

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Estudio de vida de anaquel microbiológico y sensorial de la miel blanca
proveniente de *Melipona beecheii* obtenida en Pueblo Nuevo Viñas, Santa
Rosa**

RODRIGO ENRÍQUEZ COTTÓN

CARNÉ: 200330562

Mazatenango, Suchitepéquez, septiembre del 2020

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Estudio de vida de anaquel microbiológico y sensorial de la miel blanca
proveniente de *Melipona beecheii* obtenida en Pueblo Nuevo Viñas, Santa
Rosa**

RODRIGO ENRÍQUEZ COTTÓN

CARNÉ: 200330562

Asesora principal: Q.B. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Asesor adjunto: Biólogo Carlos Maldonado Aguilera

Mazatenango, Suchitepéquez, septiembre del 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SURCOCCIDENTE**

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

Dr. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera

Secretario

Lic. Luis Carlos Muñoz L

Vocal

REPRESNTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

T.P.A. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE Rony Roderico Alonzo Solis

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico
MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas
MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social
Lic. Edin Aníbal Ortíz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía
Dr. René Humberto López Cotí

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos
MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical
MSc. Erick Alexander España Miranda

Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local
MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogado y Notario
MSc. José David Barillas Chang

Coordinador de Área Social Humanista
Lic. José Felipe Martínez Domínguez

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Coordinadora de las Carreras de Pedagogía
MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinador Carrera de Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la
Comunicación
Lic. Heinrich Herman León

ACTO QUE DEDICO A:

- Mi esposa** María José, el amor de mi vida. Gracias por estar siempre a mi lado en los altos y bajos momentos, por su paciencia, por su amor y por el apoyo incondicional.
- Mis hijos** Fausto Manuel, el niño más guapo del mundo y a Rodrigo Estuardo, el bebé más guapo del mundo. Su papi siempre tendrá cuidado en cada paso que dé, pues sabe bien que son los que ustedes seguirán.
- Mis padres** Porque todo lo bueno y lo mejor que tengo como persona, es producto del ejemplo que ustedes me han dado y porque me dieron una infancia inolvidable.
- Mis Hermanos** Porque siempre me cuidaron y nunca me han reprochado ninguna de mis travesuras.
- Mi abuelito Paco** Porque eres el abuelo eterno.
- Mis amigos** Por el apoyo que siempre me han dado.

AGRADECIMIENTOS A:

- USAC** Por ser mi alma máter y demostrarme que el “Id y enseñad a todos” debe ser una forma de vivir y de ser.
- CUNSUROC** Por ser el lugar que me acogió durante mis años de estudio y darme el privilegio de por desarrollarme como profesional.
- Mi hermana
María Eunice** Por el privilegio y la oportunidad de realizar este proyecto.
- Mis asesores** Licenciada Gladys Calderón y Biólogo Carlos Maldonado-Aguilera, por el apoyo incondicional durante el desarrollo de la investigación.
- Mis catedráticos** Por haberme transmitido sus conocimientos y brindarme las herramientas que me han permitido desarrollarme como profesional.

Índice General

Contenido	Página
Abstract	ix
Resumen	x
1. Introducción.....	1
2. Planteamiento del problema.....	2
3. Justificación.....	3
4. Marco teórico.....	4
4.1. Miel.....	4
4.1.1. Definición de miel	4
4.1.2. Parámetros microbiológicos de la miel.....	4
4.2. Miel de Meliponinos.....	5
4.2.1. Meliponicultura y abejas nativas de Guatemala	5
4.2.2. Uso tradicional en Guatemala	7
4.2.3. Características fisicoquímicas	9
4.2.4. Características sensoriales	10
4.2.5. Microorganismos asociados.....	12
4.2.6. Principales microorganismos en los alimentos.....	14
4.2.7. Métodos de conservación de miel de meliponinos	15
4.3. Vida de anaquel	17
4.3.1. Diseños experimentales para determinar la vida de anaquel	18
4.4. Análisis sensorial.....	22
4.4.1. Escala hedónica	22
4.4.2. Comparación múltiple.....	22
5. Objetivos	23
5.1. Objetivo general	23
5.2. Objetivos específicos	23
5.3. Hipótesis.....	24
6. Recursos	25

6.1.	Recursos humanos	25
6.2.	Recursos Institucionales	25
6.3.	Recursos económicos	25
6.4.	Recursos físicos	25
7.	Marco operativo.....	27
7.1.	Toma y disposición de las muestras	27
7.1.1.	Toma de las muestras	27
7.1.2.	Disposición de las muestras.....	27
7.2.	Realización de los análisis microbiológicos.....	28
7.3.	Realización del análisis sensorial.....	29
7.3.1.	Establecimiento del patrón para la evaluación sensorial de comparación múltiple.	29
7.3.2.	Evaluación de comparación múltiple entre muestras sometidas a distintos tratamientos de tiempo y temperatura.....	30
8.	Presentación y análisis de resultados	33
8.1.	Presentación de resultados	33
8.1.1.	Resultados del estudio de vida de anaquel microbiológico	33
8.1.2.	Resultados del estudio de vida de anaquel sensorial.....	34
8.1.2.1.	Resultados de la creación del patrón de comparación.....	34
8.1.2.2.	Resultados de la calidad subjetiva de la miel entre las muestras y el patrón.	35
8.1.2.3.	Resultados de la calidad objetiva de la miel entre las muestras y el patrón.	38
8.2.	Análisis de resultados	46
8.2.1.	Análisis del estudio de vida de anaquel sensorial.	47
8.2.1.1.	Análisis de la creación del patrón de comparación.	47
8.2.1.2.	Análisis de la calidad subjetiva de la miel entre las muestras y el patrón.	47
8.2.1.3.	Resultados de la calidad objetiva de la miel entre las muestras y el patrón	48
9.	Conclusiones.....	52
10.	Recomendaciones.....	54
11.	Referencias bibliográficas	56
12.	Apéndices.....	59

13.	Anexos	109
14.	Glosario	110

Índice de tablas

Tabla	Página
1. Abejas nativas reportadas para Guatemala	7
2. Usos terapéuticos de la miel de abejas nativas de Guatemala	9
3. Valores fisicoquímicos promedio de los tres géneros de meliponinos	10
4. Principales propiedades sensoriales de miel de abejas sin aguijón	12
5. Cantidades de miel blanca utilizadas durante el experimento.....	28
6. Resumen estadístico descriptivo para el número de UFC/g de mohos y levaduras y de aerobios totales por temperatura	33
7. Resumen estadístico descriptivo para el número de UFC/g de mohos y levaduras y aerobios totales por temperatura	34
8. Resumen del análisis de varianza de un factor para los atributos de las muestras evaluadas por tiempo y por lote de miel blanca	34
9. Resumen de resultados de las pruebas de chi cuadrado para la diferencia subjetiva de la miel blanca entre tratamientos de tiempo y temperatura.....	35
10. Resumen de resultados de las pruebas de chi cuadrado para la calidad subjetiva de la miel blanca entre tratamientos de tiempo y temperatura	36
11. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación subjetiva de la miel blanca respecto del patrón	38
12. Resumen de resultados de las pruebas de chi cuadrado para la diferencia objetiva de la miel blanca entre tratamientos de tiempo y temperatura	39
13. Resumen de resultados de las pruebas de chi cuadrado para la calidad objetiva de la miel blanca entre tratamientos de tiempo y temperatura	40
14. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación del color de la miel blanca respecto del patrón	45
15. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación del olor de la miel blanca respecto del patrón.....	45
16. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación del sabor de la miel blanca respecto del patrón.....	45
17. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación de la textura de la miel blanca respecto del patrón.....	46

Índice de Figuras

Figura	Página
1. Diseño parcialmente escalonado para la determinación de vida de anaquel. ...	19
2. Diseño de la muestra tomada.....	20
3. Diseño de la muestra almacenada	21
4. Gráficos en mosaico para el análisis sensorial subjetivo de la miel blanca comparada con el patrón	37
5. Gráficos en mosaico para el análisis sensorial del color de la miel blanca comparado con el del patrón.....	41
6. Gráficos en mosaico para el análisis sensorial del olor de la miel blanca comparado con el del patrón.....	42
7. Gráficos en mosaico y de para el análisis sensorial del sabor de la miel blanca comparado con el del patrón.....	43
8. Gráficos en mosaico para el análisis sensorial de la textura de la miel blanca comparado con el del patrón.....	44
9. Resumen del gráfico de cajas para los resultados del conteo de aerobios totales en UFC/g.	60

