

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERO EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**Desarrollo del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) para caracterizar
las cualidades sensoriales de Miel de Agave.**

Por:

ANA KAREN ELIAS RODRÍGUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

**Desarrollo del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) para caracterizar
las cualidades sensoriales de Miel de Agave.**

Por:

ANA KAREN ELIAS RODRÍGUEZ


TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:


INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:

COMITÉ ASESOR


Dra. Xóchitl Ruelas Chacón
Asesor Principal


M. E. Laura Olivia Fuentes Lara
Coasesor


M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla
Coasesor


Dr. José Dueñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

**Desarrollo del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) para caracterizar
las cualidades sensoriales de Miel de Agave.**

Por:

ANA KAREN ELIAS RODRÍGUEZ

TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

JURADO CALIFICADOR



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla
Presidente



Dr. José Daniel Corona Flores
Vocal



M.E. Laura Olivia Fuentes Lara
Vocal



Dra. Xóchitl Ruelas Chacón
Vocal Suplente

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2019

DEDICATORIAS

A Dios

Por darme la vida y guiarme por el buen camino y permitirme realizar este sueño para poder ser alguien en la vida.

A mis padres: José de Jesús Elias Juárez y Ana Bertha Rodríguez Licea.

Con todo mi amor, cariño y admiración les dedico uno de mis logros que sin ustedes no habría sido posible. A ti papi por ser mi fiel consejero y amigo, por siempre escucharme y darme tus sabios consejos, por ser mi mayor ejemplo. A ti mami por ser mi amiga, por ser una valiente y gran mujer. A los dos por ser los mejores guías para mí, por siempre estar unidos y hacer que los sacrificios rindan frutos. Los amo.

A mis hermanos: José Luis, Cristabel, Jesús, Dalia y Joselyn, por ser mis mejores amigos y grandes compañeros, por acompañarme y darme su apoyo en todo momento. Los quiero mucho.

A todos mis Familiares: Por darme su apoyo y motivación desde el inicio de mis estudios y por ser parte del ejemplo a seguir. Los quiero mucho. Dios me los bendiga siempre.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y por permitirme estudiar y terminar mi carrera profesional en compañía de mis seres queridos.

A mi **Alma Terra Mater** la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por ser la mejor y más bonita universidad, por permitirme formarme como profesionista con la ayuda de sus maestros y sobre todo por darme la oportunidad de adentrarme a este bello mundo del saber.

Al Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

A la **Dra. Xochitl Ruelas Chacón** por darme la oportunidad de realizar este trabajo de tesis, por su paciencia y colaboración sin su ayuda no habría sido nada de esto posible, por ser mi tutora y brindarme su tiempo y el mejor apoyo y cariño en todo el transcurso de mi carrera.

Al **MC. Oscar Noé Reboloso Padilla** por su valiosa participación en la revisión de este proyecto.

Al **M. E. Laura Olivia Fuentes Lara** por su tiempo dedicado en la revisión de este trabajo.

Al **Dr. José Daniel Corona Flores** por su tiempo dedicado en la revisión de este trabajo.

A mis compañeros y amigos de generación: **Luis Daniel, Marcela, Dolores, Luis Ángel, Marina y Heriberto** por ser personas importantes en mi vida por caminar junto conmigo en esta bella trayectoria y por darme su valiosa amistad y apoyo en todo momento.

A mi novio: **Lino Diaz Orozco**, por darme tu amor y apoyo cuando más lo necesite y por enseñarme muchas cosas de la vida.

A las alumnas de ICTA. **Ana Rosa, Anahí, Belén, Brenda, Carmen, Eligia, Fernanda, Itzel, Josseline, Julissa, Mayra, Nicté, y Sandra**, por su valiosa participación como jueces en la realización de este trabajo, por su compromiso y seriedad en todo momento.

INDICE GENERAL

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE DE CUADROS	V
INDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN.....	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	4
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
1.2 HIPÓTESIS.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Miel de Agave	5
2.1.1 Historia	6
2.1.2 Obtención de la miel de agave.....	7
2.1.3 Proceso de producción	8
2.1.4 Beneficios a la salud	10
2.1.5 Personas que la pueden consumir	11
2.1.6 Propiedades.....	11
2.1.7 Aplicación industrial.....	12
2.1.8 Comercialización de miel de agave a nivel nacional	13
2.2 Evaluación Sensorial.....	14
2.2.1 Tipos de pruebas.....	15
2.2.2 Tipos de jueces.....	18
2.2.3 Lugares para realizar las pruebas sensoriales	19
2.3 Aplicación de la evaluación sensorial	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Materiales	23
3.1.1 Materia Prima.....	23
3.2 METODOLOGÍA.....	25
3.2.1 Fase de selección.....	25
3.2.2 Fase de inducción	25
3.2.3 Fase de generación de descriptores.....	25
3.2.4 Fase de selección de descriptores.....	26
3.2.5 Fase de entrenamiento	26

3.2.6 Fase de prueba.....	27
3.2.7 Fase de análisis de resultados	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Diseño experimental	28
4.2. Análisis de varianza de las muestras de Miel de Agave	28
4.3. Promedio de los catorce atributos sensoriales.....	31
4.4. Análisis de componentes principales.....	41
5. CONCLUSIONES	47
6. LITERATURA CITADA.....	48
7. ANEXOS	55
7.1 Análisis de varianza de los catorce atributos generados	55
7.1.1 Olor a azúcar.....	55
7.1.2 Olor dulce	55
7.1.3 Olor a Vainilla	56
7.1.4 Apariencia Viscosa	56
7.1.5 Apariencia con burbujas	57
7.1.6 Apariencia líquida	57
7.1.7 Apariencia cristalina.....	58
7.1.8 Color ámbar	58
7.1.9 Color amarillo claro	59
7.1.10 Aroma a caramelo	59
7.1.11 Aroma dulce	60
7.1.12 Aroma fresco mentolado.....	60
7.1.13 Aroma astringente	61
7.1. 14 Textura viscosa	61

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Materia prima y material utilizado durante la evaluación.	24
CUADRO 2 Resultados del ANVA de seis muestras de miel de agave comercial y estudio de medias de Tukey considerando los catorce atributos definidos por el panel entrenado.....	29
CUADRO 3 Resultados del ANVA de seis muestras de miel de agave comercial y estudio de medias por el método de Tukey evaluando los catorce atributos definidos por el panel entrenado.....	31
CUADRO 4 Valores de los componentes principales donde los valores más destacados son los componentes principales 1 y 2 (CP1 y CP2).....	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Jueces durante la generación de descriptores.	26
Figura 2. Jueces en sesión de entrenamiento.	26
Figura 3. Jueces en sesión de evaluación.	27
Figura 4. Jueces proporcionando datos para analizar.	27
Figura 5. Valores promedio de la intensidad de 14 atributos sensoriales de seis mieles de agave mexicanas.	32
Figura 6. Valores promedio de la intensidad del atributo olor a azúcar en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	32
Figura 7. Valores promedio de la intensidad del atributo olor dulce en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	33
Figura 8. Valores promedio de la intensidad del atributo olor a vainilla en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	33
Figura 9. Valores promedio de la intensidad del atributo apariencia viscosa en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	34
Figura 10. Valores promedio de la intensidad del atributo apariencia con burbujas en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	35
Figura 11. Valores promedio de la intensidad del atributo apariencia líquida en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	35
Figura 12. Valores promedio de la intensidad del atributo apariencia cristalina en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	36
Figura 13. Valores promedio de la intensidad del atributo color ámbar en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	37
Figura 14. Valores promedio de la intensidad del atributo color amarillo claro en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	37
Figura 15. Valores promedio de la intensidad del atributo aroma caramelo en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	38
Figura 16. Valores promedio de la intensidad del atributo aroma dulce en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	39
Figura 17. Valores promedio de la intensidad del atributo aroma fresco mentolado en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	39
Figura 18. Valores promedio de la intensidad del atributo aroma astringente en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	40
Figura 19. Valores promedio de la intensidad del atributo textura viscosa en las seis marcas de miel de agave evaluadas.	40
Figura 20. Análisis de componentes principales de variables sensoriales de seis mieles de agave evaluadas, A) representación en el plano de los primeros componentes, B) la representación en el plano de los componentes primero y tercero.	42
Figura 21. Análisis de componentes principales (CP1 y CP2) de los principales descriptores sensoriales de seis mieles evaluadas.	43
Figura 22. Análisis de componentes principales de puntuación (CP1 y CP2) de los principales descriptores sensoriales de seis mieles de agave evaluadas.	44
Figura 23. Análisis de componentes principales de sedimentación de los principales descriptores sensoriales de seis mieles de agave.	45

RESUMEN

La miel de agave es apreciada por los consumidores por su variedad de sabores, aromas y otras características que impactan en su comercialización y precio y brindan información sobre su calidad y autenticidad. El gran número de marcas comerciales y distribuidores de jarabe de agave refleja un incremento en su producción y aceptación.

La evaluación sensorial es una ciencia que en la actualidad tiene gran importancia en la industria de los alimentos debido a su aplicación desde el proceso de producción, desarrollo de nuevos productos, comparación o mejoramiento de productos ya existentes y conocimiento en gustos y preferencias de los consumidores, debido a la información que nos proporciona la evaluación sensorial se logra definir la calidad de los alimentos.

Existe la valoración sensorial de jarabes y endulzantes naturales como lo es la miel de abeja, así como también, análisis físico-químicos que son muy importantes para determinar la calidad de un producto.

Gracias a los beneficios en la salud que brinda la miel de agave ésta ha sido valorada mediante análisis físico-químicos.

Actualmente no existen análisis que valoren las cualidades sensoriales de dicha miel.

En este trabajo se realizó el desarrollo un análisis sensorial realizado por un panel entrenado, ya que no hay ningún instrumento capaz de medir este tipo de sensaciones, aplicando la técnica del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) por ser una técnica muy completa para obtener el perfil sensorial de un alimento.

El objetivo de este trabajo fue establecer un perfil descriptivo de miel de agave desarrollando un léxico mediante el método del análisis descriptivo (QDA). QDA es objetivo, eficaz y poderoso, se utilizó para describir las características sensoriales de seis mieles mexicanas de agave. Para el trabajo se contó con la participación de 13 personas que fungieron como panelistas entrenados, los

cuales desarrollaron las características descriptivas de las mieles de agave basándose en un léxico descriptivo que ellos mismos definieron.

El procedimiento propuesto y el léxico pueden ser una guía de calidad descriptiva útil para los investigadores y para la industria mexicana de la miel de agave.

Palabras claves: Análisis descriptivo cuantitativo, análisis de componentes principales, miel de agave mexicana, evaluación sensorial de miel de agave.

1. INTRODUCCIÓN

En la época prehispánica no había mejor postre que las variadas y sabrosas frutas derivadas de los muy diversos ecosistemas de nuestro territorio. Sin embargo, también había distintas preparaciones elaboradas con miel de caña de maíz o miel de maguey (Rojas, 2012).

Se le llama miel o jarabe de agave (*Agave tequilana Weber var. azul*) a toda sustancia dulce y natural producida por hidrólisis de los fructanos almacenados en la piña de la planta de maguey libre de contener aditivos alimentarios, almidones, melazas, glucosa, dextrinas, fructosa u otros azúcares de otro origen (SAGARPA, 2015).

Las plantas del género *Agave* almacenan fructanos (polímeros de fructosa) como principal carbohidrato de reserva. *Agave Tequilana Weber variedad azul* sobresale como un cultivo con importancia agronómica en México al ser la materia prima principal para la elaboración de una variedad de productos entre los cuales destaca el tequila, la fibra dietética y el jarabe de agave.

La miel de agave también considerado como jarabe o néctar de agave, es un endulzante natural que ha sido aceptado por México y otros países al brindar una gran variedad de beneficios a la salud de las personas. Entre los grandes beneficios destacan su capacidad prebiótica, su bajo índice glucémico y su potencial como antioxidante, entre otros (Mellado, 2013).

Se estima que el jarabe de agave tiene el doble poder edulcorante que el azúcar común gracias a su composición, principalmente fructosa y dextrosa o glucosa. Esta es la razón que hace que sea tan estimado como endulzante y que se considere un excelente potenciador del sabor y del aroma, al utilizarlo solo o en combinación con otros productos alimenticios de consumo humano (SAGARPA, 2015).

El gran número de marcas comerciales y distribuidores de jarabe de agave azul reflejan el incremento de su producción y aceptación.

El crecimiento en el consumo y la aceptación de este producto ha ido avanzando por lo que, ya hay estudios físico-químicos que permiten conocer la composición de tan beneficioso producto (SAGARPA, 2015).

Hoy en día determinar la calidad total de un producto es evaluarlo no solo mediante análisis físico-químicos, si no también aplicando la evaluación sensorial. La miel de agave posee características sensoriales muy apreciadas que para determinarlas se recurre al análisis sensorial realizado por un panel de evaluadores seleccionados y entrenados, ya que no existe mejor instrumento (Maurichi, 2016).

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, es importante para la industria de alimentos, para los profesionales encargados de la estandarización del proceso y los productos, para los encargados de la producción y promoción de los productos alimenticios, y sobre todo para conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (Hernández, 2005).

Azaldúa-Morales (1994), define a la evaluación sensorial como el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Asimismo, el Instituto de Tecnólogos de Alimentos de EE.UU. (IFT) define la evaluación sensorial como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de vista, olfato, gusto y oído (Picallo, 2009).

La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir *sentido*. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos y microbiológicos. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea sus cinco sentidos (Azaldúa-Morales, 1994).

Esta ciencia tiene una amplia aplicación en la industria no solo de la producción de alimentos si no en otras como la industria de la perfumería o la de la producción de pinturas, para el caso de la industria alimentaria se puede emplear la evaluación sensorial durante todo el proceso de producción, es decir que se hace uso de esta para desarrollar nuevos productos, comprar productos ya existentes, mejorar algún producto, reducir los costos de producción, sustituir, disminuir o aumentar algún ingrediente o modificar el proceso de producción y determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores, entre otras aplicaciones (Aguilar, 2007).

Además se hace referencia principalmente a si existen o no diferencia entre dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se trata de describir y medir las diferencias que se puedan presentar (pruebas descriptivas) y por último se pretende conocer el grado de preferencia, de gusto o disgusto y de satisfacción que pueda presentar un panelista por un producto determinado. Es así entonces que el análisis sensorial a través de cada una de las pruebas permite conceptuar sobre un producto alimenticio para así poder llegar a tomar decisiones (Lawless y Heymann, 2010).

Para llevar a cabo un perfil descriptivo, los panelistas están entrenados para detectar y memorizar la característica de evaluar. Por lo tanto, el análisis sensorial permite identificar y medir los atributos del producto, con los resultados que se analizan y se interpretan estadísticamente (Lawless y Heymann, 2010).

El análisis cuantitativo descriptivo (QDA) es método ampliamente utilizado en el análisis sensorial por ser el más completo a la hora de obtener un perfil sensorial de un alimento. Los perfiles sensoriales evidencian su utilidad a la hora de realizar un control de calidad, desarrollar nuevos productos, establecer correlaciones sensorio-instrumentales, medir cambios en la intensidad de un atributo en función del tiempo o bien identificar cuáles son los atributos claves a incluir en un ensayo con consumidores (Maurichi, 2016).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar el análisis descriptivo cuantitativo (QDA) para caracterizar los atributos sensoriales de miel de agave.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Crear un panel de jueces entrenados.
- Desarrollar un léxico descriptivo.
- Evaluar mediante la técnica del QDA (análisis descriptivo cuantitativo) una serie de mieles de agave empleando los descriptores generados.
- Conocer la calidad de las mieles de agave evaluadas.

1.2 HIPÓTESIS

Las cualidades sensoriales de la miel de agave se logran caracterizar utilizando la metodología del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA).

