tu respuesta _____

En caso que trabaje, indique su localización de trabajo

Tu respuesta _____

Si es estudiante de la Univeridad del Valle De Guatemala ¿Necesita horas de beca? *

- Sí
- No

¿Qué año de su carrera está cursando actualmente? *

- Primer año
- Segundo año
- Tercer año
- Cuarto año
- Quinto año
- Sexto año

De las siguientes opciones, marque todas las casillas que se acoplen a su disponibilidad *

- Lunes de 12:00-13:00 p.m
- Lunes de 15:00-16:00 p.m
- No tengo disponibilidad en estos horarios

¿Tiene alguna de estas condiciones médicas? *

- Dentadura postiza
- Diabetes
- Afección dental o de encillas
- Hipoglicemia
- Hipertensión
- No padezco de ninguna de estas condiciones médicas

¿Padece de alergias alimentarias? *

- Sí
- No

Si su respuesta anterior fue sí, describa que alergias padece

Texto de respuesta larga



¿Padece de alergias alimentarias? *

Sí

No

Si su respuesta anterior fue sí, describa que alergias padece

Tu respuesta

¿Toma algún medicamento que afecte sus sentidos, especialmente el gusto y el olfato? *

Sí

No

Tal vez

¿Es fumador activo? *

Sí

No

Enviar

Borrar formulario

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Este formulario se creó en Universidad del Valle de Guatemala. [Notificar uso inadecuado](#)

Google Formularios

Anexo 19: Matriz de correlación de Pearson entre las variables sensoriales y resultados fisicoquímicos

Correlaciones

		Sacarosa	Fructosa	Glucosa	HMF	Humedad	Cenizas	CE	SS	Acidez	Color	Caramelo	Floral	Plástico	Confite	Quemado	F.seco	Fresco	Vegetal	F.citrico	Ftropical	Ferm ento
Sacarosa	a	1	-.351	.026	-.218	-.499	-.065	-.293	.209	-.071	.160	-.038	-.002	-.042	.092	-.040	-.093	.506	-.113	-.001	.203	-.251
	b		.239	.932	.474	.082	.833	.331	.493	.818	.601	.901	.994	.891	.764	.896	.764	.078	.714	.997	.505	.408
Fructosa	a	-.351	1	.236	.521	-.248	-.632*	-.478	.223	-.463	-.533	-.332	-.373	-.358	-.457	.032	.414	-.174	.130	.599*	-.135	-.401
	b	.239		.437	.068	.414	.020	.099	.465	.111	.061	.268	.209	.230	.116	.917	.160	.570	.673	.030	.660	.174
Glucosa	a	.026	.236	1	-.400	-.151	-.375	-.226	.074	.120	-.495	-.512	.286	-.234	-.636*	.207	-.090	.220	.059	-.339	-.406	.225
	b	.932	.437		.175	.621	.206	.458	.809	.697	.085	.073	.344	.442	.019	.497	.771	.470	.849	.257	.168	.461
HMF	a	-.218	.521	-.400	1	-.196	-.296	-.471	-.195	-.558*	-.099	.119	-.177	-.158	-.087	-.250	.741**	-.172	-.119	.804**	.016	-.249
	b	.474	.068	.175		.521	.326	.104	.523	.048	.748	.698	.564	.606	.779	.411	.004	.573	.698	.001	.959	.412
Humedad	a	-.499	-.248	-.151	-.196	1	.465	.821**	-.274	.364	.155	-.154	-.028	.852**	-.112	-.162	-.195	-.204	-.095	-.234	-.269	.511
	b	.082	.414	.621	.521		.110	.001	.364	.221	.614	.616	.927	.000	.716	.597	.524	.504	.757	.442	.374	.074
Cenizas	a	-.065	-.632*	-.375	-.296	.465	1	.767**	-.518	.639*	.780**	.465	-.157	.415	.551	.234	-.093	.110	.029	-.360	.316	.337
	b	.833	.020	.206	.326	.110		.002	.070	.019	.002	.109	.608	.158	.051	.441	.763	.721	.924	.227	.293	.260
CE	a	-.293	-.478	-.226	-.471	.821**	.767**	1	-.215	.508	.358	.171	-.198	.729**	.224	.008	-.443	.011	.167	-.511	.035	.293
	b	.331	.099	.458	.104	.001	.002		.482	.077	.229	.577	.518	.005	.462	.980	.129	.972	.586	.074	.908	.331
SS	a	.209	.223	.074	-.195	-.274	-.518	-.215	1	-.178	-.300	-.311	-.298	-.146	-.102	.024	-.247	.296	.373	-.109	-.261	-.454
	b	.493	.465	.809	.523	.364	.070	.482		.561	.319	.302	.323	.635	.741	.937	.415	.326	.210	.722	.389	.119
Acidez	a	-.071	-.463	.120	-.558*	.364	.639*	.508	-.178	1	.571*	-.129	.029	.240	.287	.493	-.017	.285	.061	-.497	-.204	.615*
	b	.818	.111	.697	.048	.221	.019	.077	.561		.042	.675	.926	.430	.342	.087	.955	.346	.844	.084	.503	.025
Color	a	.160	-.533	-.495	-.099	.155	.780**	.358	-.300	.571*	1	.400	-.257	.187	.635*	.421	.229	.120	-.250	-.084	.338	.274
	b	.601	.061	.085	.748	.614	.002	.229	.319	.042		.175	.397	.540	.020	.152	.451	.696	.409	.784	.259	.365