Índice de Apéndices

Apéndice	Página
1. Resumen estadístico descriptivo de los resultados microbiológicos.	59
2. Resultados del análisis de varianza para la prueba de escala hedónica por lote de miel	61
3. Resultados del análisis de varianza para la prueba de escala hedónica por tiempo, en trimestres.....	64
4. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia sensorial subjetiva de la miel blanca por temperatura.....	67
5. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad sensorial subjetiva de la miel blanca, por temperatura.....	68
6. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia sensorial subjetiva, por tiempo, en meses.....	69
7. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia sensorial subjetiva, por tiempo, en bimestres.....	71
8. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad sensorial subjetiva, por tiempo, en meses.....	72
9. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad sensorial subjetiva, por tiempo, en bimestres.....	74
10. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad sensorial subjetiva, por tiempo, en trimestres	75
11. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia objetiva, por temperatura.....	76
12. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad objetiva, por temperatura.....	80
13. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia objetiva, por tiempo, en meses.....	84
14. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia objetiva, por tiempo, en bimestres.....	90

15. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia objetiva, por tiempo, en trimestres	92
16. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad objetiva, por tiempo, en meses	94
17. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad de los atributos color, olor y sabor, por tiempo, en bimestres	100
18. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad del atributo sabor, por tiempo, en trimestres	104
19. Boleta para la evaluación de escala hedónica	105
20. Boleta para la evaluación de comparación múltiple	107

Índice de Anexos

Anexo	Página
1. Fotografía de la <i>Melipona beecheii</i>	109

Abstract

The present research work named "Estudio microbiológico y sensorial de vida de anaquel de la miel blanca proveniente de *Melipona beecheii* obtenida en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa", raises as a central problem establishing the influence of the environment in the shelf life of honey developed by this native bee, then it is characterized by self-consumption, as well as to make medicines.

The research, lasting six months, focused on the influence of temperature and storage time on white honey, at the microbiological and sensory level, as these are important features of the shelf life of a food product and are express as the microbial charge, on the safety side and, the sensory properties on the quality side.

From the study, the following results were obtained: from the total aerobic count analyses, not any temperature treatment exceeded 1,000 CFU/g of total aerobics and 100 CFU/g of molds and yeasts; statistically, the three batches of refrigerated samples were shown to maintain equal mean sensory results for six months; the sensory quality of samples stored in refrigeration was different from samples stored at different temperatures; in samples stored at room temperature and at incubation temperature, statistically, temperature did not influence their sensory quality, but time did. It was therefore concluded that the microbiological limits established for *Apis mellifera* honey were not exceeded in the regulations in force in Mexico, Costa Rica and Europe, and that refrigeration is the best method of preserving white honey, since for six months study, the sensory quality of this was maintained. It was also established that storage at temperatures between 27°C and 40°C influences the sensory quality of honey.

Resumen

El presente trabajo de investigación denominado “Estudio microbiológico y sensorial de vida de anaquel de la miel blanca proveniente de *Melipona beecheii* obtenida en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa”, plantea como problemática central establecer la influencia del ambiente en la vida de anaquel de la miel elaborada por esta abeja nativa, dado que ésta se caracteriza por ser para autoconsumo, así como para elaborar medicamentos.

La investigación, con una duración de seis meses, se centró en influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre la miel blanca, a nivel microbiológico y sensorial, dado que estos son rasgos importantes de la vida de anaquel de un producto alimenticio y se expresan como la carga microbiana, por el lado de inocuidad y las propiedades sensoriales por el lado de la calidad.

Del estudio realizado, se obtuvo los siguientes resultados: de los análisis de recuento total de aerobios, se demostró que en ningún tratamiento de temperatura sobrepasó de 1,000 UFC/g de aerobios totales y de 100 UFC/g de mohos y levaduras; se demostró, estadísticamente, que los tres lotes de muestras refrigeradas mantuvieron medias de resultados sensoriales iguales, durante seis meses; la calidad sensorial de las muestras almacenadas en refrigeración fue diferente a las muestras almacenadas a temperaturas distintas; en las muestras almacenadas a temperatura ambiente y a temperatura de incubación, estadísticamente, la temperatura no influyó en su calidad sensorial, pero sí, el tiempo. Por lo tanto, se concluyó que no se excedieron los límites microbiológicos establecidos para miel de *Apis mellifera* en las normativas vigentes en México, Costa Rica y Europa, y que la refrigeración es el mejor método de conservación de la miel blanca, pues durante seis meses de estudio, se mantuvo la calidad sensorial de esta. También se estableció que el almacenamiento a temperaturas de entre 27 °C y 40 °C influye en la calidad sensorial de la miel.

1. Introducción

En Guatemala se conocen actualmente 33 especies de meliponinos, de estas, la que se considera más relevante hasta el momento es la *Melipona beecheii* por el hecho de producir la denominada miel blanca, a la cual se le atribuyen propiedades terapéuticas y curativas. Entre los usos más comunes de esta miel, se encuentra el tratamiento contra afecciones estomacales, llagas y heridas de la piel, afecciones respiratorias, problemas de la vista, para curar fracturas de huesos, entre otras.

En el presente trabajo de investigación, se llevó a cabo un estudio sensorial y microbiológico de la vida de anaquel de la miel blanca, para determinar si se sobrepasan los límites microbiológicos aceptables y si fueron afectadas las propiedades sensoriales al ser sometidos a tres rangos distintos de temperatura: refrigeración (4°C a 8°C), ambiente (27°C a 30°C) e incubación (38°C a 40°C) durante un tiempo de seis meses.

Se realizó un análisis de la miel para recuento de bacterias aerobias mesófilas y recuento de mohos y levaduras, de tres lotes de miel expuestas a las tres condiciones de temperatura mencionadas, tomando como referencia, normativas existentes en cuanto a miel de *Apis mellifera* de España, México y Centroamérica, principalmente. Este monitoreo se llevó a cabo en intervalos de un mes. El estudio sensorial se llevó a cabo exponiendo una muestra de miel, a cada temperatura, en tiempos desde uno hasta seis meses, posteriormente se realizó una comparación entre todas las muestras, utilizando el “método para detectar diferencias” mediante la prueba de “comparación múltiple”.

Con este estudio se determinó, además, las diferencias significativas entre tratamientos, que el almacenamiento en refrigeración mantiene las propiedades microbiológicas y sensoriales de la miel blanca por lo que es la mejor condición de almacenamiento para la miel blanca.

2. Planteamiento del problema

La miel blanca es cosechada por los meliponicultores una vez al año. Por tradición, esta práctica se realiza en Semana Santa. Esta miel, después de ser cosechada, es almacenada a temperatura ambiente, en envases reutilizados de plástico o de vidrio. El uso principal de esta miel es para autoconsumo y para preparación de medicamentos. Los productores de miel blanca desconocen cuánto tiempo y bajo qué temperaturas de almacenamiento el producto puede mantener íntegras y/o aceptables sus características sensoriales y microbiológicas, lo cual sería importante también al momento de comercializarla

Dado que la vida de anaquel de un producto alimenticio está influenciada por diversos aspectos extrínsecos como temperaturas inapropiadas de almacenamiento, este aspecto puede afectar dos aspectos importantes de la “miel blanca”: la carga microbiana y las características sensoriales. El comportamiento de estos dos aspectos mencionados serán las variables estudiadas en la presente investigación.

Dado que, en Guatemala, los meliponicultores desconocen las condiciones apropiadas de temperatura a las cuales deben almacenar la miel blanca, se plantea la siguiente interrogante: ¿perderá la calidad microbiológica y/o sensorial la miel blanca de la *Melipona beecheii*, en un lapso de 6 meses al ser sometida a tres diferentes rangos de temperatura?

3. Justificación

La miel blanca es un producto natural y no contiene edulcorantes ni preservantes, además de contar con agentes antimicrobianos que pueden utilizarse para curar una serie de afecciones (estomacales, cataratas, heridas, entre otros.), por lo que se hace una muy buena opción para incluirla en una dieta saludable (Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera, 2008).