1.3 JUSTIFICACIÓN

La miel de agave o jarabe de agave es un endulzante natural muy apreciado por los consumidores por su sabor, color y aroma y se ha popularizado por su capacidad prebiótica e índice glucémico bajo respecto a otros jarabes y mieles naturales. La comercialización, distribución y producción de este producto se ha incrementado debido a sus características particulares por lo que al igual que otros endulzantes naturales como la miel de abeja, al jarabe de agave se le han determinado análisis físico-químicos, a excepción de lo sensorial. Siendo la evaluación sensorial un análisis tan importante a la hora de determinar la calidad de un producto por lo que se aplicó la técnica del QDA para caracterizar los atributos sensoriales de la miel de Agave, ya que no existe una valoración de las cualidades sensoriales de este producto.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Miel de Agave

Se le conoce como “miel de agave”, pero debido a que el término “miel” pertenece legalmente a la de abeja, la SAGARPA propone bautizar como “jarabe” o “néctar” a este edulcorante natural proveniente de las plantas agaváceas y que tiene antecedentes en la época prehispánica (Universidad Complutense, 2006).

Ramírez y Gentry (1982), definen la miel de agave como un carbohidrato simple, color ámbar, también conocido como el azúcar de las frutas que es más soluble y ligera que el azúcar de mesa proveniente de la caña procesada, apariencia viscosa igual a la miel de abeja para ser determinada como miel.

Según la PROY-NOM-000-SAGARPA-2015 y la NMX-FF-110-SCFI-2008, el jarabe de agave es una sustancia dulce natural producida por hidrolisis de los fructanos provenientes de la planta del agave y no debe contener aditivos alimentarios, almidones, melazas, glucosa, dextrinas, fructosa u otros azúcares de otro origen.

Asimismo, el jarabe de agave también conocido como miel de agave (Sauret, 2014), es un edulcorante natural producido a partir de los azúcares presentes en la piña o mesontle de agave. Estos azúcares, llamados fructanos, específicamente agavinas, son polímeros de fructosa en donde el número de moléculas juega una relación inversa con el dulzor: a mayor complejidad menor dulzor (García y López, 2013).

Las cadenas sencillas que componen a las agavinas son los fructooligosacáridos, comúnmente conocidos por su abreviatura FOS que es un polímero de reserva energética y sus propiedades fisicoquímicas y biológicas son tales que sus implicaciones trascienden su naturaleza como fibra dietética y son de suma importancia en la salud humana (Vásquez, 2009).

Estudios científicos han demostrado que estas moléculas son una fibra dietética especial, en concreto, su consumo estimula el tránsito de los alimentos (García y López, 2013).

La investigación científica sobre la composición del jarabe de agave y su estrecha relación con la salud apenas está despuntando. Últimamente se publicó la composición de los azúcares contenidos en el jarabe, donde la fructosa se perfila como la predominante con más del 85%, seguido de la glucosa con 13% y de la sacarosa (azúcar de mesa) con menos del 0.7% (García y López, 2013).

2.1.1 Historia

De forma interesante, nuestros antepasados prehispánicos, los aztecas, fueron los primeros en obtener “miel de maguey (Agave)”. El legendario “Pueblo del Sol” consideraba al agave como el árbol de las maravillas, debido a la gran cantidad de productos que extraían de él, entre los que destacaban el pulque, la miel, el vino, el aceite, el vinagre, el hilo y la aguja (García y López, 2013).

En la actualidad, el agave continúa siendo tan explotado como en la época prehispánica. México, es considerado como el centro de origen del género Agave (García, 2012).

De los Agaves se producen principalmente bebidas fermentadas, que, dependiendo de la especie de agave y la región, sobresalen el tequila, el pulque, el mezcal, el sotol y la bacanora, además de fibra dietética de agave y jarabe de agave, entre otros (García y López, 2013).

Los aztecas empleaban la mayor parte del aguamiel para fabricar el néctar del maguey (miel de agave) ya que también era utilizado como remedio energético y de curación para varias enfermedades, pero ante la llegada de los españoles, la miel de agave fue sustituida por el azúcar de caña y en la época colonial la explotación del maguey se redujo a la producción de pulque (Vásquez, 2009).

Los pueblos prehispánicos consumían la miel de maguey, en forma de bebida mezclada con cacao, vainilla y otros ingredientes. Sólo los reyes y gente de alto prestigio social les estaba permitido consumirla. Su consumo se remonta a 1750 años a. C. Basado en un descubrimiento en el cerro del Manatí en Veracruz (Reyes, 2012).

2.1.2 Obtención de la miel de agave

La miel de agave se obtiene de los azúcares (fructanos) presentes en la piña o mesontle de magueyes, también conocidos como agaves o mezcales (NAMEX, 2010). Cada kilogramo de piña de agave puede contener 200 gramos o más de estos azúcares (Sauret, 2014).

México, es un lugar que por sus características climáticas cuenta con una gran variedad de agaves, particularmente en la Meseta Central, y muchas de ellas son endémicas. Hay 26 estados de la República Mexicana en los que actualmente se cultiva agave (Castro y Guerreiro, 2013).

El género *Agave* fue fundado por Lineo en 1753. El nombre proviene del griego *agavos*: maravilloso (por asociación al nombre náhuatl). Es el género más grande de la familia, con un número cercano a las 300 especies no todas bien definidas desde el punto de vista botánico. Es una planta herbácea, perene, acaule, de grandes dimensiones, con las hojas lanceoladas, dispuestas en rosetas de hasta cuarenta hojas, cuya hechura parece de teja, de color verde o gris pálido, grueso, acanalado, largo, dentado-espinoso, que terminan en una punta aguda y recia. Del centro de la planta sale un eje floral el cual se presenta solo una vez, luego la planta muere (Pardo, 2007).

El género *Agave* es una monocotiledónea, económicamente muy importante. Algunas de ellas eran consumidas por los antiguos habitantes de México siendo apetecibles por su alto contenido de azúcar (Bautista *et al.*, 2001).

El valor alimentario de la especie es enorme y está muy bien documentado por los cronistas. La principal fuente de alimento es el meristemo suave y

almidonoso, la parte basal de las hojas, el eje y los botones florales. El mayor aporte alimentario es la savia o aguamiel. Cuando la planta alcanza la madurez (cinco a siete años) y las condiciones edáficas y ambientales lo facilitan, se anuncia la presencia del escapo floral.

A partir de la savia, se obtiene miel, arrope o azúcar, de acuerdo al tiempo de exposición al fuego y la evaporación de agua. Se acopia una cierta cantidad de savia y los *othomíes* la cuecen en ollas grandes hasta que embeben el agua y hace punto, y se espesa de tal manera que se convierte en miel negra, muy buena y dulce, como si fuera buen arrope y se hacen muchas conservas con ella y se echa en muchos guisados y en otras cosas a falta de azúcar (Pardo, 2007).

Las especies de agave más utilizadas para la obtención de jarabe son, *Agave Tequilana Weber* variedad azul y *Agave Salamina*, sin embargo, solo el 10 por ciento de su cosecha es destinado para este fin (García y López, 2013).

EL *Agave Tequilana Weber azul*, es una planta perenne de zonas áridas que se distingue por sus pencas largas, angostas y rígidas de color azul, las cuales constituyen los tallos de las hojas (García y López, 2013); mide aproximadamente 1.25 m de largo y 10 cm de ancho y tiene una espina terminal de color rojo oscuro de 2 cm (Bautista *et al.*, 2001).

En el centro de la piña se acumula el jugo natural, el cual tiene altos contenidos de fructosa y otras propiedades vitamínicas, además de partículas grasas que le dan su distinguido sabor y olor. La miel de agave es de fácil adquisición en México como es el caso de los estados de Michoacán, Jalisco, Estado de México, Hidalgo y Veracruz, sin embargo, en tiendas naturistas también se encuentra a la venta (Reyes, 2012).

2.1.3 Proceso de producción

Actualmente se revaloran las calidades nutritivas de la miel de maguey. Para elaborarla pueden utilizarse los agaves mezcaleros y los pulqueros. En Jalisco

se utiliza el agave azul o tequilero para hacer una miel de maguey clara de buen sabor (Roja, 2012).

El primer proceso, resultado del ingenio de los antiguos mexicanos. Se confecciona al estilo artesanal calentando por horas el agua miel del corazón o “piña” de la planta hasta lograr una melaza que se vende en pulquerías como “miel de maguey”. La cual contiene sacarosa y un poco de fructosa, pero hay otra muy distinta que se empezó a elaborar de forma experimental con las cabezas y tallos del *Agave Tequilana Weber variedad azul* y algunos mezcaleros, para uso industrial de alta fructosa porque es una de las mejores fuentes de ésta y llega a competir con otras especies de donde se obtiene fructosa (Universidad Complutense, 2006).

Para su producción las plantas de agave deben crecer por lo menos seis años para alcanzar la madurez apropiada, así la planta, a través del tiempo, almacena carbohidratos en la piña (Vásquez, 2009).

El jarabe de agave se obtiene mediante los siguientes procesos de manufactura, iniciando por la extracción del jugo de agave por difusión, prosiguiendo con la preparación del jugo a bajo pH para ser hidrolizado y posteriormente refinado para separarle las impurezas intrínsecas del producto. El cual, atraviesa varias etapas como: Clarificación, desmineralización y deodorización, para que finalmente sea concentrado por medio de evaporación al vacío dándole el Brix necesario para su futura comercialización (NAMEX, 2010); se somete a bajas temperaturas, a menos de 40°C para conservar sus propiedades (Reyes, 2012).

Por norma, no está permitido el uso de ningún tipo de aditivo alimentario o de algún ingrediente de origen distinto al agave, así que las únicas entradas al proceso de elaboración de jarabe son la piña de agave y agua. La simple manipulación de los carbohidratos de la piña, convierte al jarabe de agave, en un edulcorante natural, comparable con el jarabe de maple y la miel de abeja. Esta distinción lo aleja completamente de jarabes que necesitan procesos complejos de transformación para su producción como el jarabe de maíz de alta fructosa y el de caña, entre otros (Vásquez, 2009).

Los jarabes de agave casi siempre se pueden encontrar dos presentaciones: claro y oscuro. Los jarabes más ligeros o claros son sometidos a un menor calentamiento y una filtración más a fondo para producir un producto de sabor más suave que es neutral suficiente para ser utilizado en muchas aplicaciones culinarias. Los jarabes más oscuros son menos filtrados, y los sólidos que quedan en el jarabe producen una miel con sabor más fuerte que a veces se compara con la miel de maple (Sauret, 2014).

2.1.4 Beneficios a la salud

La miel de agave es un producto 100 por ciento natural, con menos calorías que la miel de abeja, por lo que se recomienda en tratamientos para bajar de peso. Se recomienda a personas que padecen diabetes o hipoglucemia, ya que les beneficia al regular los niveles de insulina (Roja, 2012).

Tiene un alto contenido en FOS (Fructooligosacáridos) componentes que facilitan el buen funcionamiento del sistema intestinal, así como del organismo en general gracias a sus efectos directos sobre la producción de las *bifidobacterias* (Reyes, 2012).

Ayuda a perder peso, disminuye considerablemente el estrés, aumenta la sensación de bienestar general, proporciona energía física y mental, reduce el envejecimiento y el deterioro mental, estimula y refuerza el sistema inmunológico, reduce las arrugas, mejora la textura de la piel como su elasticidad. Regenera todas las células del cuerpo, ayuda a restaurar el hígado, riñones y pulmones, así como el resto de los órganos en general. Restaura el sistema digestivo es maravillosa para el estreñimiento, es excelente para el insomnio, gastritis, ácido úrico, nervios, depresión, y reumatismo. La miel de agave aumenta la habilidad natural del sistema inmunológico para combatir enfermedades e infecciones, además, es un excelente antioxidante. Contiene vitaminas (A, B, B2, C), hierro, fósforo, proteínas y niacina, que permite limpiar, drenar y desintoxicar a las venas y arterias, además, tiene la función de inhibir el

crecimiento de bacterias patógenas (*E. Coli*, *Listeria*, *Shigella*, *Salmonella*). Aumenta la absorción del calcio y del magnesio, siendo un auxiliar en la prevención de osteoporosis (Hernández, 2018).

2.1.5 Personas que la pueden consumir

La miel se ha utilizado desde tiempos antiguos principalmente como un agente edulcorante, pero este producto, también es muy apreciado por su riqueza de sabores y aromas, además de sus usos terapéuticos potenciales (González *et al.* 2007).

Esta miel se puede consumir sola o acompañada de fruta, yogurt o cereal; es más puede utilizarse con total seguridad directamente en cualquier alimento que se prepare en frío, o para cocinar al horno o a la parrilla. Es altamente endulzante, se recomienda utilizar un 25 por ciento menos de la cantidad que se utilizaría de cualquier endulzante comercial (Sauret, 2014).

La alta fructosa convierte al jarabe de agave en un alimento de bajo índice glucémico (IG), este parámetro es una medida de la capacidad de un alimento para elevar la concentración de glucosa en la sangre. Esto quiere decir, que la fructosa se asimila de manera lenta, además de ser independiente a la producción de insulina, por lo que puede ser consumida por cualquier persona e incluso diabéticos, mujeres embarazadas y niños (Romero *et al.*, 2015).

2.1.6 Propiedades

La fructosa posee el mismo número de átomos de carbono, hidrogeno y oxígeno que la glucosa, pero distribuidos de manera diferentes. Un pequeño cambio estructural hace que el cuerpo metabolice estos dos azúcares de manera completamente distinta. La fructosa, es un azúcar 40% más dulce que la sacarosa (azúcar de caña), convirtiéndose en el azúcar más dulce de la naturaleza. Que el jarabe de agave posea un alto contenido en fructosa lo vuelve más dulce que otros jarabes que contienen niveles apreciables de otra clase de azúcares, por lo que una menor cantidad de jarabe de agave se puede utilizar

para alcanzar el mismo nivel de dulzura que si se empleará otro jarabe, lo que conlleva en la disminución en el consumo de calorías (Edulag, 2015).

- **Poder endulzante**

En comparación con el azúcar de caña es de 1.4 veces más dulce.

- **Intensificador de sabor**

Por sus propiedades organolépticas es ideal para ser utilizado para sustituir cualquier endulzante, ya que mejora e intensifica el sabor natural de los alimentos y bebidas que los utilizan.

- **Rápida asimilación por el cuerpo**

Por su alto contenido de fructosa, no requiere de insulina para su metabolización con otros azúcares.

- **Propiedades Higroscópicas**

El jarabe de agave tiene la propiedad de absorber la humedad del medio ambiente, esta propiedad es favorable cuando un producto requiere determinado porcentaje de humedad y por lo tanto mantiene su frescura por más tiempo.

La miel de agave tiene una larga vida de anaquel de al menos 18 meses, sin requerir de refrigeración y sin cristalizarse (Reyes, 2012).

2.1.7 Aplicación industrial

- **Bebidas**

Los productos incluyen bebidas preparadas como jugos, aguas saborizadas, café, sodas, té, batidos y bebidas energéticas.

- **Industria de confitería**

Los productos incluyen paletas, malvaviscos, dulces, goma de mascar y chocolate.

- **Enjambres**

Los productos incluyen jaleas, mermeladas de frutas y cremas para untar.

- **Horneado**

Los productos incluyen bebidas galletas, pasteles, pan, gelatina y una variedad de postres.

- **Cereales y granola**

Los productos incluyen cereales con frutas y granola, así como barras de bocadillos y energía.

- Productos Lácteos

Incluyen leche de vaca, leche de almendras, leche de coco, leche de arroz, yogur, batidos y helados.

- Especias

Los productos incluyen condimentos, aderezos y salsas.

- Cosmética

Los productos que incluye son lociones, productos para el cabello, mascarillas y aceites (The iidea Company Premium, 2018).

2.1.8 Comercialización de miel de agave a nivel nacional

Fregoso (2009), comenta que la miel de agave se comercializa en Estados Unidos y Canadá, no así en México. Su desventaja frente a otros endulzantes es el precio, pues un frasco de 250 mililitros cuesta unos 35 pesos, mientras una botella similar de miel de maple, maíz o de abeja fluctúa entre 15 y 28 pesos.