Caramelo	a	-.038	-.332	-.512	.119	-.154	.465	.171	-.311	-.129	.400	1	-.179	-.171	.669 [†]	.073	-.179	-.232	-.123	-.172	.761 ^{***}	-.277
	b	.901	.268	.073	.698	.616	.109	.577	.302	.675	.175		.560	.577	.012	.812	.558	.445	.690	.574	.003	.360
Floral	a	-.002	-.373	.286	-.177	-.028	-.157	-.198	-.298	.029	-.257	-.179	1	-.169	-.162	-.320	-.177	-.230	-.121	-.170	-.229	.510
	b	.994	.209	.344	.564	.927	.608	.518	.323	.926	.397	.560		.580	.598	.286	.562	.450	.693	.578	.451	.075
Plástico	a	-.042	-.358	-.234	-.158	.852 ^{***}	.415	.729 ^{***}	-.146	.240	.187	-.171	-.169	1	-.155	-.306	-.170	.125	-.116	-.163	-.219	.350
	b	.891	.230	.442	.606	.000	.158	.005	.635	.430	.540	.577	.580		.614	.309	.579	.683	.705	.595	.471	.241
Confite	a	.092	-.457	-.636 [†]	-.087	-.112	.551	.224	-.102	.287	.635 [†]	.669 [†]	-.162	-.155	1	.381	-.162	-.210	-.111	-.156	.499	-.251
	b	.764	.116	.019	.779	.716	.051	.462	.741	.342	.020	.012	.598	.614		.199	.597	.491	.718	.612	.083	.409
Quemado	a	-.040	.032	.207	-.250	-.162	.234	.008	.024	.493	.421	.073	-.320	-.306	.381	1	.159	.054	-.220	-.308	-.077	-.029
	b	.896	.917	.497	.411	.597	.441	.980	.937	.087	.152	.812	.286	.309	.199		.603	.861	.471	.305	.801	.925
Fseco	a	-.093	.414	-.090	.741 ^{***}	-.195	-.093	-.443	-.247	-.017	.229	-.179	-.177	-.170	-.162	.159	1	.191	-.122	.652 [†]	-.230	.144
	b	.764	.160	.771	.004	.524	.763	.129	.415	.955	.451	.558	.562	.579	.597	.603		.532	.692	.016	.450	.638
Fresco	a	.506	-.174	.220	-.172	-.204	.110	.011	.296	.285	.120	-.232	-.230	.125	-.210	.054	.191	1	.495	-.221	-.298	.054
	b	.078	.570	.470	.573	.504	.721	.972	.326	.346	.696	.445	.450	.683	.491	.861	.532		.085	.467	.323	.862
Vegetal	a	-.113	.130	.059	-.119	-.095	.029	.167	.373	.061	-.250	-.123	-.121	-.116	-.111	-.220	-.122	.495	1	-.117	-.157	-.188
	b	.714	.673	.849	.698	.757	.924	.586	.210	.844	.409	.690	.693	.705	.718	.471	.692	.085		.704	.608	.538
Fcitrico	a	-.001	.599 [†]	-.339	.804 ^{***}	-.234	-.360	-.511	-.109	-.497	-.084	-.172	-.170	-.163	-.156	-.308	.652 [†]	-.221	-.117	1	.125	-.264
	b	.997	.030	.257	.001	.442	.227	.074	.722	.084	.784	.574	.578	.595	.612	.305	.016	.467	.704		.684	.383
Ftropical	a	.203	-.135	-.406	.016	-.269	.316	.035	-.261	-.204	.338	.761 ^{***}	-.229	-.219	.499	-.077	-.230	-.298	-.157	.125	1	-.355
	b	.505	.660	.168	.959	.374	.293	.908	.389	.503	.259	.003	.451	.471	.083	.801	.450	.323	.608	.684		.233
Fermento	a	-.251	-.401	.225	-.249	.511	.337	.293	-.454	.615 [†]	.274	-.277	.510	.350	-.251	-.029	.144	.054	-.188	-.264	-.355	1
	b	.408	.174	.461	.412	.074	.260	.331	.119	.025	.365	.360	.075	.241	.409	.925	.638	.862	.538	.383	.233	

* a = coeficiente de correlación de Pearson

** b= sig (0.05) dos colas*

**En amarillo se muestran las correlaciones significativas a un nivel de 0.05*