Hay estudios elaborados por biólogos guatemaltecos relacionados al comportamiento de las abejas nativas, en cuanto a sus hábitos de recolección de néctares florales y producción melífera, caracterizaciones de las propiedades sensoriales de algunas mieles provenientes de meliponinos; estos estudios han sido revertidos a los meliponicultores.

El conocimiento que poseen los meliponicultores es empírico y ha sido heredado de generación en generación, por lo que desconocen algunos aspectos técnicos y normas de calidad e inocuidad de los alimentos. El hecho de conocer aspectos técnicos, como las condiciones de almacenamiento adecuadas, puede ayudar a aprovechar de una mejor manera el potencial de producción y comercialización que tiene la “miel blanca”.

Actualmente el mercado de la “miel blanca” es bastante reducido, incluso en algunos lugares es cosechada exclusivamente para autoconsumo y preparación de medicamentos para la familia. La limitada oferta de este producto se debe a las bajas cantidades que produce cada uno, ya que cada “tronco” o nido produce entre de 1 y 5 botellas de 750 ml por cosecha o castración.

Con base en lo expuesto, el presente estudio se justifica, pues no se ha realizado un estudio microbiológico y sensorial, relacionado con la vida de anaquel de la miel blanca, lo cual es importante, para que los meliponicultores puedan determinar cuál es la temperatura de almacenamiento y el tiempo de vida útil de la “miel blanca” y mejorar las oportunidades de comercializar de manera local o exportar dicho producto.

4. Marco teórico

4.1. Miel

4.1.1. Definición de miel

El Codex alimentario hace referencia a la siguiente definición: “se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de estas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje.” (FAO/OMS, 1981). Esta definición es utilizada como base teórica en otras normativas, como la Norma Centroamericana ICAITI 34 092:92 “MIEL DE ABEJAS. Especificaciones” y el Reglamento Técnico de Costa Rica RTCR 432:2009 “REGLAMENTO TÉCNICO PARA MIELES” que han adoptado definiciones muy similares, que no difieren de manera sustancial a la establecida por el CODEX ALIMENTARIUS (MIEL DE ABEJA. Especificaciones 1992, 1), Gobierno de Costa Rica 2009, 2.

4.1.2. Parámetros microbiológicos de la miel

No existen normativas para la miel de los meliponinos (abejas nativas sin aguijón), sin embargo, a continuación, se presentan algunos parámetros microbiológicos de normas de la región latinoamericana (desde México hasta Sudamérica) y España, normas que servirán de guía para el presente estudio. La Norma para la Miel (FAO/OMS, 1981) indica en el Numeral “5.2. Higiene”: “*Los productos deberán ajustarse a todos los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los principios para la determinación y aplicación de criterios microbiológicos para los alimentos (CAC-GL 21-1997)*”. Además, en el numeral “5.3.2. Límites Microbiológicos” indica lo siguiente: “*Los límites microbiológicos se establecerán teniendo en cuenta los riesgos relacionados con los microorganismos, así como las condiciones en las que se prevé que el alimento será manipulado y*

consumido.... deberán tener en cuenta también la probabilidad de que se registre una distribución desigual de microorganismos en el alimento, así como la variabilidad propia del procedimiento analítico”.

También podemos encontrar que en la norma mexicana para la miel “NMX-F036-NORMEX-2006 Alimentos-Miel-Especificaciones y Métodos de Prueba”, establece un máximo de 1,000 UFC/g para la cuenta total bacteriana, menos de 100 UFC/g para mohos y menos de 100 UFC/g para levaduras (Ministerio de Economía 2007).

Así mismo encontramos que, el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 (Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos) hace referencia a un solo parámetro microbiológico para la miel de abeja: máximo 10^2 UFC/g bacterias anaerobias sulfito reductoras. (Reglamento Técnico Centroamericano, s.f., 17)

El “Reglamento Técnico para Mieles de Abeja (RTC 432:2009)” de Costa Rica, hace referencia al cumplimiento de los límites máximos permitidos para el recuento microbiológico de la siguiente manera: Recuento Total Aeróbico 10^4 UFC/g; Recuento Total de Mohos y Levaduras 10^2 UFC/g; Coliformes Totales Menos de 3 NMP/g; Salmonella spp ausencia en 25 g; además de los aprobados en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 sobre Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. (Gobierno de Costa Rica 2009, 5)

En Europa, las Normas actualmente vigentes relacionadas con la Miel de Abeja son RD 1049/2003 y BOE 5/8/2003. El Real Decreto actualmente no recoge Normas Microbiológicas. La orden derogada anterior del 5/8/2003 B.O.E. 13/08/83 recogía normas microbiológicas que se citó de forma informativa: Aerobios mesófilos 10^4 UFC/g; Enterobacterias ausencia/g; *Escherichia coli* ausencia/g; Mohos 10^2 UFC/g. (Moragas Encuentra y De Pablo Busto, 2010, 28)

4.2. Miel de Meliponinos

4.2.1. Meliponicultura y abejas nativas de Guatemala

En la región de mesoamérica y en la región de las amazonas, existe una larga tradición de la apicultura y meliponicultura, en comparación con otras regiones del

mundo. Esto se debe probablemente a la gran diversidad de meliponinos que se encuentran en la parte tropical de América. En efecto, los códices mayas y algunos escritos coloniales dan constancia de la importancia de las abejas sin aguijón en la cultura maya.

La región Maya (península de Yucatán y el norte de Guatemala y Belice), se propone como un lugar de intensa actividad en crianza de abejas sin aguijón en la época precolombina, particularmente de la *Melipona beecheii* (ver el Anexo 1, pág. 109). Además, esta región ha sido considerada como el posible lugar de origen de esta práctica. (Vit, Pedro y Roubik 2013, 106 - 108)

Las abejas sin aguijón son insectos pertenecientes a la tribu meliponini de la familia *Apidae*. Estas abejas tienen un nido permanente; diferenciación de castas (reina, obreras y zánganos); almacenan su alimento y materiales de construcción (miel, cera, polen y propóleo); y tienen un traslape de generaciones. Estas características confieren la clasificación de verdaderamente sociales, al igual que la abeja melífera (*Apis mellifera*). En Guatemala existen 33 especies de abejas nativas sin aguijón las cuales se describen en la Tabla 1. Abejas nativas reportadas para Guatemala. (Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera, 2008, 2).

Tabla 1. Abejas nativas reportadas para Guatemala

<u>No.</u>	<u>Especie</u>
1	<i>Cephalotrigona zexmeniae</i> , Cockerell, 1912
2	<i>Lestrimellita niitkib</i> , Ayala, 1999
3	<i>Melipona beecheii</i> , Bennett, 1831
4	<i>Melipona solani</i> , Cockerell, 1912
5	<i>Melipona yucatanica</i> Camargo, Moure & Roubik, 1988
6	<i>Melipona</i> sp.
7	<i>Nannotrigona perilampoides</i> , Cresson, 1878
8	<i>Oxytrigona mediorufa</i> , Cockerell, 1913
9	<i>Paratrigona guatemalensis</i> , Schwarz, 1938
10	<i>Partamona orizabaensis</i> , Strand, 1919
11	<i>Partamona bilineata</i> , Say, 1837
12	<i>Plebeia (Plebeia) frontalis</i> , Friese, 1911
13	<i>Plebeia (Plebeia) fulvopilosa</i> , Ayala, 1999
14	<i>Plebeia (Plebeia) jatiformis</i> , Cockerell, 1912
15	<i>Plebeia (Plebeia) pulchra</i> , Ayala, 1999
16	<i>Plebeia (Plebeia) melánica</i> , Ayala, 1999
17	<i>Plebeia (Plebeia) moureana</i> , Ayala, 1999
18	<i>Plebeia (Plebeia) parkeri</i> , Ayala, 1999
19	<i>Plebeia (Scaura) latitarsis</i> , Friese, 1900
20	<i>Scaptotrigona mexicana</i> , Guérin, 1845
21	<i>Scaptotrigona pectoralis</i> allá, Torres, 1896
22	<i>Trigona (Frieseomelitta) nigra</i> , Lepeletier, 1836
23	<i>Trigona (Geotrigona) acapulconis</i> , Strand, 1919
24	<i>Trigona (Tetragona) dorsalis</i> , Smith, 1854
25	<i>Trigona (Tetragonisca) angustula</i> , Lepeletier, 1825
26	<i>Trigona (Trigona) corvina</i> , Cockerell, 1913
27	<i>Trigona (Trigona) fulviventris</i> , Guérin, 1835
28	<i>Trigona (Trigona) nigérrima</i> , Cresson, 1878
29	<i>Trigona (Trigona) silvestriana</i> , Vachal, 1908
30	<i>Trigona (Trigona) fuscipennis</i> , Friese, 1900
31	<i>Trigonisca (Dolichotrigona) schulthessi</i> , Friese, 1900
32	<i>Trigonisca (Trigonisca) pipioli</i> , Ayala, 1999
33	<i>Trigonisca (Trigonisca) maya</i> , Ayala, 1999

Fuente: Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera (2008).