La producción de miel también aliviará los problemas de sobreproducción y bajo precio del agave. En 2007 se construyeron cuatro plantas productoras: tres en Jalisco (Tepatitlán, Cuquío y Jiquilpan) y una en Michoacán, que captarán hasta el 25 por ciento de la producción en la zona de denominación de origen para el agave azul (*A. tequilana weber*), prevista en un millón 137 mil 400 kilos, pero el mercado tequilero demandará sólo 782 mil. El gobierno federal destinó 48 millones 800 mil pesos para las plantas de Jalisco y 17 millones para la de Michoacán, que en conjunto podrían producir unas 20 toneladas diarias de miel de agave y la inulina (Fregoso, 2009).

Cerca de Saltillo, Coahuila, en la población General Cepeda, se hace miel de maguey pulquero. Lo mismo ocurre en Hidalgo, donde existe una próspera cooperativa en San Andrés Daboxtha, población ñaño ubicada en Valle de Cardonal. También hay producción de esta esta miel en Tlaxcala y en Cadereyta, Querétaro. Como los magueyes crecen en tierras semiáridas, la producción de esta miel es buena opción para generar trabajo en comunidades con pocas

alternativas; además la mayor parte de la producción de miel de maguey es orgánica y varias organizaciones han logrado la certificación correspondiente. Este puede ser un camino que permita extender el cultivo del maguey, planta de gran importancia cultural y económica (Roja, 2012).

2.2 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial se define como el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos, es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos y microbiológicos. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea sus cinco sentidos (Anzaldúa-Morales, 1994).

En general, el análisis sensorial es el examen de pares de un producto a través de la evaluación de sus atributos característicos por los sentidos humanos, y esta es una herramienta muy útil en la caracterización del producto (González, 2008); además permite establecer la calidad de los productos sobre la base de sus atributos (Montenegro et al., 2008).

El campo de la evaluación sensorial creció rápidamente en la segunda mitad del siglo XX, junto con la expansión de las industrias de alimentos procesados y productos de consumo, principalmente las empresas alimentarias, se desarrollarán en el futuro en una evaluación sensorial, dependerán de varios factores, uno de los más importantes, la preparación y el entrenamiento. La evaluación sensorial comprende un conjunto de técnicas para la medición precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los efectos potencialmente sesgados de la identidad de la marca y otras influencias de la información sobre la percepción del consumidor (Lawless y Heymann, 2010).

Los análisis sensoriales son realizados por un panel de evaluadores seleccionados y entrenados, ya que no existe un instrumento capaz de medir ese tipo de sensaciones (Maurichi, 2016).

La apreciación de los alimentos se realiza fundamentalmente a través de la percepción sensorial y en las modernas tecnologías, a pesar de disponer de procedimientos de analítica instrumental, los científicos son cada vez más conscientes de la necesidad de promover los métodos analíticos basados en dicha apreciación sensorial, que en definitiva son los más adecuados para la valoración final de la calidad de los alimentos, ya que el análisis de los componentes químicos y de las propiedades físicas de un alimento aporta información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que este experimenta al ingerirlo (Aguilar, 2007).

2.2.1 Tipos de pruebas

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas **afectivas**, las **discriminativas** y las **descriptivas**.

Pruebas afectivas

Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o disgusta, si lo acepta o lo rechaza. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y éstos son más difíciles de interpretar, ya que se trata de apreciaciones completamente personales. Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados y éstos deben ser consumidores y compradores habituales del alimento en cuestión.

Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos:

- Pruebas de preferencia

Simplemente se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otra.

- Pruebas de grado de satisfacción

Cuando se debe evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto, puede recurrirse a este tipo de pruebas (Azaldúa-Morales 1994).

- Pruebas de aceptación

Permite medir además del grado de preferencia, la actitud del panelista o catador hacia un producto alimenticio, es decir se le pregunta al consumidor si estaría dispuesto a adquirirlo y por ende su gusto o disgusto frente al producto catado (Hernández, 2005).

Pruebas discriminativas

Son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia. Estas pruebas son muy usadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables a estándares.

Las pruebas discriminativas más empleadas son:

- Prueba de comparación apareada simple

Suele ser una de las pruebas más eficaces y fáciles de realizar solamente se le presentan dos muestras al juez y se le pide que las compare en cuanto a alguna característica sensorial e indique cuál de las dos tiene mayor intensidad en esa característica (Sancho, Bota y de Castro, 2002).

- Prueba triangular

En esta prueba se le presentan tres muestras al juez, de las cuales dos son iguales, y se le pide que identifique la muestra que es diferente, presenta mayor eficiencia ya que la probabilidad de que el juez acierte por casualidad es de sólo 33.3%.

- Prueba dúo-trío

Al igual que la prueba anterior se le presentan al juez tres muestras donde una es de referencia por lo que está marcada como R y las otras dos están codificadas. Se le menciona al juez que una de las otras dos muestras es idéntica a R y la otra es diferente y se le pide que identifique cual es la muestra diferente (Anzaldúa-Morales, 1984).

- Prueba de ordenamiento

Esta prueba sirve para seleccionar una o dos de las mejores muestras de un grupo más o menos definido, es muy sencilla y no se tiene ninguna indicación de las diferencias que hay entre las muestras, son ordenadas en relación a la intensidad de alguna propiedad, sólo se les dan a los jueces tres o más muestras que se diferencian en alguna propiedad, se les pide que las ordenen preferentemente de menor a mayor intensidad de la propiedad (Sancho, Bota y de Castro, 2002).

Pruebas descriptivas

En estas pruebas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible, aquí no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cual es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento, proporcionan mucha más información, pero requiere de un entrenamiento de los jueces más intenso y monitorizado, además de que el análisis de resultados es un poco más laborioso por lo que se considera difícil de realizar.

Algunos ejemplos de las pruebas descriptivas son:

- Análisis descriptivo cuantitativo (QDA)

Esta técnica de evaluación fue desarrollada por Stone y colegas en el año de 1974, como solución a la falta de tratamiento estadístico de los datos que se obtenían con los métodos descriptivos que hasta entonces se conocían, iniciando así con el empleo de escalas dimensionadas relativas o absolutas y la representación gráfica de perfiles sensoriales (Ureña, 1999).

Esta prueba se realiza para identificar y cuantificar las características sensoriales de un producto, para realizarse se requiere de un grupo de 10-12 jueces entrenados como mínimo para obtener resultados confiables, para analizar estadísticamente los resultados, esta prueba se apoya en el análisis de varianza, de regresión y de componentes principales.

- Prueba de perfil de sabor

Esta técnica fue desarrollada Caincross y Sjöström en el año de 1950, el objetivo de esta prueba es realizar un análisis completo del sabor de un producto y de sus atributos individuales al igual que de la relación existente entre ellos (Pedrero, 1989), se basa en las apreciaciones que un grupo de jueces debidamente entrenados proporcionan (Ureña, 1999).

- Prueba de perfil de textura

Esta técnica fue desarrollada por Brandt y colaboradores basándose en los principios del método del perfil de sabor, para definir las características de textura de los productos (Ureña, 1999), esta prueba permite conocer las características mecánicas y geométricas del producto, la intensidad y el orden con que estos se presentan, esta prueba presenta la ventaja de ser un análisis específico y exhaustivo de las características sensoriales de la textura del producto pero tiene la desventaja de requerir un largo periodo de entrenamiento lo cual lo puede volver un método muy costoso (Pedrero, 1989).

2.2.2 Tipos de jueces

Para validar una prueba sensorial se depende del tipo de juez que vaya a ser empleado y asimismo el número de jueces necesarios. Existen cuatro tipos de jueces: **el juez experto**, **el juez entrenado**, **el juez semientrenado** o de **laboratorio**, y **el juez consumidor**.

1. Juez experto: es una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento. Debido al largo y costoso entrenamiento que recibe este tipo de juez, participa en la degustación de productos caros.
2. Juez entrenado: es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, sabe exactamente lo que se desea medir en una prueba. Cuando se llevan a cabo pruebas sensoriales con este tipo de jueces, el

número requerido de jueces debe ser por lo menos de siete y quince integrantes.

3. Juez semientrenado o de laboratorio: son aquellos que realizan pruebas sensoriales con frecuencia, tienen mucha habilidad y conocimiento teórico pero por lo general solo participan en pruebas discriminativas sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas. Las pruebas con jueces semientrenados se deben realizar con un mínimo de 10 jueces y máximo de 20, cuando mucho 25, con tres o cuatro repeticiones por cada juez para cada muestra.
4. Juez consumidor: se trata de personas que no tiene relación con la pruebas, no son investigadores en alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas, se eligen al azar y solamente se emplean para pruebas afectivas y nunca para pruebas discriminativas o descriptivas. para validar una prueba el número necesario de jueces consumidor es de 30 a 40 jueces para cada muestra (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.2.3 Lugares para realizar las pruebas sensoriales

De acuerdo al tipo de prueba las evaluaciones sensoriales se realizan en:

Laboratorios. Se requieren para realizar descriptivas y discriminativas.

Locales comerciales y hogares. Son lugares adecuados para realizar pruebas afectivas.

2.3 Aplicación de la evaluación sensorial

El análisis sensorial es una herramienta más del control de Calidad total para las empresas, y por consiguiente ira en el mismo sentido en que estas se desarrollen. Así se puede considerar que se dirigirá a la Evaluación, Análisis y Control tanto del proceso de fabricación, como del producto o del mercado en el que se incide. Dicha herramienta también puede aplicarse en:

- Desarrollo y lanzamiento de nuevos productos. En el desarrollo de nuevos productos ya sea únicos o imitaciones de productos ya existentes, se aplica la evaluación sensorial con el fin de contar con información acerca de la característica sensorial y la aceptación del producto para obtener la información se hace uso de pruebas sensoriales descriptivas como afectivas.
- Mejoramiento de un producto. Para lograr el mejoramiento de un producto se debe priorizar la realización de un análisis discriminativo para determinar si el producto experimental presenta diferencias con el estándar, posteriormente se realiza un análisis afectivo con el fin de determinar si al existir diferencia entre productos el experimental gusta más o menos que el estándar.
- Evaluación del proceso de producción. Para determinar si el proceso de producción es el más idóneo se debe iniciar con un análisis discriminativo o descriptivo para determinar si el producto experimental presenta diferencias con el control, posterior a esto se aplica un análisis afectivo para que en el caso de que exista diferencia entre productos podamos saber cuál gusta más.
- Reducción de costos y/o selección de una nueva fuente de abastecimiento. Reemplazar ingredientes en la elaboración de un producto por otros más económicos, el cambio de proveedor de materia prima son de las muchas de las opciones para la reducción de costos de producción sin embargo, se debe de cuidar que dicho reemplazo no afecte las características sensoriales del producto por lo cual es recomendable realizar un análisis discriminativo para establecer si existen o no diferencias y un análisis afectivo para la determinación del grado de aceptación del producto experimental.
- Control de calidad. Los procedimientos de control de calidad deben emplearse durante todas las etapas de proceso del producto para asegurarse de que el producto final mantenga la misma calidad que el estándar, para conocer esta información se debe realizar un análisis discriminativo para conocer si los productos difieren o no, en el caso de encontrar diferencias se debe identificar el atributo que los hace diferentes y realizar las correcciones necesarias en la etapa de producción que causa tales diferencias.
- Estudio de la estabilidad del alimento durante su almacenaje. Para que un producto pueda satisfacer las necesidades y expectativas del consumidor

debe presentar estabilidad desde su producción hasta el momento de su consumo ya que de esto dependerá su mayor o menor aceptación o preferencia, en este caso son muy útiles las pruebas de vida de anaquel, en lo que respecta a las pruebas sensoriales utilizadas en estas pruebas es necesario realizar un análisis discriminativo determinando la existencia de diferencias entre las muestras almacenadas a diferentes tiempos y la estándar, si no hay diferencias significativas se da por hecho que el producto es estable. Finalmente se debe determinar mediante un análisis afectivo la aceptación de los productos almacenados.

- Correlación de productos. Cuando se desea clasificar los productos de acuerdo a diversos estándares de varios atributos a la vez, lo más adecuado es hacer uso de jueces entrenados, utilizando la evaluación sensorial para juzgar a que categoría pertenecen los productos, asignándoles así destino y precio adecuados.
- Determinación de la aceptación de un producto y de las sugerencias del consumidor. Después de haber realizado las pruebas de laboratorio se recomienda realizar pruebas de degustación en locales comerciales o en algunos otros lugares estratégicos para conocer las reacciones del consumidor hacia el producto y para poder determinar la aceptación que tendrá entre los consumidores potenciales. Las sugerencias proporcionadas por los consumidores a través de la realización de pruebas afectivas, permite el mejoramiento de características sensoriales y presentación del producto, así como también la formulación de nuevos productos que puedan satisfacer las necesidades del consumidor.
- Preferencias del consumidor. La realización de análisis afectivos nos permite conocer los hábitos de consumo, las características que gustan de algún producto, la reacción al impacto publicitario y la presentación comercial del producto, así como determinar las preferencias de los consumidores.
- Formación de jurados. Para las pruebas sensoriales se requiere la formación de un panel de jueces debidamente capacitados para que puedan evaluar sin dificultad, por tal motivo se debe poner especial cuidado en la selección de los individuos que formaran parte del panel, una vez formado dicho panel los jueces recibirán un entrenamiento inicial cuya duración dependerá de la especialidad de su labor y de su capacidad de percepción.

- Correlación de las medias sensoriales con las obtenidas por métodos físico-químicos. Para obtener resultados más confiables es muy útil correlacionar los resultados obtenidos con los métodos de análisis instrumental y los proporcionados por los jueces en las evaluaciones sensoriales pues al hacer uso de las dos técnicas tenemos más información y por lo tanto mejores resultados (Aguilar, 2007).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de esta Universidad.

3.1 Materiales

3.1.1 Materia Prima

Para la realización del presente trabajo se usaron 6 mieles de agave mexicanas de diferentes marcas como Naturel, Healthy Sweet, Tía Ofilia “real food”, Tía Ofilia “raw”, Villa Patos y Magueyísima, adquiridas en centros comerciales de la localidad.

Las muestras de cada marca anteriormente mencionadas fueron preparadas antes de cada sesión acompañada con los materiales mencionados en el cuadro 1, los cuales también se compraban para cada uno de los jueces en todas las sesiones.

CUADRO 1. Materia prima y material utilizado durante la evaluación.

Material	Descripción o Marca
Vasos de unicel	Reyma
Vasos de plástico	Bosco rojos
Vasos de plástico No. cero	Dart solo
Tapas de plástico	Dart solo
Popotes de plástico	Sipp
Charolas de plástico	Súper Materias Primas
Charolas de unicel	Soriana
Platos de cartón pasteleros	High Quality Tableware
Cucharas neveras	Monark
Servilletas	Marli
Pluma tinta azul	Zebra J-Roller 0.5
Pan tostado	Bimbo clásico
Etiquetas	Janel
Jarabe de Agave	Naturel
Jarabe de Agave	Healthy Sweet
Miel de agave	Tía Ofilia “raw” y “real food”
Miel de Maguey	Villa Patos
Miel de Maguey	Magueyisima
Mermelada de piña	McCormick
Agua pura	Ciel
Agua con azúcar	
Agua mineral	Topo chico
Miel Karo	Karo
Miel de maple	My Brand
Miel de Abeja	My Brand
Saborizante artificial a vainilla	Productos Ciervo
Aceite de Maíz	Cristal
Duraznos en almíbar	El Vergel
jugo de Arándano	Valle fruit
Bombón	Dioms de la Rosa
Mentos	Pure Fresh

3.2 METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en 7 fases: fase de selección, fase de inducción, fase de generación de descriptores, fase de selección de descriptores, fase de entrenamiento, fase de prueba y fase de evaluación de resultados.

3.2.1 Fase de selección

Se realizó un sondeo para conocer quien estaría interesado en participar en el proyecto, posteriormente se elaboró un cuestionario que se aplicó a las personas interesadas en participar en el proyecto para obtener información personal como nombre, edad, teléfono, correo electrónico, nivel de escolaridad, estado de salud, hábitos alimenticios. Se les informó del tiempo requerido para participar en las pruebas sensoriales de trabajo tanto de entrenamiento como de evaluación. Con la información obtenida se realizó la selección de los jueces que integraron el panel.