4.2.2. Uso tradicional en Guatemala

Los meliponicultores guatemaltecos tienen amplios conocimientos en cuanto las características biológicas y etiológicas de cada especie, la forma de manejo y

los usos medicinales de los productos de la colmena. De las 33 especies reportadas en Guatemala, se destacan 4 en las cuales se concentran estas propiedades medicinales (Tabla 2, pág. 9). Es sin duda, la miel blanca de la *Melipona beecheii* la que más se ha utilizado para la elaboración de recetas medicinales naturales, debido a la gran cantidad de propiedades terapéuticas. Esta miel es mucho más apreciada probablemente por el hecho de que esta especie produce grandes cantidades de miel en comparación con la *Tetragonisca angustula* pero esta, usualmente no se comercializa (Vit, Pedro y Roubik 2013, 110).

Las abejas *Melipona beecheii*, hacen sus nidos en troncos huecos de árboles secos, que los meliponicultores tapan ambos extremos y colocan a las abejas para que aniden. La extracción de la miel se realiza removiendo estos troncos y se procede a romper los potes de miel, posteriormente se inclina la colmena para que la miel escurra en un recipiente de boca ancha en forma de embudo. La miel blanca es colada en un cedazo fino y se verte en un recipiente generalmente de plástico PET en algunos casos, en botellas de vidrio, reutilizadas.

En el año 2000 se entrevistaron a 37 meliponicultores en Pueblo Nuevo Viñas y según datos proporcionados por los mismos, se sabe que quienes cosechan miel blanca, obtienen de 1 a 5 botellas de miel al año por cada nido (tronco), y cada Meliponicultor tiene normalmente 2 nidos. (Monroy E. y Enríquez Cottón 2000). La mayoría de la miel es utilizada para autoconsumo y para la preparación de recetas naturales debido a la poca posesión del producto, sin embargo, aquellos que poseen muchas colmenas pueden comercializar, pues la miel proveniente de meliponinos puede llegar a triplicar el valor de la miel de *Apis mellifera* y en el caso de la miel blanca (*Melipona beecheii*), este valor puede llegar a ser el cuádruple.

La miel es el principal producto utilizado, pocas veces se utiliza el polen y la cera y nunca se utiliza el propóleo. (Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera, 2008).

Tabla 2. Usos terapéuticos de la miel de abejas nativas de Guatemala

<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Utilidad</u>
Colmena Grande, Criolla	<i>Melipona beecheii</i>	Cura de afecciones estomacales (diarrea, gastritis, dolor de estómago,); llagas y heridas en la piel; como alimento energizante; para dieta posparto; dolores menstruales; para el insomnio; manchas en la cara; afecciones respiratorias (bronquitis, problemas respiratorios), golpes, para la vista, para curar operaciones (hervida con agua); para curar fracturas de huesos (mezclada con una planta llamada frijolillo o bejuco de quebradura, en forma de emplastos).
Chumelo, Doncella	<i>Tetragonisca angustula</i>	Para afecciones de la vista (catarata y pterigión); úlceras; golpes; malestares estomacales y; como energizante.
Talnete	<i>Geotrigona acapulconis</i>	Cura fracturas de huesos y golpes internos; afecciones oculares; limpieza de riñones (solo la miel mezclada con el polen) y; como purgante.
Serenita	<i>Plebeia sp.</i>	Para curar afecciones oculares (catarata, pterigión); golpes en la cabeza; dolor de estómago (mezclado con agua y limón).

Fuente: Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera (2008).

4.2.3. Características fisicoquímicas

Las características fisicoquímicas que se han utilizado para determinar la calidad de la miel de *Apis mellifera* han sido varias (ver Tabla 3). (Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera 2008, 7). La miel que producen las abejas sin aguijón, comparadas con la miel de *Apis mellifera*, tiene algunas similitudes y diferencias, en cuanto a su composición, por lo que se han propuesto algunos estándares diferentes, entre los cuales resaltan: mayor contenido de humedad, mayor acidez y menor actividad de la diastasa (Gutiérrez y otros, 2009, 1-2).

Tabla 3. Valores fisicoquímicos promedio de los tres géneros de meliponinos

<u>Composición de la miel</u>	<u>Melipona</u>		<u>Scaptotrigona</u>		<u>Trigona</u>	
	<u>Guate mala</u>	<u>P. Vit (2004)</u>	<u>Guatem ala</u>	<u>P. Vit (2004)</u>	<u>Guatem ala</u>	<u>P. Vit (2004)</u>
Humedad (g/100 g)	18.09	máx. 30	18.73	máx 30	17.45	máx 30
Acidez (meq/100 g)	18.81	máx 70	12.68	máx 75	17.39	máx 85
pH	3.71	---	4.045	---	5.18	---
Cenizas (g/100 g)	0.06	máx 0.5	0.095	máx 0.5	0.35	máx 0.5
Diastasa (DN)	17.83	máx 3.0	18.62	máx 7.0	12.27	máx 3.0
Hidroximetilfurfural (mg/Kg)	0.0076	máx 40	0.0162	máx 40	0.018	máx 40
Azúcares reductores (g/100 g)	69.8	máx 50	57.22	máx 50	65.78	máx 50
Azúcares totales (g/100 g)	72.98	---	57.28	---	70.86	---
sacarosa (g/100 g)	3.24	---	0.06	---	4.83	---

Fuente: Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera (2008).

4.2.4. Características sensoriales

En Venezuela se realizó el “Taller de evaluación sensorial de miel de abejas sin aguijón” en el año 2007, en el cual se evaluaron algunas de las características sensoriales de la Miel de abejas sin aguijón y se determinaron algunos descriptores para color, olor y sabor (Tabla 4, página 12). Los aromas y olores más deseados en las mieles son los florales y frutales. En cuanto al color, el predominante en las mieles analizadas es el amarillo pálido, el cual se ve asociado con “miel especial” o “miel fina” puesto que la miel de *Apis mellifera* es color ambar oscuro.

En el estudio realizado, las mieles presentaron olores y sabores dulces levemente ácidos, producto de la fermentación a causa de la cantidad de agua que regularmente contienen las mieles de Meliponinos. La miel de *Melipona beecheii* tienen un delicado olor y aroma floral-frutal, además de otros dos aromas secundarios (madera y meloso) que resultan de igual manera, bastante agradable.

La miel de *S. mexicana* presenta características similares a la miel de *Melipona beecheii* en cuanto a su color, olor y sabor; sin embargo, esta es menos viscosa.

Por otra parte, la miel de *M. solani* presenta una coloración blanco transparente y bastante líquida, lo que la distingue de las demás especies.

Lo anterior se relaciona con la especificidad de los recursos utilizados por el género *Melipona* y seguramente a su bajo contenido polínico. Además, la acidez característica de los Meliponinos es muy leve, pero siempre está presente.

La miel de *T. angustula* se distingue de las demás especies analizadas debido a que su coloración es más oscura y se caracteriza también por su olor y sabor ácido. La miel de *G. acapulconis* es una miel de color amarillo y muy líquido; pero lo que hace su distinción ante todas las demás especies, es un fuertísimo olor y sabor ácido. Esta última especie construye su nido a varios metros bajo la tierra, lo cual la hace una miel muy difícil de conseguir, pero que es muy apreciada para la curación de golpes internos y de catarata en los ojos.

Algunos comerciantes venden una miel muy ácida de color negro a un precio elevado, haciéndola pasar por miel de Talnete (*G. acapulconis*). por lo que es importante conocer las cualidades sensoriales de estas mieles que contribuya a que el consumidor sepa distinguir entre una miel natural y una adulterada. (Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera, 2008, 13-14).