3.2.2 Fase de inducción

Durante esta fase se les dio una plática introductoria a los integrantes del panel para crear en ellos una visión general de la ciencia de la evaluación sensorial, y del proyecto en el cual participarían. Además, se les habló de la importancia que tendría un comportamiento adecuado por parte de ellos durante las sesiones de trabajo y se les hizo ver que la seriedad, concentración y sobre todo la puntualidad y la responsabilidad jugarían un papel de suma importancia durante todo el proceso.

3.2.3 Fase de generación de descriptores

En esta etapa los jueces integrantes del panel evaluaron, de manera individual, una serie de mieles de agave para obtener descriptores que describían las características sensoriales de los mismos y los cuales nos ayudaran para evaluar las mieles problema (Fig. 1).



Figura 1. Jueces durante la generación de descriptores.

3.2.4 Fase de selección de descriptores

Durante esta etapa los jueces realizaron consensos para seleccionar los descriptores que realmente describen los atributos de las mieles de agave a evaluar. De los descriptores se establecerá una definición clara y precisa, lo que permitirá que todos pudieran evaluar ese atributo sin ninguna dificultad.

3.2.5 Fase de entrenamiento

En esta fase se realizaron varias sesiones donde se usaron los descriptores seleccionados. El objetivo de dichas sesiones fue el que los jueces se familiarizarán con la técnica, descriptores y mieles problema, además de que agudizarán la sensibilidad para la descripción de los atributos de cada miel de agave (Fig. 2).



Figura 2. Jueces en sesión de entrenamiento.

3.2.6 Fase de prueba

Se inicia con las sesiones de prueba en donde los jueces evaluaron las mieles problema. De cada miel los jueces proporcionaron las sensaciones que les producían en la hoja de evaluación. Antes de cada prueba se prepararon todos los materiales y espacios necesarios para que cada sesión se realizará de la manera más adecuada posible (Fig. 3).



Figura 3. Jueces en sesión de evaluación.

3.2.7 Fase de análisis de resultados

Fase de evaluación de resultados. Después de cada una de las sesiones de trabajo se obtenían los datos que cada juez proporcionaba en sus hojas de evaluación, transformados a un valor numérico, para esto se media con una regla los milímetros existentes desde el origen de la recta de evaluación hasta el lugar donde el juez marcaba su apreciación a ese atributo (Fig. 4).



Figura 4. Jueces proporcionando datos para analizar.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diseño experimental

El diseño experimental fue por bloques completamente al azar y el análisis de los resultados obtenidos se evaluó por medio de un análisis de varianza (ANVA) con el paquete de InfoStat versión 2015 y Minitab versión 17. Y al encontrar diferencias significativas se realizó un estudio de medias mediante la prueba de Tukey. Para el análisis estadístico se utilizó una $P = 0.05$ como nivel significativo y para cada tratamiento se evaluaron tres repeticiones.

4.2. Análisis de varianza de las muestras de Miel de Agave

Se muestran los resultados concentrados del análisis descriptivo cuantitativo en el cuadro 2 y 3 mediante el ANVA y el estudio de medias de Tukey de catorce atributos de la miel de agave mexicana.

En el cuadro 2, observamos que los atributos de apariencia viscosa, apariencia líquida y apariencia cristalina todas las mieles evaluadas resultaron ser iguales a una $P < 0.05$, es decir que las mieles son similares en dichos atributos lo cual puede deberse a que todas mieles cumplen con la apariencia de una miel como tal.

En cambio, en el atributo olor a azúcar si hubo diferencias en las mieles a una $P < 0.05$, lo cual puede deberse a que las mieles tienen distinta concentración de azúcares lo cual está especificado en cada una de sus etiquetas.

En los atributos olor dulce y olor a vainilla se observa, que las mieles de Naturel hasta Tía Ofilia “raw”, son iguales significativamente ($P < 0.05$) con excepción de las mieles Villa Patos y Magueyisima

Para el caso del atributo apariencia con burbujas solo cuatro de las seis mieles resultaron ser significativamente igual ($P < 0.05$), para dicho atributo lo cual, puede deberse al manejo del producto durante la preparación de las muestras, ya que en algunas ocasiones al servir las muestras de miel ésta formaba burbujas durante la operación. A excepción de las mieles Tía Ofilia “raw” y

Magueyisima que presentaron diferencia ($P < 0.05$) en este atributo lo cual, puede deberse a que la presencia de dichas burbujas no era muy notoria por el color oscuro de las mieles.

CUADRO 2 Resultados del ANVA de seis muestras de miel de agave comercial y estudio de medias de Tukey considerando los catorce atributos definidos por el panel entrenado.

MUESTRA	ATRIBUTO						
	olor a azúcar	olor dulce	olor a vainilla	apariencia viscosa	apariencia con burbujas	apariencia líquida	apariencia cristalina
Naturel	6.54±2.92abc	2.50±1.98b	2.03±0.80b	5.44±1.77a	5.43±2.87a	2.33±1.95a	4.25±2.98a
Tía Ofilia real food	5.85±2.89c	2.68±1.93b	2.10±1.07b	5.54±1.75a	5.43±2.94a	2.57±2.29a	4.52±2.99a
Healthy Sweet	6.27±2.96bc	2.60±2.30b	2.08±0.77b	5.68±1.64a	5.47±2.57a	2.64±2.38a	4.76±3.12a
Tía Ofilia raw	5.35±2.92c	3.01±2.59b	2.59±1.74b	5.82±1.87a	5.40±2.78ab	2.37±2.08a	3.29±2.98a
Villa Patos	8.68±4.16a	6.75±4.12a	4.25±3.15a	5.67±1.92a	5.47±2.64a	2.78±2.38a	3.05±2.29a
Magueyisima	7.74±4.77ab	5.15±4.59a	5.53±4.23a	4.89±2.18a	3.63±2.26b	2.63±2.26a	2.97±3.39a

Los valores son medias y \pm DS de los juicios de 13 jueces entrenados. Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$).

En el cuadro 3, podemos observar que en el atributo color ámbar la mayoría de las mieles fueron significativamente igual a una $P < 0.05$ a excepción de las mieles Tía Ofilia “raw” y Magueyisima que resultaron ser diferentes ($P < 0.05$), lo cual es válido, ya que en el caso de la miel Tía Ofilia “raw” se especifica en su etiqueta el término “raw” que traducido al español significa “crudo”. Dicha miel es menos filtrada para conservar sus nutrientes, enzimas y minerales (Tía Ofilia, 2018).

Por otro lado, para el atributo color amarillo claro las mieles con similitud significativa fueron Naturel, Healthy Sweet y Tía Ofilia “real food” lo que se le puede atribuir a que el proceso de elaboración de estas mieles indica que pasan por una filtración adecuada que le genera el color más claro (Healthy Sweet, 2017).

Para el caso de aroma caramelo todas las mieles resultaron ser significativamente iguales a una $P < 0.05$ lo cual, se le atribuye a la intensidad de la fructosa contenida en la miel de agave, ya que, es un azúcar 40% más dulce que la sacarosa (azúcar de caña), lo que la convierte en el azúcar más dulce de la naturaleza. Razón que igual puede causar el atributo de aroma dulce en la mayoría de las mieles.

La mayoría de las mieles excepto Healthy Sweet y Magueyísima, no tuvieron diferencia significativa a una $P < 0.05$ en el atributo fresco mentolado, sin embargo, la miel Villa Patos es la que presenta mayor intensidad en este atributo.

En el atributo aroma astringente, observamos que todas las mieles excepto Magueyísima no son significativamente diferentes a una $P < 0.05$. Observamos también que todas las mieles evaluadas no presentaron diferencia significativa en cuanto a textura viscosa lo cual, puede deberse a que todas las mieles poseen la viscosidad igual a la viscosidad de una miel abeja, siendo éste un atributo necesario para determinar una miel como tal (Ramírez y Gentry, 1982).

CUADRO 3 Resultados del ANVA de seis muestras de miel de agave comercial y estudio de medias por el método de Tukey evaluando los catorce atributos definidos por el panel entrenado.

MUESTRA	ATRIBUTO						
	color ámbar	color amarillo claro	aroma caramelo	aroma dulce	aroma fresco mentolado	aroma astringente	textura viscosa
Naturel	2.41±1.80c	11.63±2.57a	5.82±2.82 ^a	5.98±2.46ab	2.55±1.64ab	2.56±2.32b	3.03±1.81a
Tía Ofilia real food	2.38±2.04c	10.94±2.58a	5.59±2.82 ^a	6.14±2.25ab	2.52±1.43ab	2.42±2.26b	3.63±2.12a
Healthy Sweet	2.44±2.39c	10.42±2.72a	6.28±2.86 ^a	5.84±2.51ab	2.29±1.58b	2.89±2.53b	3.65±2.22a
Tía Ofilia raw	5.66±2.74b	7.70±3.03b	6.72±3.32a	6.44±2.40a	2.68±1.89ab	3.23±2.59b	4.11±2.69a
Villa Patos	2.70±2.60c	6.48±2.44bc	6.03±3.39a	6.67±2.88a	3.40±3.16ab	3.15±2.43b	3.87±2.74a
Magueyisima	11.44±2.46a	5.39±3.06c	6.72±4.66a	4.55±3.75b	4.02±3.37a	8.22±3.80a	2.95±2.28a

Los valores son medias y \pm DS de los juicios de 13 jueces entrenados. Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$).

4.3. Promedio de los catorce atributos sensoriales

En la figura 5, se observa que la miel Magueyisima tiene la intensidad más notoria en cuanto al atributo de color ámbar seguido del atributo aroma astringente. Observamos también, que el atributo de color amarillo claro tiene una intensidad apreciable en las mieles Naturel, Tía Ofilia “real food” y Healthy Sweet. El atributo de olor azúcar es uno de los atributos destacado en la miel Naturel y se presenta también con intensidad en Magueyisima. De forma contraria las mieles de Villa Patos y Tía Ofilia “real food” tuvieron valores menores en la mayoría de los atributos, en el caso de la intensidad en la miel Tía Ofilia “real food”, no se aprecia mucho ya que, los valores de los atributos son cubiertos por las mieles de Healthy Sweet. Los atributos de aroma dulce y apariencia viscosa tienen un valor de media similar en las seis mieles evaluadas por lo que muestran la misma intensidad en dichos atributos.

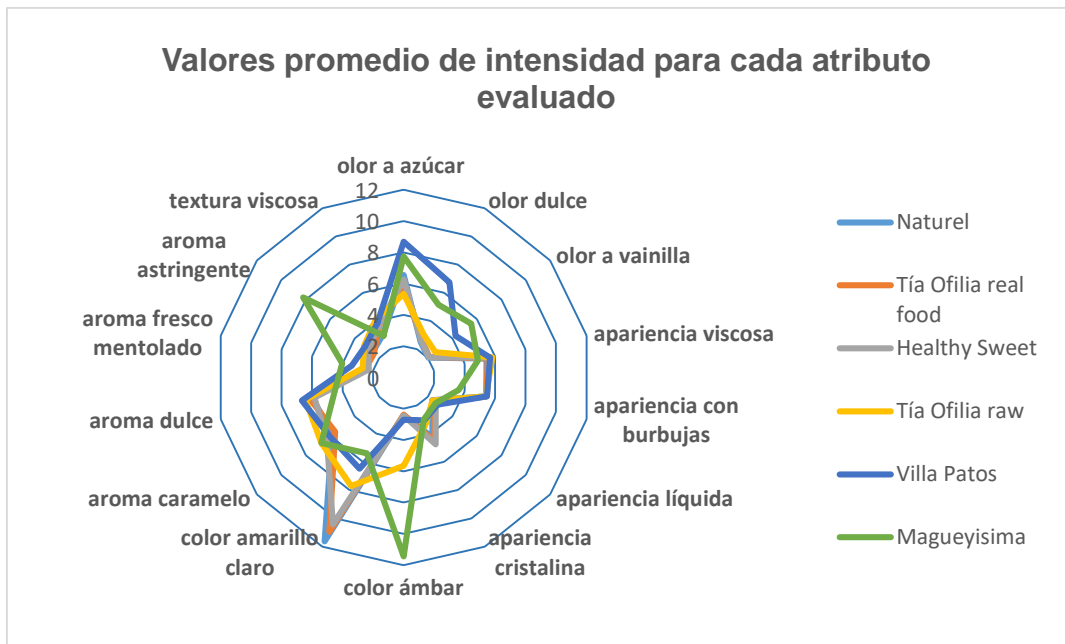


Figura 5. Valores promedio de la intensidad de 14 atributos sensoriales de seis mieles de agave mexicanas.

En esta gráfica de telaraña para el atributo olor a azúcar se observa, que la miel que mostró más intensidad en dicho atributo fue Villa Patos de forma contraria, la miel Tía Ofilia “raw” mostró el valor de media más bajo en cuanto este atributo (Fig. 6). Al ser la miel Villa Patos elaborada de forma orgánica y es concentrada a temperatura ambiente mantiene el olor natural de la savia dulce de la piña (Villa Patos, 2013).

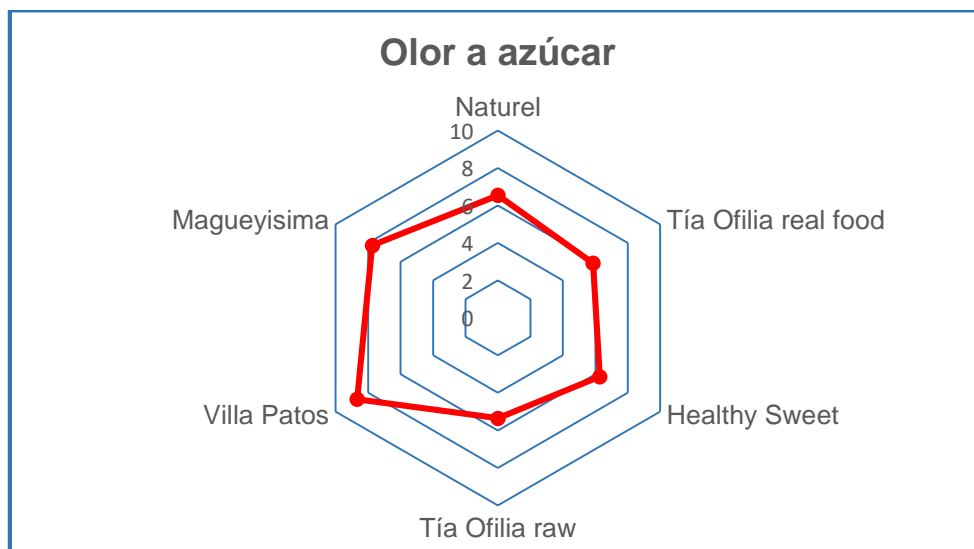


Figura 6. Valores promedio de la intensidad del atributo olor a azúcar en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

La gráfica de telaraña para el atributo olor dulce nos muestra que este atributo se presenta con mayor intensidad en la miel Villa Patos, seguido de la Magueyisima. La miel Naturel presenta la más baja intensidad de este atributo (Fig. 7). Debido a que la miel Naturel es promocionada como un acompañante de platillos y bebidas esta miel resalta el sabor de los platillos, pero no altera el olor de estos por lo que se puede decir que no es un atributo que la caracterice (Naturel, 2018).

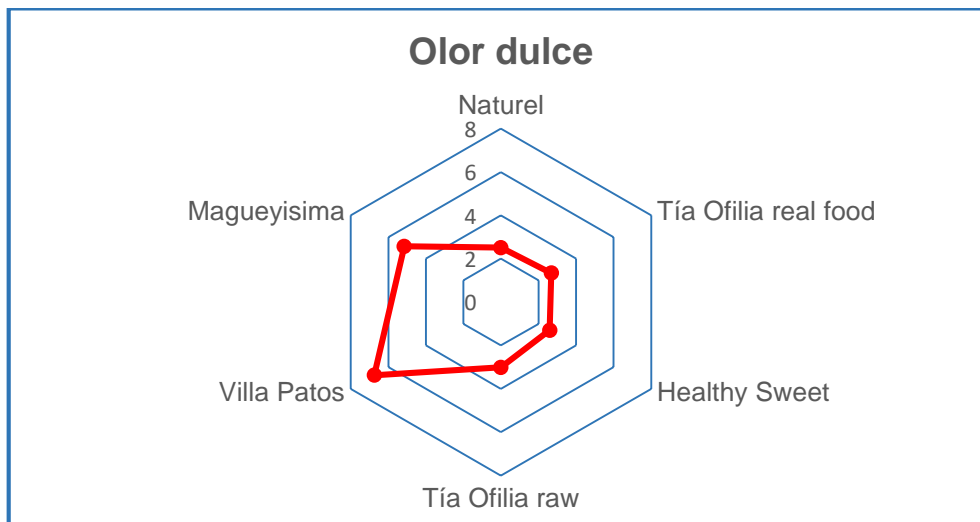


Figura 7. Valores promedio de la intensidad del atributo olor dulce en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

La gráfica Telaraña nos muestra que el atributo de olor a Vainilla tiene mayor intensidad en la miel Magueyisima con una media de 5.53 este valor resalta en comparación con las otras mieles (Fig. 8). Lo cual puede deberse a la ruptura de azúcar durante el proceso de hidrolisis (Reyes, 2012).

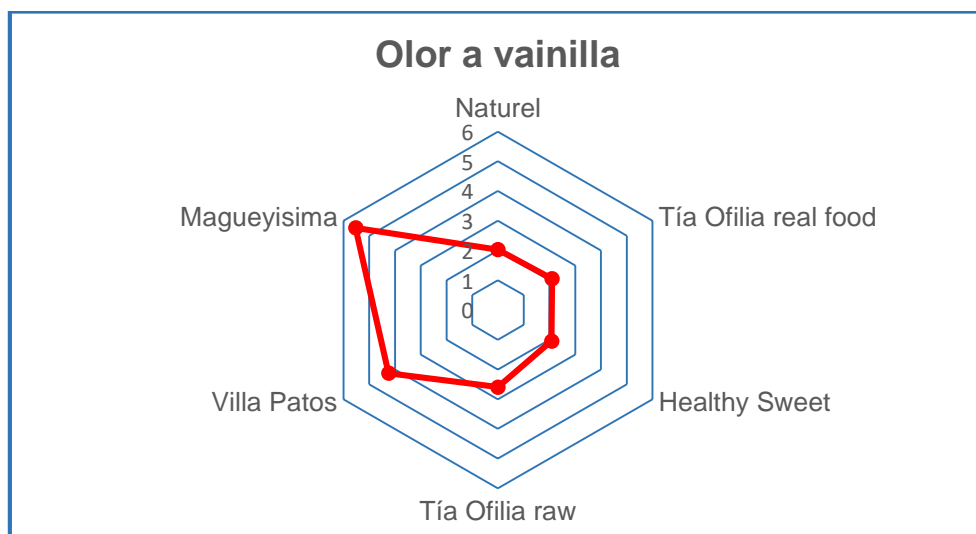


Figura 8. Valores promedio de la intensidad del atributo olor a vainilla en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

La apariencia viscosa es un atributo que destaca de manera similar en casi todas las mieles según la gráfica observamos que las mieles de Naturel hasta Villa Patos tienen este atributo muy perceptible a excepción de la miel Magueyisima (Fig. 9). La apariencia viscosa es un atributo que es preferido por los consumidores ya que crea una idea de similitud con la conocida miel de abeja por lo que la mayoría de las mieles presentan esta característica (Ramírez y Gentry, 1982).

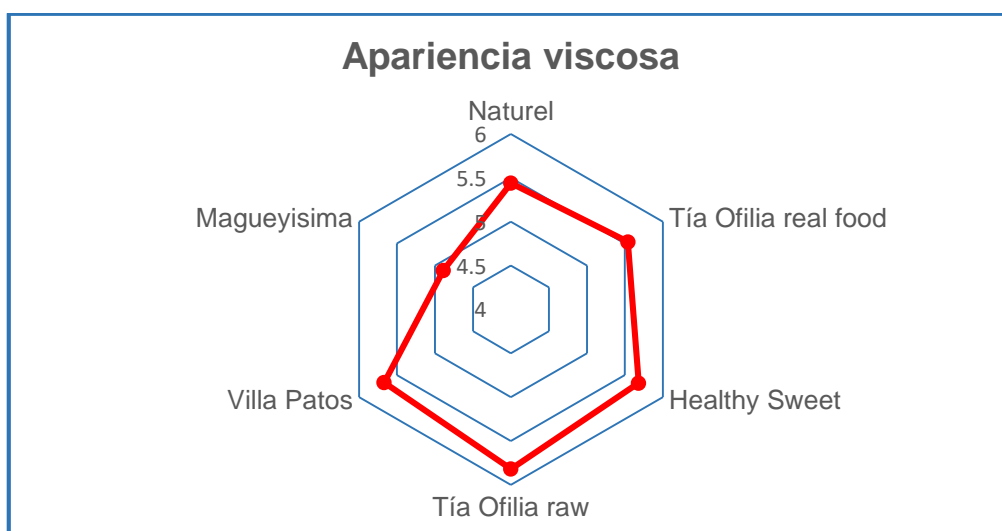


Figura 9. Valores promedio de la intensidad del atributo apariencia viscosa en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

La gráfica de telaraña nos muestra que las mieles Healthy Sweet y Villa Patos tienen la media igual con un valor de 5.47 es decir, que ambas mieles presentan con la misma intensidad la apariencia con burbujas (Fig.10). La apariencia con burbujas es un atributo destacado en la mayoría de las mieles excepto por Magueyisima que fue la miel con el valor más bajo en cuanto a este atributo.

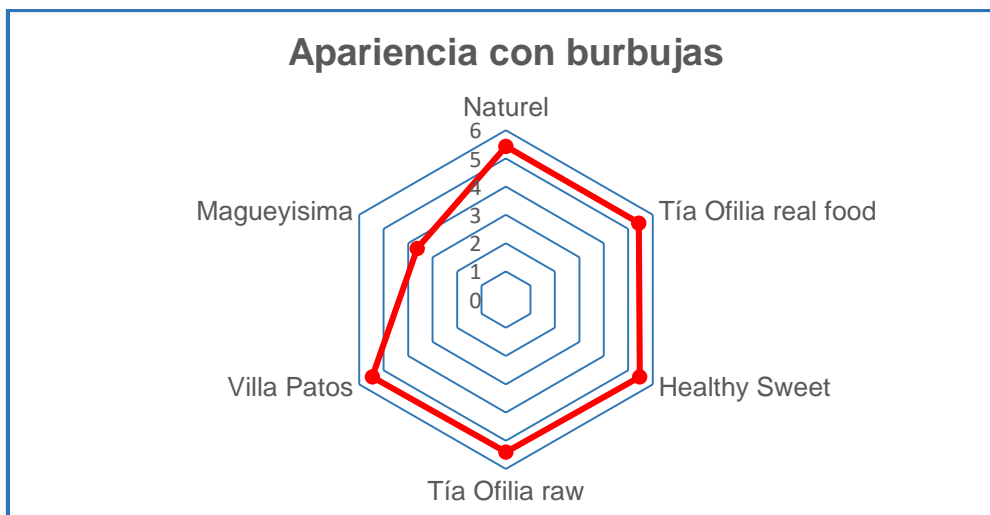


Figura 10. Valores promedio de la intensidad del atributo apariencia con burbujas en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

La apariencia líquida representada en esta gráfica de telaraña nos muestra que la miel con mayor intensidad en este atributo es Villa Patos seguida de Magueyisima y la miel que tuvo menos apariencia líquida fue Naturel (Fig. 11). La miel de agave no presenta en su mayoría esta característica ya que tiene similitud con la miel de abeja por lo que se le ha nombrado así (Ramírez y Gentry 1982). Sin embargo, la apariencia líquida de estas puede deberse a la temperatura y debido a que el experimento se llevó a cabo en los meses más calurosos del año algunas muestras se veían afectadas por ello.

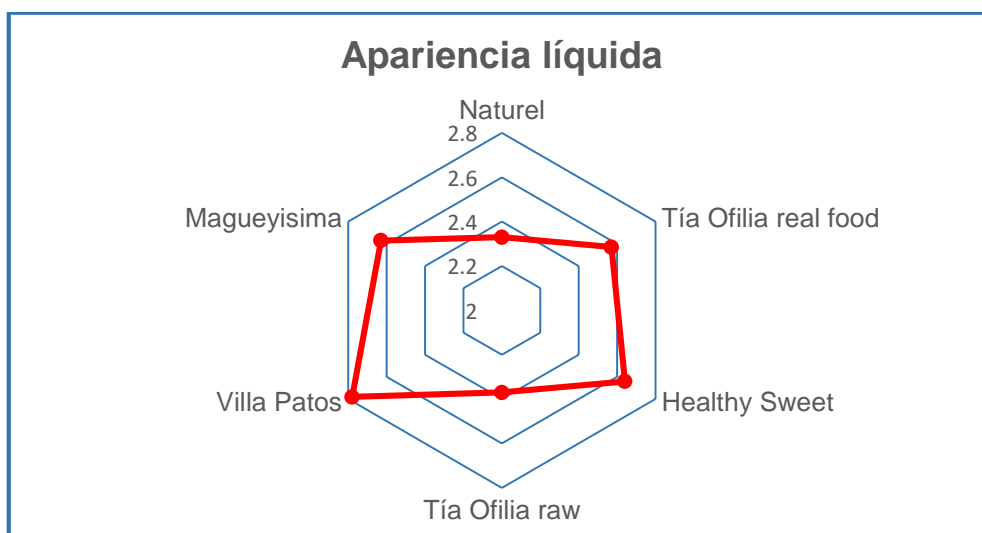


Figura 11 Valores promedio de la intensidad del atributo apariencia líquida en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

En la gráfica de telaraña para apariencia cristalina podemos observar que la miel Healthy Sweet tiene la mayor intensidad de este atributo seguida de esta la miel

Tía Ofilia “real food”, también presentó una intensidad alta del atributo. De forma contraria Magueyisima representa el valor más bajo en cuanto a la intensidad y media del atributo (Fig. 12). Dicho atributo en la miel Healthy Sweet puede deberse a que esta miel se caracteriza por ser fina ya que su proceso de elaboración es refinado lo cual, le genera su característica apariencia (Healthy Sweet, 2017).

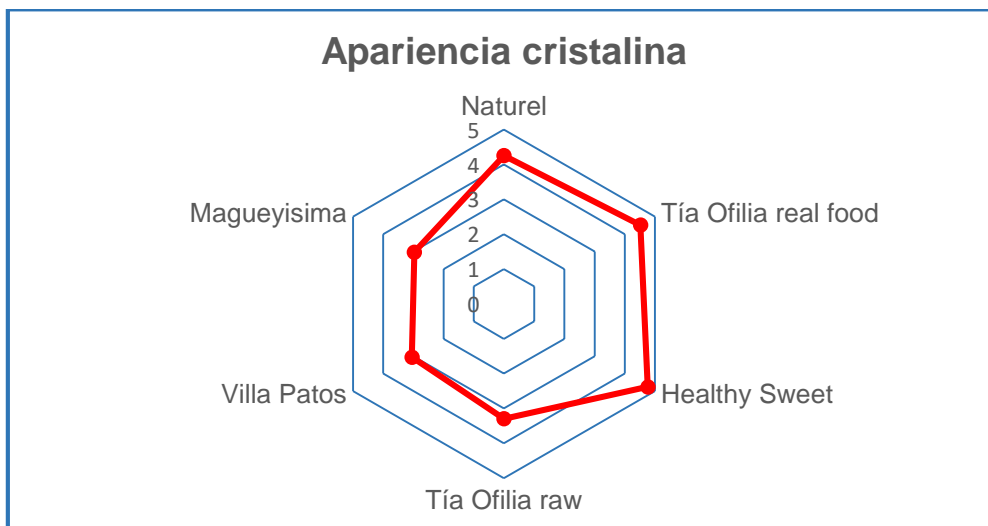


Figura 12. Valores promedio de la intensidad del atributo apariencia cristalina en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

El atributo color ámbar representado en la gráfica de telaraña tuvo mayor intensidad en la miel Magueyisima con un valor muy destacado de media de 11.44. Esto puede deberse a que la miel Magueyisima de manera natural presenta un color más oscuro a comparación de las otras mieles evaluadas (Fig. 13) y este color puede deberse a que es una miel artesanal menos filtrada (Sauret, 2014).

Mientras la miel sea más clara se lo considera de mayor calidad en un 53% de los casos, en el caso de la miel oscura el 41% de los casos puede asociarse a una miel de buena calidad. Por otro lado, la cristalización de la miel para los consumidores es sinónimo de mala calidad en un 67% de los casos (Sauret, 2014).

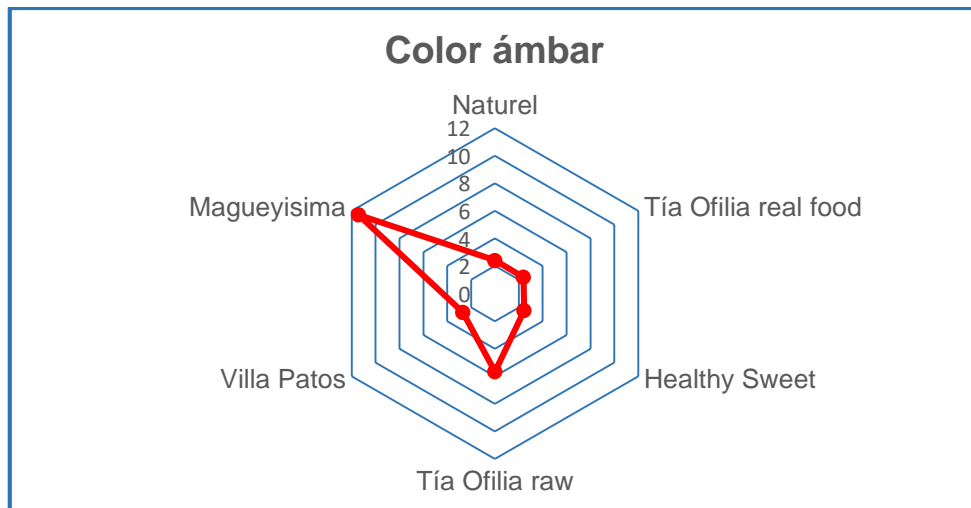


Figura 13. Valores promedio de la intensidad del atributo color ámbar en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

En la gráfica de telaraña para el atributo de color amarillo claro observamos que, Naturel es la miel con una intensidad destacada de este atributo, seguida de Tía Ofilia “real food” y Healthy Sweet (Fig. 14). El color de la mayoría de las mieles que se evaluaron es claro y esto puede deberse a cuestiones de aceptación por las personas debido a que una miel clara es considerada de mayor calidad a comparación de una miel oscura (Santa Cruz, 2010). Además, estudios realizados indican que su aceptación es aprobada por los consumidores cuando la presentación del jarabe es clara (Flores, 2006).