Tabla 4. Principales propiedades sensoriales de miel de abejas sin aguijón

<u>Especie</u>	<u>Color</u>	<u>Olor</u>	<u>Sabor</u>	<u>Viscosidad</u>
<i>Melipona beecheii</i>	Amarillo pálido en 5 tonalidades	- Azúcar - Levemente a grasa - Floral - Panal - Levemente ácida - Levemente frutal	- Dulce - Frutal - Floral - Caña natural - Delicado	78.8
<i>Scaptotrigona mexicana</i>	Amarillo pálido en 2 tonalidades	-Levemente alcohólico -floral	- Dulce delicado - Frutal - Formaldehido	72
<i>Melipona solana</i>	- Blanco transparente en dos tonalidades - Amarillo pálido en una sola tonalidad	- Levemente ácida - Levemente a formaldehido	- Dulce - Azúcar - Formaildehido	76
<i>Tetragonisca angustula</i>	- Amarillo en 2 tonalidades - Anaranjado	- Fermentado - Dulce de panela - Acético acentuado	-Dulce -nance -levemente ácido -acético fuerte	81
<i>Geotrigona acapulconis</i>	Amarillo	- Acético acentuado	-Dulce -acético fuerte	64

Fuente: Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera 2008.

4.2.5. Microorganismos asociados

Existe una incuestionable relación cercana entre microorganismos y las abejas, así como en algunos otros insectos. Las bacterias, mohos y levaduras juegan un papel importante para la nutrición de las abejas y la protección contra los microorganismos perjudiciales. Los microorganismos son transmitidos de una generación a otra, mientras que sus huéspedes encuentran microambientes adecuados en los cuales pueden vivir y reproducirse.

Los principales microorganismos presentes en las colonias de abejas nativas sin aguijón son bacterias, mohos y levaduras. Sin embargo, el conocimiento acerca

de esta biodiversidad es limitado, puesto que algunos estudios mencionan únicamente su presencia, no su función. Los microorganismos más comunes, dónde se encuentran y lo que podrían aportar a las colonias de abejas, se presenta en los párrafos siguientes.

4.2.5.1. Bacterias

Existen dos géneros de bacteria que han sido identificados en las colonias de abejas nativas sin aguijón: las del género *Bacillus*, que siempre está presente y el antinomiceto *Streptomyces*, el más común. Estos microorganismos parecen jugar un papel importante en la secreción de enzimas, que causan la fermentación y la conversión de los componentes de polen. Estas enzimas aparentemente tienen dos funciones principales: la predigestión del polen (ablandamiento de la pared de exina) y la fermentación láctica y acética. La primera actúa antes de ser ingerido y transformado el polen almacenado, que lo hace menos susceptible a la proliferación de microorganismos patógenos que se presentan en el polen y la miel. Además de la aparente función en la digestión de alimentos, se ha encontrado evidencia de que los *Bacillus* también secretan algunos antibióticos y de hecho algunas especies como la *Melipona quadrifasciata* no pudo sobrevivir sin la presencia de estas bacterias.

El otro género de bacterias recientemente descubiertos en las celdas y nidos de las colonias es el Antinomiceto *Streptomyces*, que se han encontrado en algunos géneros de abejas sin aguijón como *Trigona laeviceps* y *Trigona fuscobalteata*, y son conocidos por secretar antibióticos. Estas bacterias han mostrado una alta actividad inhibitoria contra *Paenibacillus larvar* y *Melisococcus plutonios*, patógenos de la *A. mellifera*, causantes del “loque americano” y el “loque europeo”, respectivamente.

4.2.5.2. Levaduras

Hasta ahora se conoce la presencia de diez géneros de levaduras presentes en colonias de abejas sin aguijón, pero las más importantes son *Candida* y *Starmerella* ya que se encuentran muy frecuentemente en el polen y la miel. Los

otros géneros han sido encontrados, frecuentemente en abejas adultas, en el propóleo, en el área de depósito de basura de las colonias y raramente en la miel. Se considera que estos géneros son producto de la contaminación externa y de plantas visitadas por las abejas.

La importancia de las levaduras y sus posibles funciones en las colonias de meliponinos, son similares a las funciones de las bacterias, dado que también secretan algunas enzimas que transforman sustancias a partir de alimento almacenado, ayudan a conservarlo y a la fermentación alcohólica, proceso que inician las levaduras. Aún no está claro como las levaduras influyen en la nutrición de las abejas, pero los cambios que se ven en el polen almacenado son sorprendentes (Vit, Pedro y Roubik, 2013, 154-155).

4.2.6. Principales microorganismos en los alimentos.

Para garantizar la inocuidad de un producto alimenticio se requiere de la determinación de criterios para los microorganismos patógenos y/o toxinas y en algunos casos, la utilización de microorganismos indicadores de la presencia de un patógeno. Estos microorganismos indicadores pueden dividirse en dos grupos: 1. Indicadores de condiciones de manejo o de eficiencia de proceso: Mesófilos aerobios o cuenta total, Mohos y levaduras, Coliformes totales y 2. Indicadores de contaminación fecal: Coliformes fecales, *E. coli*, *Enterococos*, *Cl. Perfringens*.

Los microorganismos asociados a alimentos se pueden clasificar en tres grupos, dependiendo del riesgo que impliquen: Grupo 1: integra a los microorganismos que no implican riesgo para la salud, pero sí afectan la vida útil del producto; el Grupo 2 constituyen microorganismos de riesgo indirecto bajo, denominados indicadores, y el Grupo 3 incorpora a microorganismos de riesgo directo para la salud, denominados patógenos.

Bajo un enfoque preventivo, la selección de los indicadores de un alimento depende de manera fundamental, de los riesgos implicados y de lo que se requiera saber para controlar un alimento, mejorarlo o liberar. Para la búsqueda de estos microorganismos en el análisis microbiológico de alimentos, normalmente se utilizan técnicas que permiten evaluar:

1. Calidad de la materia prima, problemas de almacenamiento, abuso de temperatura, vida útil (recuento de bacterias aerobias mesófilas).
2. Potencial de contaminación fecal o posible presencia de patógenos (*Escherichia coli*, Coliformes fecales).
3. Contaminación por manipulación humana (*Staphylococcus aureus*, coagulasa positiva, estreptococos fecales).
4. Productos metabólicos de patógenos que indican un peligro para la salud (termonucleasa).

Las reacciones alterativas más frecuentes que tienen lugar en los alimentos por acción de los microorganismos son: Hidrólisis: que produce pectina (podredumbres, antracnosis, necrosis), almidón, celulosa, hidrólisis de proteínas. Fermentación de glúcidos que induce a la producción de ácidos y otros productos, así como cambios de sabor y olor. Oxidaciones-reducciones diversas que producen cambios de apariencia, olor y textura. Producción de conidios coloreados. Producción de pigmentos exocelulares y Producción de viscosidad (películas viscosas sobre el alimento). (Andino Rugama y Castillo, 2010)

4.2.7. Métodos de conservación de miel de meliponinos

El alto contenido de agua de la mayoría de la miel de abejas sin aguijón es un gran desafío para la meliponicultura. Si se mantiene a temperatura ambiente, la miel se fermentará después de cosechada, aun cuando se hayan aplicado procedimientos extremadamente higiénicos. Por lo tanto, los investigadores y meliponicultores han desarrollado cuatro soluciones diferentes (refrigeración, deshidratación, pasterización y maduración) para aumentar la estabilidad post cosecha y extender la vida de anaquel de estas mieles.

La refrigeración es el método más fácil de utilizar dado que preserva las características naturales y sustancias de la Miel. Sin embargo, existen dos desventajas en este método de conservación. El primero, es el alto costo de almacenamiento que este tendría, previo a la venta. La segunda gran desventaja es que, si la miel ha sido cosechada con pocas medidas de higiene, los microorganismos patógenos se mantendrán vivos en la miel.

Para que el método de conservación por refrigeración sea efectivo, la miel debe ser refrigerada inmediatamente después de cosechada a temperaturas entre 4 °C y 8°C y mantenerse así hasta el momento de consumirla. La miel puede mantenerse refrigerada durante largos períodos de tiempo, incluso por años. Sin embargo, esto dependerá de la clase de meliponino de la cual provenga la miel, por ejemplo, se han observado malos sabores y olores después de refrigerar miel de *Melipona quadrifasciata*.

La deshidratación consiste en remover una fracción de agua contenida en la miel, esto se puede lograr mediante un proceso de ventilación en una habitación seca. Existe un método en el cual la miel se extiende sobre contenedores flotantes en una habitación relativamente seca y con un deshumidificador, a continuación, la miel se embotella cuando el contenido de humedad se ha disminuido hasta el 20% o menos; este proceso normalmente puede durar hasta tres días.