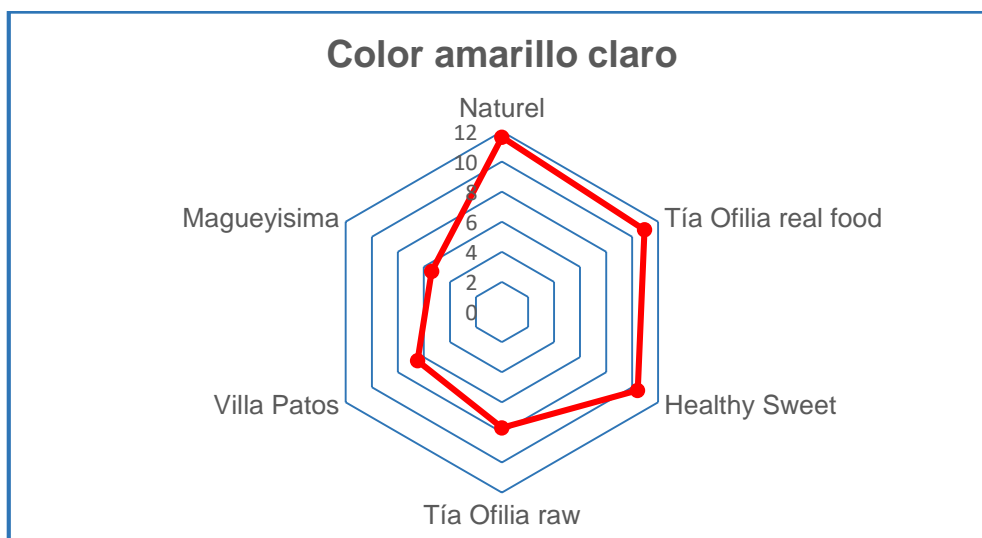


Figura 14. Valores promedio de la intensidad del atributo color amarillo claro en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

El atributo de aroma a caramelo representado en la gráfica de telaraña tuvo una intensidad uniforme en todas las mieles, sin embargo, Tía Ofilia “raw”, tiene el

valor de media más alto de este atributo (Fig. 15). La percepción de dicho atributo puede deberse químicamente a compuestos como ácidos grasos, ésteres, compuestos azufrados y algunos componentes fenólicos que son percibidos por los nervios olfatorios ubicados al final de la nariz y que son usados como una herramienta analítica estos pueden ser aromáticos livianos que se perciben como notas caramelizadas, floral y frutal, pungentes dulces y frescos (Acosta, 2007).

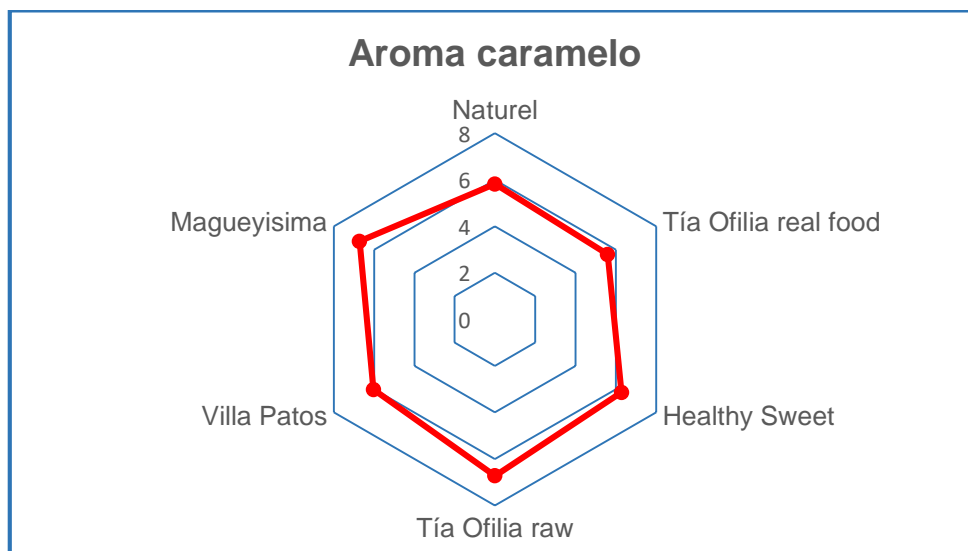


Figura 15. Valores promedio de la intensidad del atributo aroma caramelo en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

Las seis mieles evaluadas muestran un comportamiento similar en la gráfica de telaraña para el atributo de aroma dulce, la miel Villa Patos tiene la mayor intensidad de aroma dulce. De forma contraria Magueyisima es la miel con la menor intensidad en este atributo (Fig. 16) lo cual puede deberse a que la miel Villa Patos especifica en su etiqueta que está hecho de agave Salamina el cual, produce de forma natural su propia savia dulce y el proceso orgánico de elaboración permite mantener ciertas características como el aroma dulce (Villa Patos, 2013).

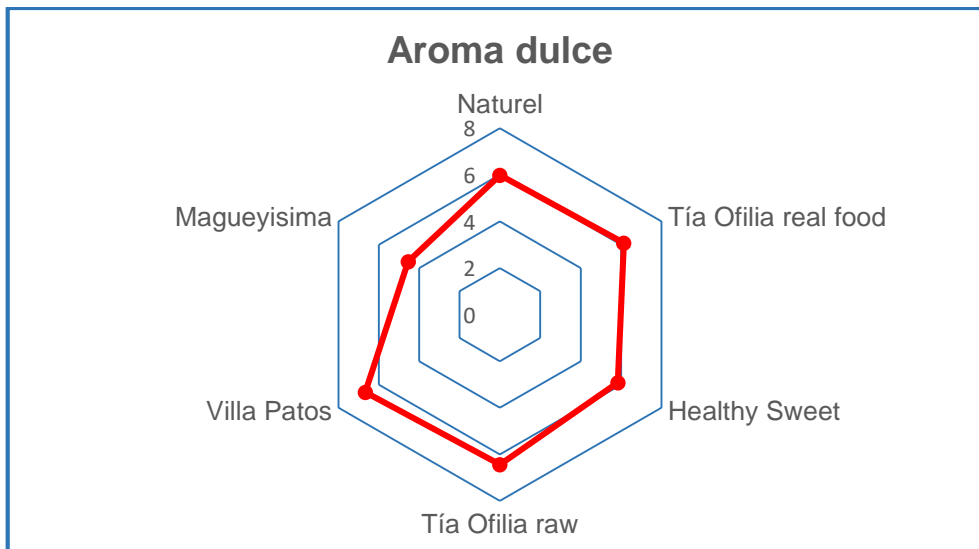


Figura 16. Valores promedio de la intensidad del atributo aroma dulce en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

En la gráfica de telaraña se observa que la miel Magueyisima tiene mayor intensidad del atributo de aroma fresco mentolado y las otras mieles tienen valores ligeramente bajos de aroma fresco mentolado (Fig. 17). Debido a que la miel Magueyisima está elaborada de manera artesanal mantiene compuestos volátiles derivados de carbohidratos y aminoácidos que emanan olores frescos (Acosta, 2007).

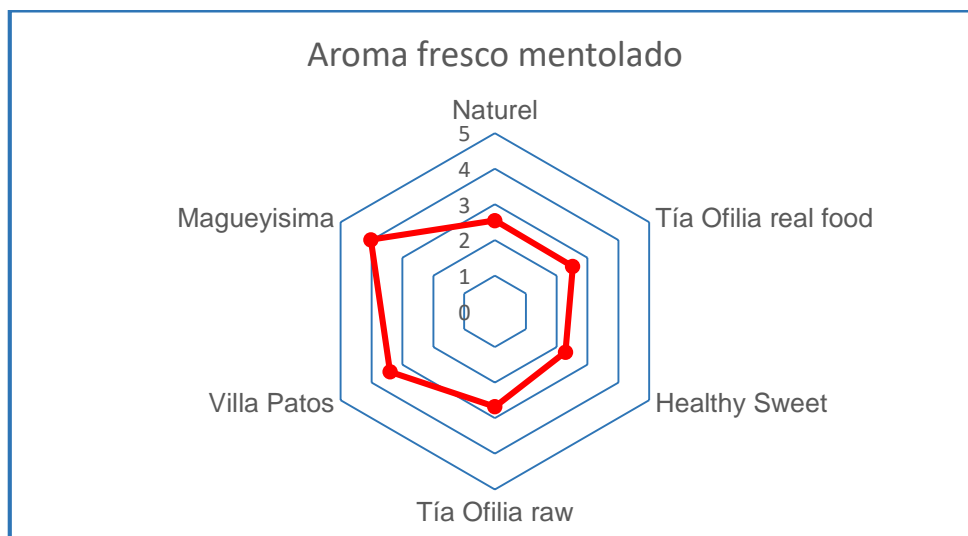


Figura 17. Valores promedio de la intensidad del atributo aroma fresco mentolado en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

La gráfica de telaraña nos muestra que la miel Magueyisima tiene una intensidad muy destacada del atributo aroma astringente (Fig. 18). El aroma de astringencia en las otras mieles es un atributo de muy baja intensidad. Al ser una miel

elaborada artesanalmente es menos filtrada por lo que conserva solidos dispersos en el jarabe siendo los que producen una miel con sabor y aroma más fuerte que a veces se compara con la miel de maple (Sauret, 2014).

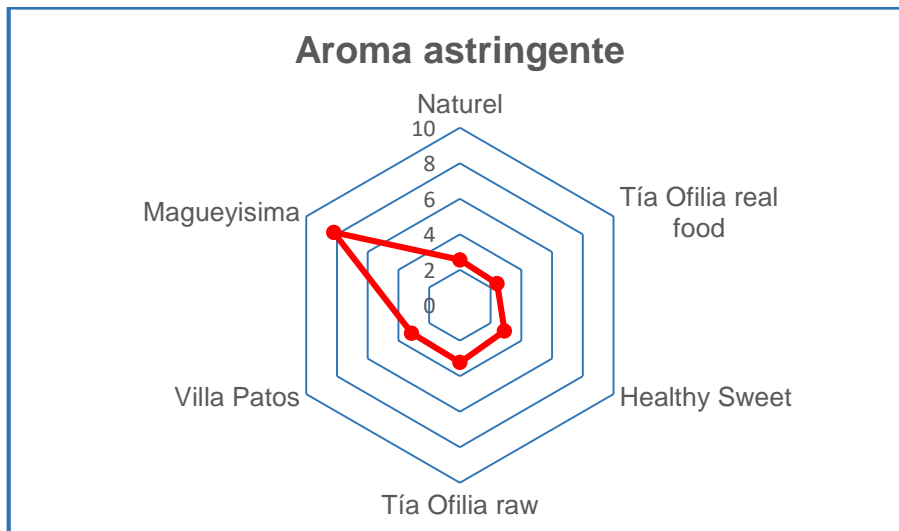


Figura 18. Valores promedio de la intensidad del atributo aroma astringente en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

La gráfica de telaraña nos muestra que el atributo de textura viscosa se presenta con intensidad similar en la mayoría de las mieles, sin embargo, la miel que presenta la mayor intensidad de textura viscosa fue Tía Ofilia “raw” (Fig. 19). La textura viscosa en la mayoría de las mieles se atribuye a que su forma de presentación es naturalmente líquida / viscosa (Frank, 2016).

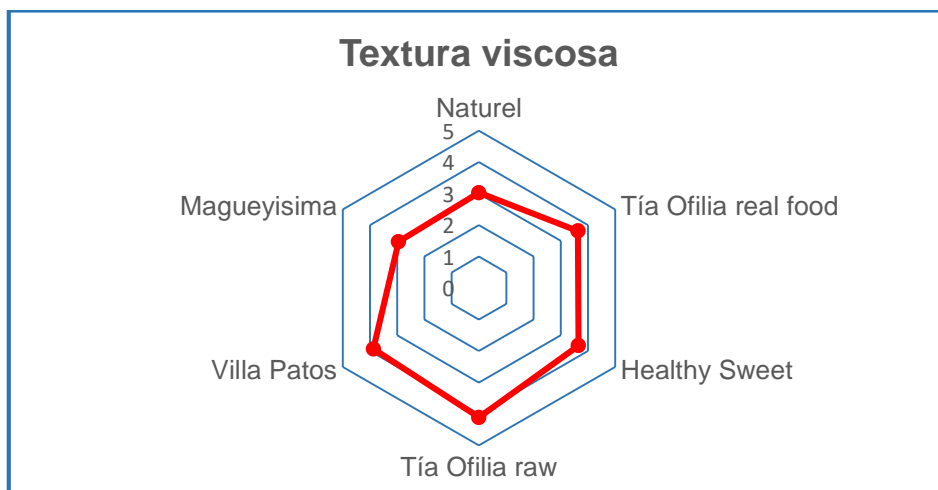


Figura 19. Valores promedio de la intensidad del atributo textura viscosa en las seis marcas de miel de agave evaluadas.

4.4. Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales se enfocó más en los primeros cuatro componentes (CP1, CP2, CP3, CP4), dentro de éstos se encuentran los valores numéricos de los atributos que tuvieron más significancia. Los valores más destacados se encuentran principalmente en los componentes principales 1 y 2 (CP1 y CP2), (Cuadro 4)

CUADRO 4 Valores de los componentes principales donde los valores más destacados son los componentes principales 1 y 2 (CP1 y CP2).

Variable	Cp1	Cp2	Cp3	Cp4
Olor a azúcar	0.205	0.010	0.418	-0.011
Olor dulce	0.384	-0.215	0.225	0.203
Olor a vainilla	0.454	-0.052	0.182	0.096
Apariencia viscosa	0.069	-0.426	-0.237	-0.137
Apariencia con burbujas	-0.103	-0.318	-0.088	-0.515
Apariencia líquida	0.164	-0.246	-0.163	0.398
Apariencia Cristalina	-0.081	-0.251	-0.303	0.551
Color ámbar	0.340	0.327	-0.289	0.061
Color amarillo claro	-0.352	-0.299	-0.028	0.125
Aroma caramelo	0.221	-0.164	0.122	-0.345
Aroma dulce	0.073	-0.368	0.445	0.113
Aroma fresco mentolado	0.348	-0.125	-0.128	-0.102
Aroma astringente	0.354	0.163	-0.374	-0.097
Textura viscosa	0.122	-0.380	-0.326	-0.180

El primer, segundo y tercer componentes principales (PC) explicaron el 59,60%, 21,40% y 13,30% de la variación total de los datos. Los resultados sugieren que las mieles mexicanas de agave tienen características distintivas que las hacen diferentes unas de otras. (Fig. 20)

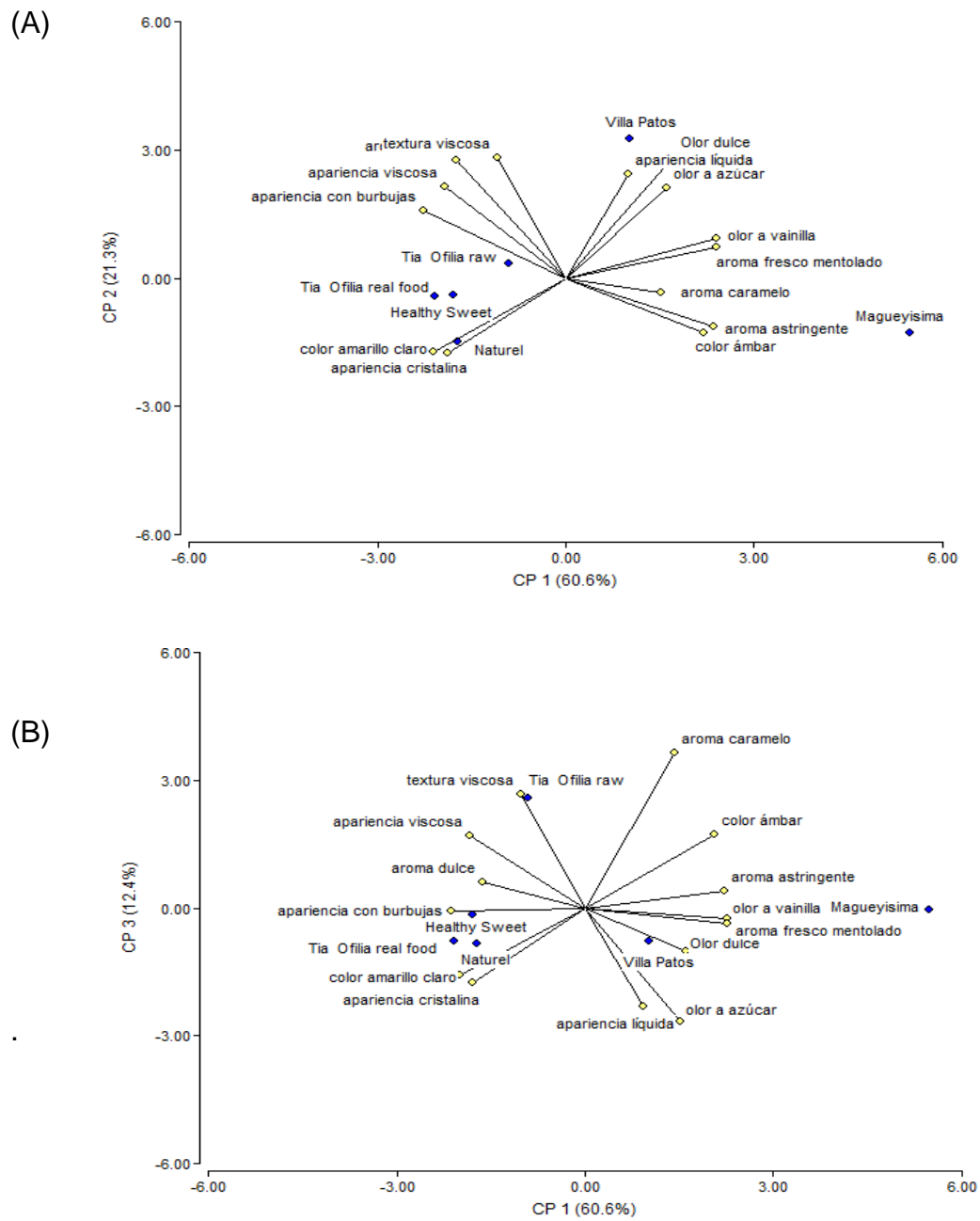


Figura 20. Análisis de componentes principales de variables sensoriales de seis mieles de agave evaluadas, A) representación en el plano de los primeros componentes, B) la representación en el plano de los componentes primero y tercero.

El primer componente principal que presentó el 60.6% de la variabilidad total de los datos, está relacionado positivamente con los atributos de olor a vainilla, olor dulce, aroma astringente, aroma fresco mentolado, color ámbar y se relaciona negativamente con el atributo de color amarillo claro, dichos atributos proyectan el vector de mayor longitud (Fig. 21), indicando las diferencias entre cada una de las mieles.

El segundo componente principal está relacionado negativamente con los atributos de apariencia viscosa, textura viscosa, aroma dulce, apariencia con burbujas y relacionado positivamente con color ámbar, estos atributos presentaron la línea de proyección de mayor longitud hacia este segundo componente (Fig. 21).

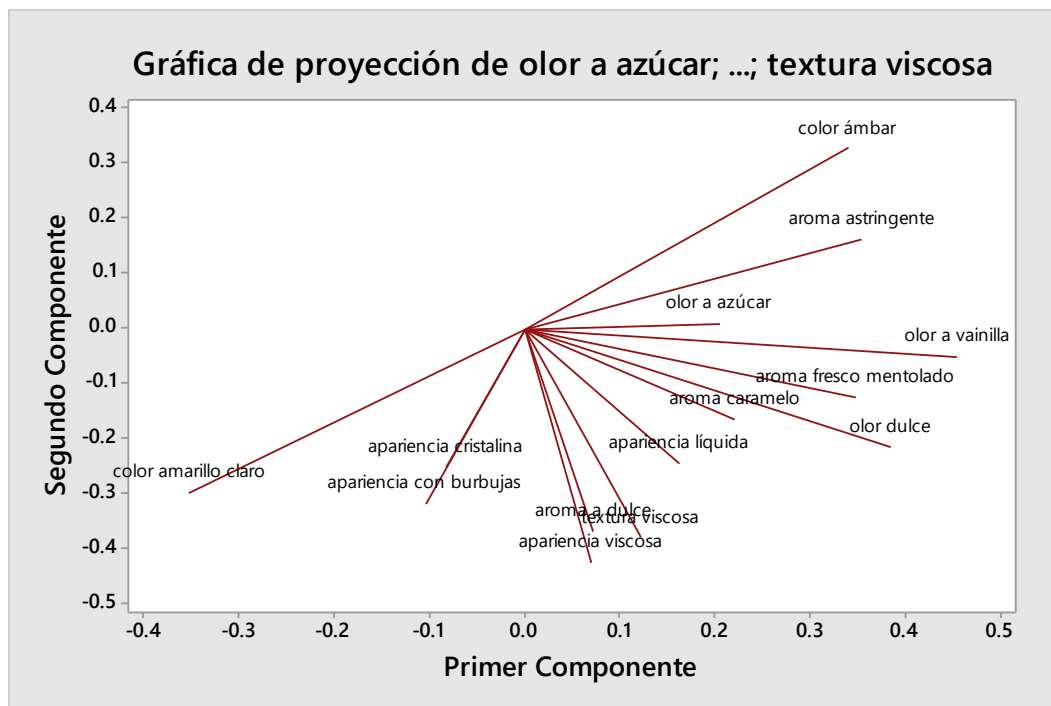


Figura 21. Análisis de componentes principales (CP1 y CP2) de los principales descriptores sensoriales de seis mieles evaluadas.

Las mieles “Healthy Sweet”, “Naturel” y “Tía Ofilia Verde” tuvieron mayor presencia hacia el segundo componente (Fig. 22), con valores negativos relacionados con el atributo de color amarillo claro (Fig. 21).

Por otro lado, la miel “Magueyisima” tuvo mucha presencia positiva hacia el primer componente (Fig. 22), donde se relaciona con los atributos aroma astringente, color ámbar, apariencia líquida y olor a azúcar (Fig. 21). Por otro lado, la miel “Villa Patos” tuvo presencia positivamente hacia el primer componente relacionado con los atributos color ámbar, aroma a caramelo, y positivamente hacia el segundo componente (Fig. 22), relacionado el atributo apariencia viscosa y apariencia con burbujas (Fig. 21).

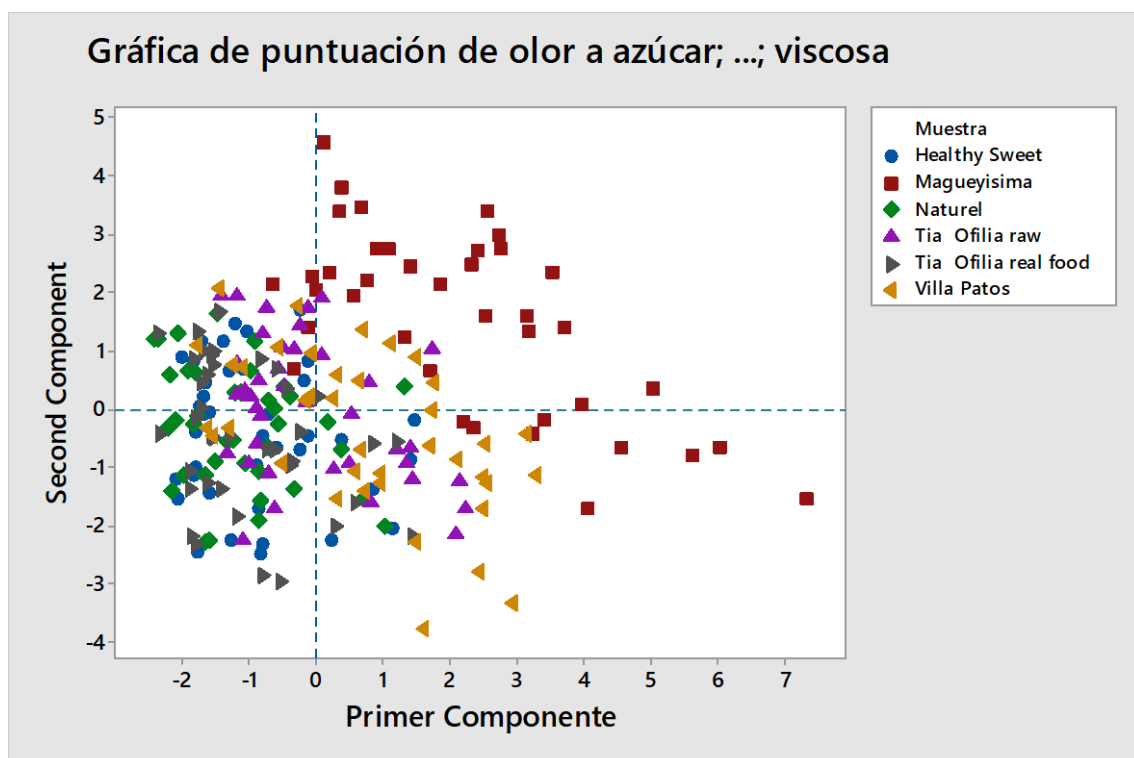


Figura 22. Análisis de componentes principales de puntuación (CP1 y CP2) de los principales descriptores sensoriales de seis mieles de agave evaluadas.

La distancia de los vectores entre los tres primeros componentes es mayor presentando el comportamiento de los atributos dentro de cada componente destacando en los primeros dos componentes donde hay más diferencia entre los atributos (Fig. 23).

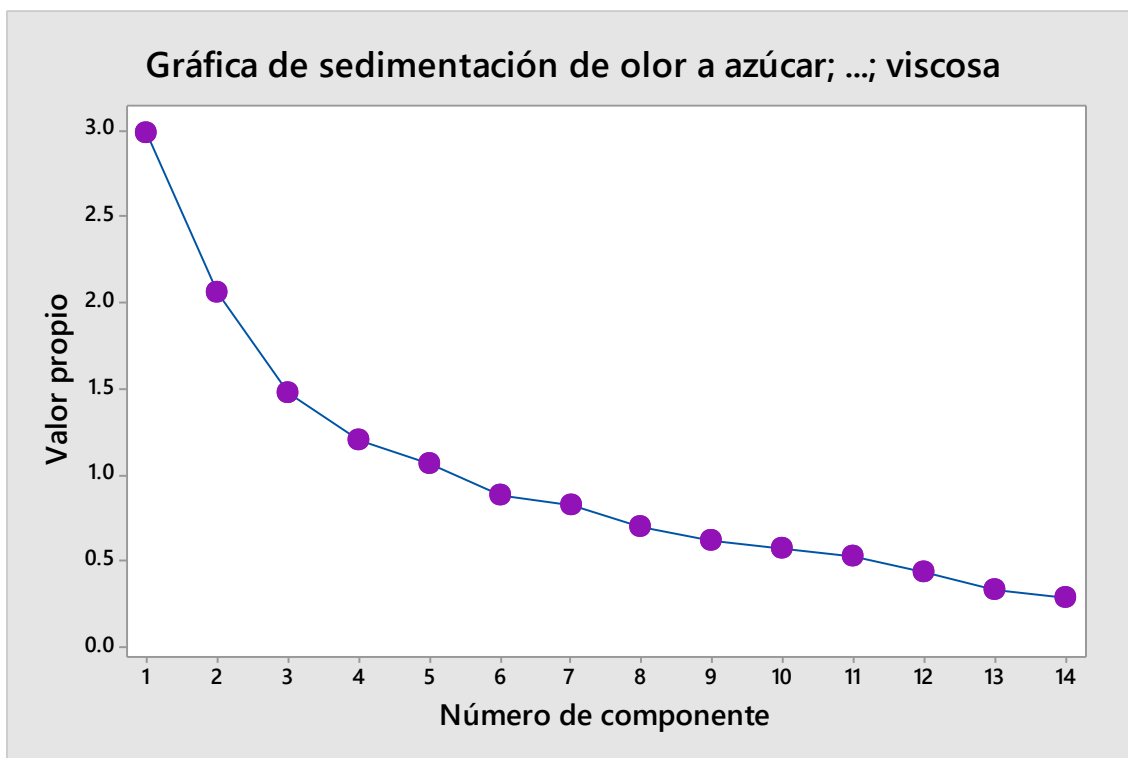


Figura 23. Análisis de componentes principales de sedimentación de los principales descriptores sensoriales de seis mieles de agave.

El análisis de componentes principales es una herramienta que se ha diseñado especialmente para el análisis y visualización de conjuntos complejos de muestras diferentes (Haroon *et al.*, 2016).

Varios autores han utilizado herramientas de análisis multivariados para correlacionar los datos de análisis sensorial entre varias muestras comparadas, por ejemplo, Ciappini y sus colaboradores (2013), determinaron el origen botánico utilizando los sentidos de los seres humanos como una herramienta analítica. Para la miel, esto se refiere principalmente a identificarla como multi o monofloral teniendo en cuenta que coincidan con el origen declarado, tal como se expresa en la directiva de la Unión Europea. También permite la detección de defectos en las prácticas agrícolas y la conservación (fermentación, impurezas,

sabores extraños, humo, quemado) y es esencial en los estudios de preferencias de los consumidores.

Así mismo (Kumar *et al.*, 2018), evaluaron la composición de calidad de la miel de diferentes fuentes florales del norte de la India a través de análisis de parámetros sensoriales llevado a cabo por el método de análisis descriptivo cuantitativo a fin de averiguar si cumplen con las especificación nacional e internacional; y caracterizarla usando análisis multivariado de componentes principales. De igual forma para Kortensniemi y colaboradores (2018), el origen botánico tiene un gran impacto principalmente en las propiedades sensoriales de las mieles en su caso finlandeses, según estos autores la mayoría de las mieles solamente se caracterizan por la evaluación personal del apicultor por lo que las características sensoriales de diferentes tipos de miel deben ser bien conocidos. Sin embargo, la variabilidad natural de las mieles puede complicar su caracterización.

Otros estudios han hecho uso del análisis sensorial no solo para caracterizar las mieles según su origen floral sino también para identificar que especie de abeja produce a la miel evaluada como es el caso de Brasil (Vieira da Costa, 2018).

La aplicación de un estudio sensorial descriptivo incluso ha ido aplicado a alimentos cárnicos como es el caso del tocino (Saldaña *et al.*, 2018), realizaron dicho estudio en el tocino producido por proceso de ahumado tradicional y el fabricado con la adición de humo líquido a fin de reducir el uso de maderas finas para el proceso tradicional de elaboración de este alimento y buscando alternativas amigables con la reforestación tomando en cuenta la aceptación del consumidor del tocino fabricado con la adición de humo líquido.

5. CONCLUSIONES

Creación de un panel de jueces entrenados

Durante toda la realización del trabajo 13 panelistas trabajaron constantemente, los cuales después de varias sesiones de evaluación lograron expresar las características que cada miel presentaba y además lograron afinar sus habilidades para distinguir cada atributo con menor dificultad y comprendieron la importancia de la evaluación sensorial como ciencia.

Desarrollar un léxico descriptivo

A través de la sesión de generación y selección de descriptores, los panelistas desarrollaron el léxico descriptivo, acorde al producto utilizado y evaluado en la investigación. Además, los mismos jueces decidieron consensuadamente los atributos a utilizar para evaluar, lo cual permitió que todos tuvieran claro conocimiento del significado de cada una de ellos evitando posibles confusiones.

Evaluación de las mieles de agave aplicando QDA

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que mediante la metodología del Análisis Descriptivo Cuantitativo es posible realizar la caracterización de las mieles de agave mexicanas. El procedimiento propuesto y el léxico pueden ser una guía de calidad descriptiva útil para los investigadores y la industria mexicana de la miel de agave.

6. LITERATURA CITADA

Anzaldúa-Morales, A. (1984). *Desarrollo de escalas estándar para alimentos mexicanos*. Zaragoza, España. ACRIBIA.

Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza, España: ACRIBIA.

Acosta Navarrete, M., S., López Pérez M. y López Rita, M. (2007). *El tequila, su aroma y su sabor*. Ciencias 87, julio-septiembre, 50-53. [En línea] <http://www.revistaciencias.unam.mx/es/busqueda/autor/48-revistas/revista-ciencias-87/276-el-tequila-su-aroma-y-su-sabor.html>

Aguilar, R. (2007). *Evaluación Sensorial de Vinos Blancos Mexicanos Aplicando la técnica del QDA*. "Tesis de licenciatura no publicada". Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.