Una de las grandes ventajas es que la miel puede ser almacenada a temperatura ambiente hasta el momento de consumirla sin sufrir fermentación y las sustancias naturales de y el sabor de la mismo, no se pierden puesto que no han sido sometidas a procesos térmicos. Una de las desventajas de este método es que la miel se hace más viscosa lo cual la vuelve muy parecida a la miel normalmente conocida (*Apis mellifera*). Por otra parte, la cristalización es mayor y en algunos casos como en el de algunas especies de *Melipona* puede producir cristales afilados.

La pasterización es una opción viable a fin de mantener la miel a temperatura ambiente sin que se fermente y eliminar microorganismos patógenos. Uno de los métodos es someter la miel a una temperatura de 72 °C durante 15 segundos o a 63 °C durante 30 minutos y envasarla inmediatamente después de que llegue a temperatura ambiente. Si el proceso no se puede llevar a cabo inmediatamente después de la cosecha, la miel debe ser refrigerada hasta la pasterización. Este método no elimina todos los microorganismos y esporas en la miel, pero elimina los patógenos. La desventaja de este proceso es que se pierden algunas de las enzimas naturales, como la glucosa-peroxidasa. La pasterización ofrece tres grandes ventajas comparada con otros métodos de conservación post cosecha. La

primera es la posibilidad de almacenar la miel a temperatura ambiente sin que se de fermentación; la segunda es que controla los microorganismos patógenos y, finalmente, el sabor natural y la textura de estas mieles, se mantiene. Sin embargo, después de destapar el envase, este debe mantenerse en refrigeración a 8°C y debe ser consumido en menos de un año.

En el proceso de maduración, la fermentación post cosecha ocurre de manera natural a temperatura ambiente. La miel se mantiene en envases cerrados, los cuales se abren una vez por semana para librar el dióxido de carbono generado por la fermentación, posteriormente se vuelven a cerrar los envases. La miel también puede mantenerse en envases que permitan la liberación de gases. Este proceso dura aproximadamente tres meses, hasta que ya no haya generación de gases. Después de que el período de fermentación termina y la miel se estabiliza, esta se puede proceder a envasar para su comercialización. La mayor ventaja de este método es que la miel madurada no fermenta a temperatura ambiente después de finalizado el proceso, además es un método de bajo costo. La miel se vuelve más ácida después de la maduración y adquiere algunos olores y aromas peculiares característicos del proceso. Las características sensoriales de la miel madurada en comparación con la miel fresca pueden ser percibida como una ventaja o desventaja, dependiendo de los gustos personales y el uso que le dé el consumidor. (Vit, Pedro, & Roubik, 2013)

4.3. Vida de anaquel

Según expone Kilcast & Subramaniam (2000), la vida de anaquel puede ser definida como “el período entre la fabricación y venta al por menor de un producto alimenticio en el que el producto es de calidad satisfactoria”. En esta definición, la palabra “calidad” puede no ser del todo apropiada, especialmente porque el producto debe ser inocuo y debe tomarse en cuenta también el aspecto microbiológico.

Por otra parte, el autor dice que “la vida de anaquel se define como el tiempo durante el cual el producto: 1) Permanece seguro o inocuo. 2) Mantiene sus características sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas deseadas o

características del producto. 3) Cumple con cualquier declaración nutricional, cuando ha sido almacenada bajo las condiciones recomendadas”. Esta última definición satisface en cuanto a la identificación de los factores clave que deben tenerse en cuenta al evaluar la vida de anaquel. (Kilcast and Subramaniam 2000, 2)

4.3.1. Diseños experimentales para determinar la vida de anaquel

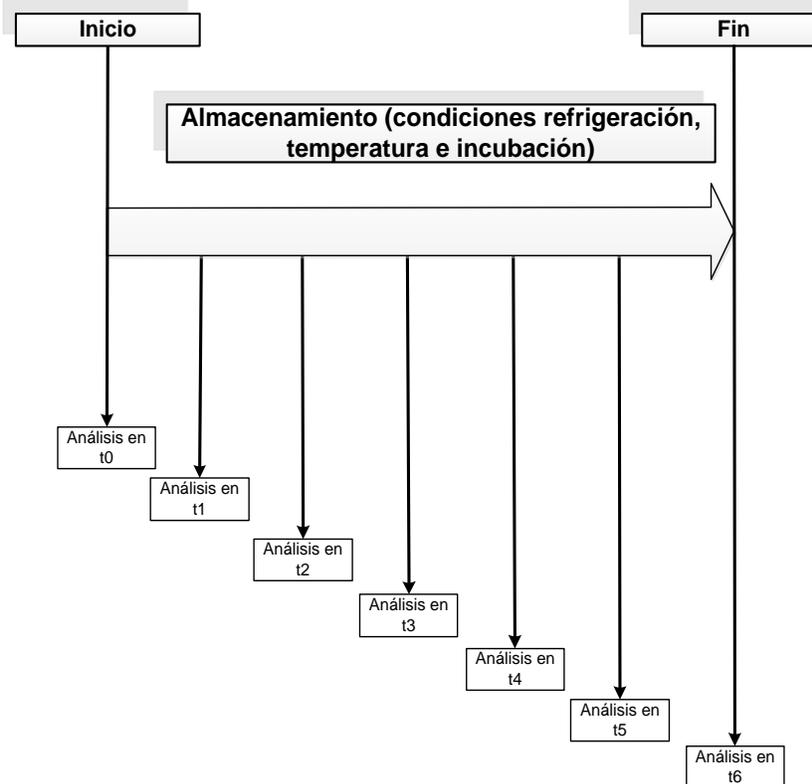
Uno de los diseños de vida de anaquel más comúnmente utilizado consiste en muestrear un único lote del producto (o lotes replicados) y analizarlo en un tiempo inicial (tiempo cero), posteriormente se realizan sub muestreos que se van analizando a distintos tiempos determinados, en los cuales se esperaría poder observar algún cambio significativo o deterioro en el producto (ver Figura 1).

Si no se tiene conocimiento previo del tiempo de vida de anaquel, es necesario tomar suficientes muestras para los diferentes puntos (tiempos) de análisis puesto que se requiere un tiempo de experimentación desconocido.

Una variante de este procedimiento denominado diseño escalonado en el cual el número de muestras se aumenta hasta el punto de aceleración, esperando que exista deterioro, después se analiza un número constante de muestras.

En una variante adicional llamada diseño completamente escalonado, se utiliza un aumento en el número de muestras, determinadas por el número de unidades deterioradas.

Figura 1. Diseño parcialmente escalonado para la determinación de vida de anaquel.



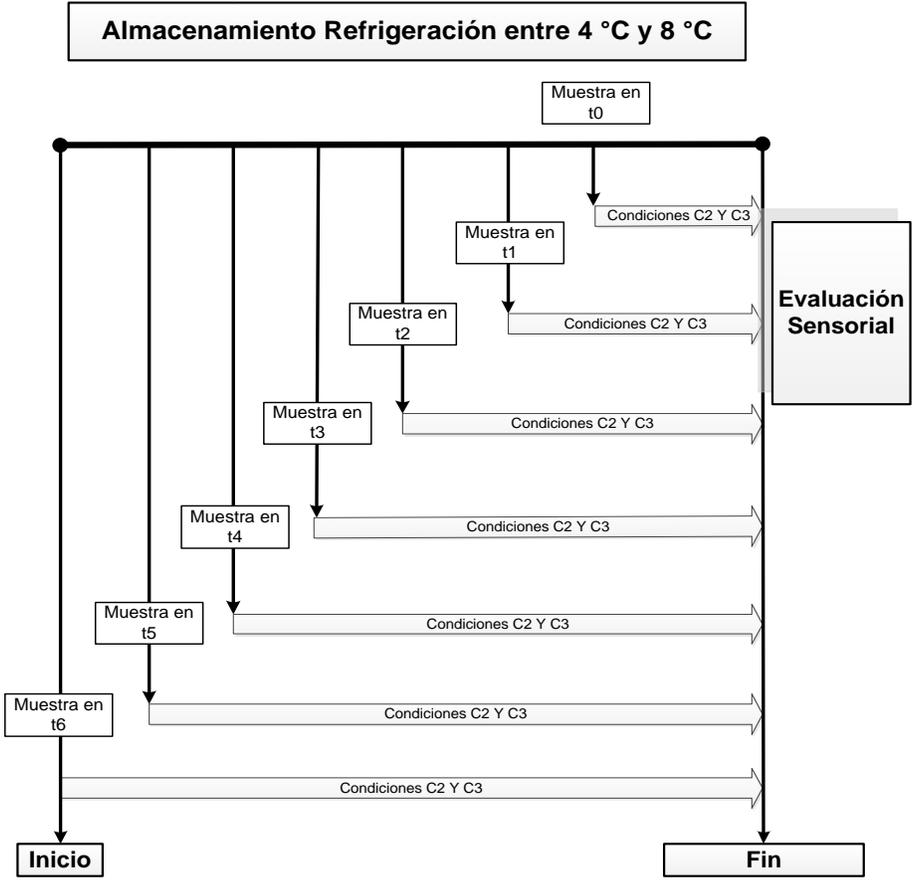
Fuente: Kilcast and Subramaniam (2000).

Este tipo básico de diseño tiene la clara ventaja de que los datos relativos a la vida de anaquel se generan a intervalos y se acumulan para dar una imagen en movimiento del cambio o deterioro. Si bien esto conlleva algunos problemas en circunstancias en las que las mediciones instrumentales son la fuente primaria de información, los problemas se encuentran cuando se utilizan técnicas de análisis sensoriales para evaluar la vida de anaquel.

Esto se relaciona con las dificultades de poder tener un panel de evaluadores que generen respuestas consistentes a través del tiempo, estas dificultades aumentan aún más si el tiempo de duración del estudio es prolongado y si las evaluaciones sensoriales son poco frecuentes. Varios factores pueden contribuir, principalmente, el uso inconsistente de escalas de calificación, cambios en los miembros del panel evaluador y los efectos del aprendizaje.

El diseño ideal para las pruebas sensoriales implicaría tener todas las muestras de todos los tratamientos de almacenamiento y desde todos los puntos de tiempo probados juntos en un diseño equilibrado. En principio, esto puede conseguirse de tres maneras diferentes: En primer lugar, las muestras pueden ser extraídas de lotes de producción sucesivos y puestos en almacenamiento durante un tiempo apropiado. Al final de la vida útil, todas las muestras pueden ser analizadas mediante un diseño apropiado. Este diseño es por supuesto susceptible a fluctuaciones en la calidad de la producción, y sólo se puede utilizar en situaciones en las que la consistencia de producción se puede asegurar. Una variante de este diseño se muestra en Figura 2 en la que un solo lote grande se lleva a cabo bajo condiciones en las que los cambios de calidad son efectivamente cero, por ejemplo, el almacenamiento congelado. Se toman muestras a intervalos apropiados y se almacenan en las condiciones deseadas.

Figura 2. Diseño de la muestra tomada.

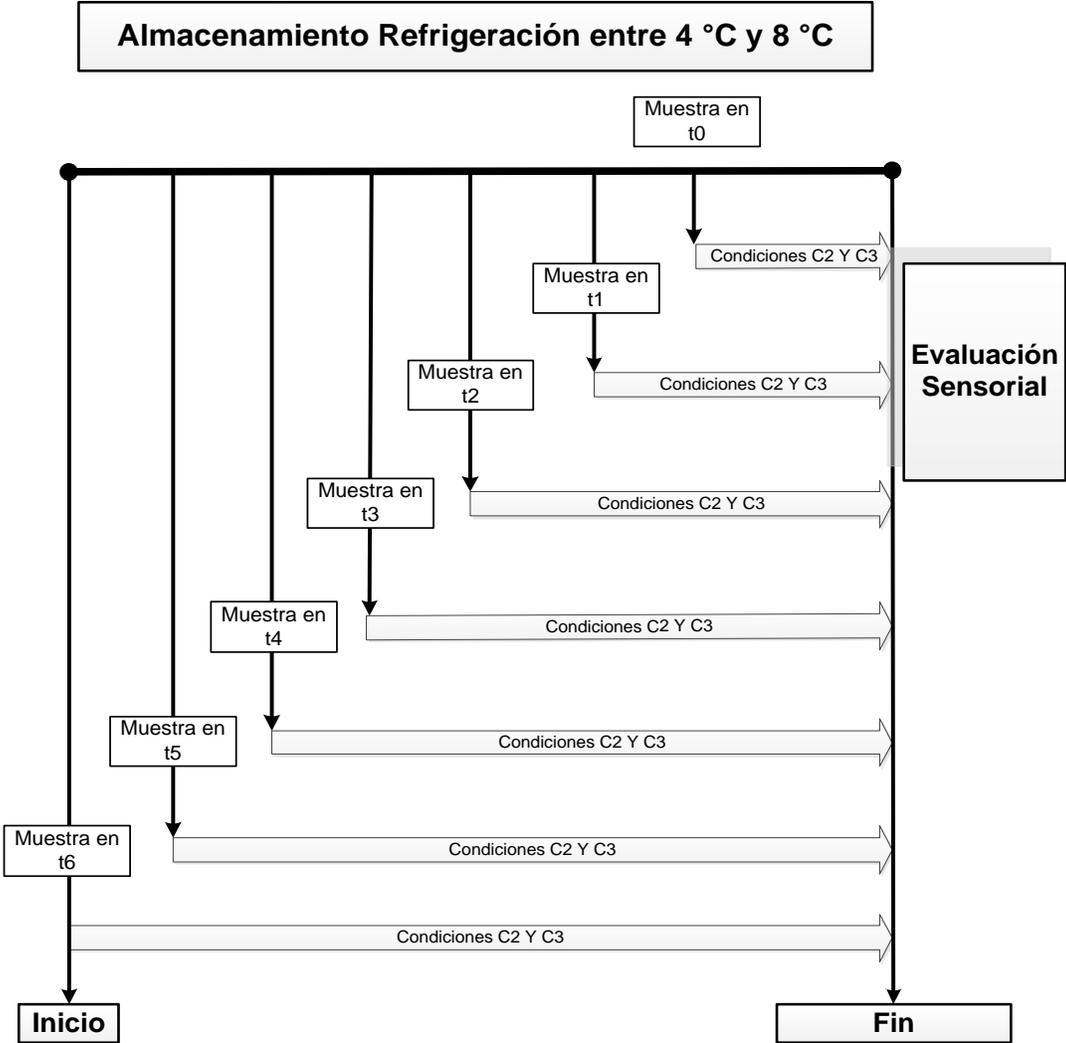


Fuente: Kilcast and Subramaniam (2000).

Otra variante se muestra en la Figura 3. Un solo lote grande se almacena, y las muestras se toman a intervalos apropiados y se mantienen bajo condiciones que no varíen (por ejemplo, congeladas) hasta que se haya alcanzado el tiempo de almacenamiento requerido.

La mayor dificultad en los dos últimos diseños es la identificación de las condiciones de almacenamiento que no tengan variaciones, tal y como algunos alimentos pueden ser almacenados de tal manera que no sufren cambios en alguno de sus atributos de calidad importantes (Kilcast and Subramaniam 2000, 13-15).

Figura 3. Diseño de la muestra almacenada.



Fuente: Kilcast and Subramaniam (2000).

4.4. Análisis sensorial

Se les denomina a las técnicas multidisciplinarias que se utilizan para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de productos alimenticios mediante el uso de personas denominadas “jueces” o “panelistas”, que utilizan los sentidos de la vista, el olfato, gusto, tacto y oído. El análisis sensorial se emplea en varios sectores entre los cuales se pueden mencionar: desarrollo de nuevos productos o reformulación de productos existentes, control de calidad, estudios de vida de anaquel, desarrollo de procesos, entre otros. (Watts, y otros 1992, 5)

4.4.1. Escala hedónica

Este tipo de pruebas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto. Estas pruebas utilizan escalas categorizadas, las que pueden tener un diferente número de categorías que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta” hasta llegar a un “me disgusta muchísimo. Los panelistas deben indicar el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría adecuada. (Watts, y otros 1992, 73-75).