Bautista, M., García, L., Barboza, J. E., y Parra, L. A. (2001). *EL Agave tequilana Weber y la producción de tequila*. 2018, de REDALYC Sitio web: <http://www.redalyc.org/html/416/41611203/>

Castro, A., S. y Guerrero, A., J. (2013). *El Agave y sus productos*. 08 Septiembre 2018, de Temas selectos de Ingeniería de Alimentos Sitio web: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Castro-Diaz-et-al-2013.pdf>

Ciappini, M. C., Di Vito, M. V., Gatti, M. B., y Calviño, A. M. (January 19, 2013). *Development of a Quantitative Descriptive Sensory Honey Analysis: Application to Eucalyptus and Clover Honeys*. 2018, de Advance Journal of Food Science and Technology Sitio web: <http://hdl.handle.net/11336/21393>

- Edulag. (2015). *Jarabe de Agave Azul / EDU-JA100*. Recuperado de <https://mieldeagave.com.mx/productos/jarabe-de-agave-azul-edu-ja1005/>
- Flores M., A., Coyotl H. J., Hernández T. M., Velásquez J., L. y Hernández A. (2006). *Gestión de calidad de una miel obtenida a partir de aguamiel de maguey pulquero (Agave salmiana)*. Agosto, 2018, de Congreso Internacional de ingeniería bioquímica Sitio web: <http://www.informatica.sip.ipn.mx/colmex/congresos/morelia/MEMORIAS%202006/TRABAJOS%20EN%20EXTENSO/E-426.pdf>
- Frank, R. (26 de marzo de 2016). *Ficha técnica de miel de agave*. Recuperado de https://issuu.com/caespiura/docs/fiche_tecnica_de_agave
- Fregoso, J. (2009). Secretaría de salud. *La miel de agave una maravilla*. Recuperado de <http://www.archivoconfidencial.com.mx/?c=121&a=6418>
- García, A. S., y López, M. G., (22 de noviembre de 2013). *Jarabe de Agave, alternativa natural*. Alimentación Énfasis. Recuperado de <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/68396-jarabe-agave-alternativa-natural>
- García Mendoza, A., J. (18 de febrero de 2012). *México país de magueyes*. La Jornada del Campo. Recuperado de <http://www.jornada.com.mx/2012/02/18/cam-pais.html>
- González, M., De Lorenzo, C., y Pérez, A. R. (2008). *Sensory Attributes and Antioxidant Capacity of Spanish Honeys*. 2008, de Waley Online Library Sitio web: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-459X.2008.00156.x>
- Gonzales, M., De Lorenzo, C., Pérez, A. R. (2007). Atributos sensoriales y la capacidad antioxidante de las mieles ESPAÑOLA. 18 DE Septiembre 2017, de IMIDRA Sitio web: <https://www.redalyc.org/html/4263/426352861001/>

- Haroon, E., T., Xiaobo, Z., Xiaowei, H., Jiyong, S., Mariod, A., A. (2016). *Discrimination of honeys using colorimetric sensor arrays, sensory analysis and gas chromatography techniques*. Enero 4, 2019, de ELSERVIER Sitio web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616303843>
- Hernández, D. (2018). *Miel de Agave como edulcorante en el Bizcocho Red Velvet*. "Tesis de licenciatura no publicada". Universidad Autónoma del Estado de México, Tenancingo, México.
- Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Recuperado de: <https://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluación%20sensorial.pdf>
- Healthy Sweet (2017). Edulcorante de Agave orgánico. Recuperado de <http://healthysweet.mx/producto/>
- Kortesniemi, M., Rosenvald, S., Lakksonen, O., Vanag, A., Ollikka, T., Vene, K., Yang, B. (2018). *Sensory and chemical profiles of Finnish honeys of different botanical origins and consumer preferences*. Enero 4, 2019, de ELSERVIER Sitio web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814617317077>
- Kumar, A., Singh, J., P., Bedi, J., Manav, M., Ansari, M., J., Waila G., S. (2018). *Sensorial and physicochemical analysis of Indian honeys for assessment of quality and floral origins*. Enero 4, 2019, de ELSERVIER Sitio web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399691830276X>
- Lawless, H. T., y Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food Principles and Practices*. 2ª ed. Davis, California: Springer.
- Maurichi, B., Pozzo, L., y Recanati, G. (2016). Docplayer. *Descripción Sensorial de Mielles florales*. Recuperado de <https://docplayer.es/40244157-Descripcion-sensorial-cuantitativa-de-mielles-florales.html>

- Mellado, E., López, M. (2013). *Análisis comparativo entre jarabe de agave azul (Agave tequilana Weber var. azul) y otros jarabes naturales*. 2013, de Agrocienza Sitio web: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000300003
- NMX-2008, Norma Mexicana (2008) que establece las especificaciones del producto denominado jarabe de agave elaborado con *A. tequilana Weber*. Var. Azul. Especificaciones y métodos de prueba. NMX-FF-110-SCFI-2008. Diario Oficial 22 de septiembre 2018. México.
- NAMEX. (2010). *El jarabe y la fibra dietética de Agave*. Recuperado de <http://www.nutriagaves.com/procesos.html>
- Naturel (2018). Néctar de agave Naturel. Recuperado de <https://sites.google.com/site/naturalorganico/agave>
- Oliver, P., Cicerale, S., Pang, E., Keast, R. (2017). *Developing a strawberry lexicon to describe cultivars at two maturation stages*. Noviembre 11, 2018, de WILEY LIBRARY Sitio web: onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/joss.12312
- Pardo, O. (2007). *El (Agave americana L.) en las culturas pre-hispánicas. Una revisión bibliográfica*. Revista Chilena de flora y vegetación, No. 1, 2-5. Recuperado de <http://www.chlorischile.cl/pardoagave2/Agaveamericana2007.htm>
- Pedrero, D. L., y Pangborn, R. M. (1989). *Evaluación Sensorial de los alimentos Métodos analíticos*. 1ª ed. México: ALHAMBRA.
- Picallo, A. (marzo 2009). Análisis sensorial de los alimentos: *El imperio de los sentidos*. En: Encrucijadas, no. 46. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encrucci/index/assoc/HWA_257.dir/257.PDF
- PROY-NOM-2015, Proyecto Norma Oficial Mexicana (2015) relativa a las características de sanidad, calidad, inocuidad, trazabilidad, etiquetado y

evaluación de la conformidad de jarabe de Agave. PROY-NOM-003-SAGARPA-2015. 22 de septiembre 2018. México.

Ramírez, P. y Gentry. (1982). *El maguey: árbol de las maravillas*. Editado por el Museo Nacional de Culturas Populares. México, D. F.

Reyes, J. M. (diciembre, 2012). Salud180. Recuperado de <https://www.salud180.com/nutricion-y-ejercicio/10-beneficios-de-la-miel-de-agave>

Roja, K. (02 diciembre, 2012). *Miel de agave, Miel de maguey*. [Entrada a blog]. Recuperado de <https://kikka-roja.blogspot.com/2012/02/miel-de-agave-miel-de-maguey-recetas.html>

Romero, M. R., Osorio, P., Flores, A., Robledo, N., y Mora, R. (2015). *Composición química, capacidad antioxidante y el efecto prebiótico del aguamiel (Agave atrovirens) durante su fermentación in vitro*. 2018, de Revista mexicana de ingeniería química Sitio web: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382015000200005

Saldaña, E., Castillo, L., Cabrera, J., Siche, R. (2018). *Descriptive analysis of bacon smoked with Brazilian woods from reforestation: methodological aspects, statistical analysis, and study of sensory characteristics*. Enero 4, 2019, de ELSEVIER Sitio web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017313335>

Sauret, G. (19 de noviembre de 2014). *El jarabe de agave de Agave Trading México*. Recuperado de <http://agavetradingmexico.com/agavetradingmexico/images/blog/noticia2.pdf>

Stone, H., y Sidel, L. J., (2004). *Sensory Evaluation Practices*. Recuperado de <https://www.elsevier.com/books/sensory-evaluation-practices/stone/978-0-12-672690-9>

The iidea Company Premium Agave Products. (2018). *Aplicaciones comunes del Jarabe de Agave*. Recuperado de <http://www.iidea.com.mx/en/products/syrup>

Tía Ofilia (2016). *Productos Tía Ofilia Real food*. Recuperado de <http://tiaofilia.com/>

Universidad Complutense de Madrid. (septiembre 15, 2006). *Néctar de Orgullo*. 2018, de Universidad Complutense de Madrid Sitio web: <https://ucm.on.worldcat.org/search?databaseList=&queryString=jarabe+de+agave#/oclc/5358311124>

Universidad Complutense de Madrid. (diciembre 8, 2006). *Dulzor Nacional con Néctar de Agave*. 2018, de Universidad Complutense de Madrid Sitio web: <https://ucm.on.worldcat.org/search?databaseList=&queryString=jarabe+de+agave#/oclc/5358311124>

Ureña, M. O., y Huayapa, M. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos aplicación didáctica*. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Vásquez, A. (2009). *Evaluación de dos procesos para la obtención de miel de agave atrovirens karw.* "Tesis de licenciatura no publicada". Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.

Velazco, J. (febrero 22, 2014). *Endulza el agave otros mercados*. 2018, de Universidad Complutense de Madrid Sitio web: <https://ucm.on.worldcat.org/search?databaseList=&queryString=jarabe+de+agave#/oclc/5358311124>

Vieira de Costa, A. C., Bautista, J., M., Azevedo, M., A., dos Santos., D., Madruga, M., S. (2018). *Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the brazilian semiarid region*. Enero

4, 2019, de ELSERVIER Sitio web:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917307299>

Villa Patos (2013). *Productos del Campo Villa Patos*. Recuperado de
<https://villadepatos.com/el-maguey/>

7. ANEXOS

7.1 Análisis de varianza de los catorce atributos generados

7.1.1 Olor a azúcar

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	301.908419	60.3816838	4.7524845	0.0004
Error	228	2896.80564	12.7052879		
C. Total	233	3198.71406			

Olor azúcar					
Level					Least Sq Mean
Villa Patos	A				8.68717949
Magueyisima	A	B			7.74102564
Naturel	A	B	C		6.53846154
Healthy Sweet		B	C		6.27948718
Tia Ofilia real food		B	C		5.85641026
Tia Ofilia raw			C		5.35641026

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$)

7.1.2 Olor duce

Olor dulce					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	607.0573	121.411	12.2761	< .0001
Error	228	2254.9390	9.89		
C. Total	233	2861.9962			

Level			Least Sq Mean
Villa Patos	A		6.7564103
Magueyisima	A		5.1589744
Tia Ofilia raw		B	3.0128205
Tia Ofilia real food		B	2.6820513
Healthy Sweet		B	2.6000000
Naturel		B	2.5076923

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$)

7.1.3 Olor a Vainilla

Olor a Vainilla					
Analysis of variance					
Source	DF	Sun of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	414.3352	82.867	14.5244	< .0001
Error	228	1300.8241	5.7054		
C. Total	233	1715.1593			

Level			Least Sq Mean
Magueyisima	A		5.5307692
Villa Patos	A		4.2512821
Tia Ofilia raw		B	2.5923077
Tia Ofilia real food		B	2.1076923
Healthy Sweet		B	2.0897436
Naturel		B	2.0384615

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P< 0.05)

7.1.4 Apariencia Viscosa

Apariencia viscosa					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	21.04188	4.20838	1.1766	0.3214
Error	228	815.48462	3.57669		
C. Total	233	836.52650			

Level		Least Sq Mean
Tia Ofilia raw	A	5.8256410
Healthy Sweet	A	5.6897436
Villa patos	A	5.674359
Tia Ofilia real food	A	5.5410256
Naturel	A	5.4435897
Magueyisima	A	4.8974359

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P< 0.05)

7.1.5 Apariencia con burbujas

Apariencia con burbujas					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	105.9829	21.1966	2.8571	0.016
Error	228	1691.5082	7.4189		
C. Total	233	1797.4912			

Level			Least Sq Mean
Healthy Sweet	A		5.474359
Villa Patos	A		5.4717949
Tia Ofilia real food	A		5.4358974
Naturel	A		5.4307692
Tia Ofilia raw	A	B	5.4025641
Magueyisima		B	3.6384615

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)

7.1.6 Apariencia líquida

Apariencia líquida					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	5.8747	1.17494	0.2294	0.9494
Error	228	1167.5949	5.12103		
C. Total	233	1173.4696			

Level		Least Sq Mean
Villa Patos	A	2.7897436
Healthy Sweet	A	2.6410256
Magueyisima	A	2.6333333
Tia Ofilia real food	A	2.5769231
Tia Ofilia raw	A	2.3717949
Naturel	A	2.3358974

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)

7.1.7 Apariencia cristalina

Apariencia Cristalina					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	122.8195	24.5639	2.6908	0.0219
Error	228	2081.3759	9.1288		
C. Total	233	2204.1954			

Level		Least Sq Mean
Healthy Sweet	A	4.7641026
Tia Ofilia real food	A	4.5205128
Naturel	A	4.2538462
Tia Ofilia raw	A	3.2974359
Villa Patos	A	3.0538462
Magueyisima	A	2.9717949

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)

7.1.8 Color ámbar

Color ámbar					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	2569.981	513.996	120.5429	< .0001
Error	228	972.1944	4.264		
C. Total	233	3542.1754			

Level				Least Sq Mean
Magueyisima	A			11.446154
Tia Ofilia raw		B		5.669231
Villa Patos			C	2.705128
Healthy Sweet			C	2.44359
Naturel			C	2.410256
Tia Ofilia real food			C	2.387179

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)

7.1.9 Color amarillo claro

Color amarillo Claro					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	844.4469	168.889	21.7802	< .0001
Error	228	1767.9687	7.754		
C. Total	233	2612.4156			

Level			Least Sq Mean
Magueyisima	A		11.087179
Tia Ofilia raw	A		10.387179
Villa Patos	A		10.374359
Healthy Sweet		B	7.576923
Tia Ofilia real food		B	6.787179
Naturel		B	6.374359

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)

7.1.10 Aroma a caramelo

Aroma a caramelo					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	45.5388	9.1078	0.778	0.5664
Error	228	2668.9605	11.706		
C. Total	233	2714.4993			

Level		Least Sq Mean
Magueyisima	A	6.7897436
Tia Ofilia raw	A	6.7282051
Healthy Sweet	A	6.2871795
Villa Patos	A	6.0307692
Naturel	A	5.8230769
Tia Ofilia real food	A	5.5974359

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)

7.1.11 Aroma dulce

Aroma dulce					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	107.4162	21.4832	2.7256	0.0198
Error	228	1784.0333	7.8247		
C. Total	233	1891.4496			

Level			Least Sq Mean
Villa Patos	A		6.6769231
Tia Ofilia raw	A		6.4410256
Tia Ofilia real food	A	B	6.1435897
Naturel	A	B	5.9871795
Healthy Sweet	A	B	5.8435897
Magueyisima		B	4.5589744

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)

7.1.12 Aroma fresco mentolado

Aroma fresco mentolado					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	85.2193	17.0439	3.089	0.0102
Error	228	1258.0113	5.5176		
C. Total	233	1343.2306			

Level			Least Sq Mean
Magueyisima	A		4.025641
Villa Patos	A	B	3.4000000
Tia Ofilia raw	A	B	2.6846154
Naturel	A	B	2.5512821
Tia Ofilia real food	A	B	2.5282051
Healthy Sweet		B	2.2974359

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)

7.1.13 Aroma astringente

Aroma astringente					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5	956.2501	191.25	25.338	< .001
Error	228	1720.9349	7.548		
C. Total	233	2677.185			

Level			Least Sq Mean
Magueyisima	A		8.2230769
Tia Ofilia raw		B	3.2333333
Villa Patos		B	3.1564103
Healthy Sweet		B	2.8948718
Naturel		B	2.5641026
Tia Ofilia real food		B	2.4256410

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)

7.1. 14 Textura viscosa

Textura viscosa					
Analysis of variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Model	5				
Error	228				
C. Total	233				

Level		Least Sq Mean
Tia Ofilia raw	A	4.1153846
Villa Patos	A	3.874359
Healthy Sweet	A	3.6564103
Tia Ofilia real food	A	3.6384615
Naturel	A	3.0358974
Magueyisima	A	2.9564103

Las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas (P>0.05)