4.4.2. Comparación múltiple

Este tipo de prueba se utiliza para medir diferencias con base a más de tres estímulos, pudiendo llegar hasta seis, incluyendo el control. Permite detectar diferencias de intensidad moderada, cuando hay pequeños cambios entre las muestras. Al juez se le informa cuál es la muestra control y además que está dentro de las muestras que degustan. Se le pide que señale si cada muestra evaluada, es igual o difiere del estándar (control), además, que señale el grado de diferencia, de acuerdo con una escala de puntaje. También se le pide que indique, si la muestra evaluadas superior, igual o inferior al control. La prueba debe desarrollarse para tres o seis muestras (Mendoza Herrera, 2005, 27-28).

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

Realizar un estudio de vida de anaquel microbiológico y sensorial de la miel blanca proveniente de *Melipona beecheii* obtenida en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa.

5.2. Objetivos específicos

- Monitorear el crecimiento mesófilo total de microorganismos en la miel de *Melipona beecheii* bajo tres rangos de temperatura (refrigeración, temperatura ambiente e Incubación) durante seis meses para determinar si excede límites microbiológicos.
- Cuantificar durante seis meses el crecimiento de mohos y levaduras de la miel blanca bajo tres condiciones de temperatura y establecer si se exceden límites microbiológicos.
- Evaluar en un lapso de seis meses la calidad sensorial de la miel de *Melipona beecheii* almacenada bajo tres distintas temperaturas y determinar su tiempo de vida útil.
- Determinar si el método de refrigeración es efectivo y mantiene íntegras las características sensoriales y los límites de carga microbiana en un lapso de seis meses.
- Definir cuál es la temperatura de almacenamiento más adecuada para almacenar la miel blanca.

5.3. Hipótesis

Si la miel blanca producida por *Melipona beecheii*, es sometida a tres rangos de temperatura diferente, no habrá crecimiento microbiológico que exceda los límites establecidos por norma mexicana para la miel “NMX-F036-NORMEX-2006 Alimentos-Miel-Especificaciones y Métodos de Prueba” y el “Reglamento Técnico para Miel de Abeja (Gobierno de Costa Rica RTC 432:2009) ni perderá sus propiedades sensoriales durante seis meses.

6. Recursos

6.1. Recursos humanos

- Investigador (Tesisista) Rodrigo Enríquez Cottón
- Asesora Principal Química Bióloga Gladys Calderón Castilla
- Asesor Adjunto Biólogo Carlos Maldonado Aguilera
- Jueces semi entrenados (grupo entre 15 y 20 personas)

6.2. Recursos Institucionales

- Centro Universitario de Suroccidente CUNSUROC-USAC
- Laboratorio Nacional de Salud –LNS-
- Laboratorio de microbiología en empresa embotelladora de bebidas

6.3. Recursos económicos

- Miel blanca (12 litros): Q.1,800.00
- Análisis microbiológicos (36 análisis): Q.2,181.00
- Envases: Q.200.00

6.4. Recursos físicos

- Meliponarios ubicados en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa
- Papel Bond 80 g/m²
- Computadora portátil
- Botellas de vidrio con tapón de capacidad entre 750 ml y 1,500 ml
- Frascos de vidrio con tapadera, capacidad de 100 ml
- Frascos de vidrio con tapadera, capacidad de 150 ml a 200 ml.
- Incubadora de madera
- Plafoneras y focos incandescentes
- Ventilador pequeño
- Termohigrómetros HTC-1
- Mechero de Bunsen
- Pinzas de laboratorio

- Guantes de látex
- Mascarilla
- Hielera portátil
- Recipientes plásticos transparentes con capacidad de 15 ml a 25 ml

7. Marco operativo

7.1. Toma y disposición de las muestras

7.1.1. Toma de las muestras

La miel blanca fue recolectada en el mes de abril del año 2014, en el casco urbano del Municipio de Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa, dado que, en ese municipio, se mantiene una adecuada relación con los meliponicultores. El muestreo se realizó en tres meliponarios, de distintos propietarios, ubicados en un radio menor a 1,000 metros, en donde la flora, las condiciones ambientales y la altura sobre el nivel del mar, son similares, puesto que esto influye de manera determinante en las características de la miel blanca (Vit, Pedro, & Roubik, 2013). Se adquirió un total de doce (12) litros de miel blanca la cual estaba envasada en botellas de plástico reutilizadas, de agua purificada. A cada meliponicultor se le compró cuatro (4) litros a los que se les denominó "lotes". El lote M₁ pertenece al meliponario uno, el M₂ pertenece al meliponario dos, y M₃ al meliponario tres.

7.1.2. Disposición de las muestras

El mismo día de la recolección, se trasladaron hacia la ciudad de Mazatenango, Suchitepéquez, y al día siguiente se enviaron a un laboratorio en donde manipulan soluciones agua-azúcar (con densidades y viscosidad muy similares a la de la miel blanca), de una empresa fabricante de bebidas carbonatadas. La miel fue filtrada por medio de un equipo con bomba al vacío y, finalmente, fue envasada (de manera aséptica y controlada, en envases, esterilizados previamente), de la siguiente manera: para el análisis microbiológico se destinó 2.10 litros distribuidos en veintiún (21) envases "preforma PET", con capacidad de 100 ml cada uno. Para la evaluación de escala hedónica y la de comparación múltiple, se trasvasaron 8.28 litros en treinta y cuatro (34) envases de vidrio con capacidad nominal de 250 ml; se utilizó un total de 10.38 litros para el experimento, quedando 1.62 litros sobrantes en el experimento.

En la Tabla 5 se puede observar cómo se procedió a ubicar las muestras alícuotas de los lotes Lote M₁, Lote M₂ y Lote M₃ de miel blanca en sus respectivos tratamientos de temperatura: temperatura de refrigeración (4 °C a 8 °C) temperatura

de ambiente (27 °C a 30 °C) y temperatura de incubación (38 °C a 40 °C); así como de tiempo, distribuido de la siguiente manera: t_0 = tiempo inicial, t_1 = un mes, t_2 = dos meses, t_3 = tres meses, t_4 = cuatro meses, t_5 = cinco meses y t_6 = seis meses.

Tabla 5. Cantidades de miel blanca utilizadas durante el experimento

<u>Lote</u>	<u>Análisis/prueba</u>	<u>Temperatura</u>	<u>Cantidad</u>
M ₁	Microbiológico	Ambiente (27°C a 30°C)	0.7 litros
	Escala hedónica	Refrigeración (4°C a 8°C)	1.08 litros
	Comparación múltiple	Ambiente (27°C a 30°C)	2.16 litros
M ₂	Microbiológico	Refrigeración (4°C a 8°C)	0.7 litros
	Escala hedónica	Refrigeración (4°C a 8°C)	1.08 litros
	Comparación múltiple	Refrigeración (4°C a 8°C)	0.72 litros
M ₃	Microbiológico	Incubación (38°C a 40°C)	0.7 litros
	Escala hedónica	Refrigeración (4°C a 8°C)	1.08 litros
	Comparación múltiple	Incubación (38°C a 40°C)	2.16 litros

Fuente: elaboración propia.

7.2. Realización de los análisis microbiológicos

Laboratorio Nacional de Salud fue el encargado de realizar los análisis microbiológicos de recuento total de mohos y levaduras, por el Método BAM Capítulo 18 (Procedimiento de Enumeración de Levaduras y Mohos en Alimentos BAM Online, 2009) así como de bacterias aerobias totales, por el Método BAM Capítulo 03 (FDA, Procedimiento Recuento Aerobios en Placa Método BAM Online 2001, 2008); ambas metodologías establecidas por el Bacterial Analytical Manual (BAM) de la Food and Drug Administration -FDA- de Estados Unidos de Norteamérica. Par el efecto se envió muestras para los análisis mensualmente establecidos, utilizándose un diseño parcialmente escalonado como se describe en la Figura 1, página 19.

Ubicadas cada una de las muestras alícuotas en su respectivo tratamiento (lote M₁ a temperatura de ambiente, lote M₂ a temperatura de refrigeración, lote M₃ a temperatura de incubación), se tomó una de estas para cada uno de los tratamientos indicados y se envió al Laboratorio Nacional de Salud para el primer control denominado t_0 . Al cumplir el primer mes los diversos tratamientos de temperatura, se procedió a enviar la segunda muestra alícuota de cada uno de los tratamientos arriba citados y denominada t_1 ; y así, sucesivamente, se fueron

enviando cada mes las muestras, hasta llegar al sexto mes, denominado t_6 .

Para trabajar los resultados del recuento de bacterias aerobias totales, como de mohos y levaduras, se realizó un resumen estadístico descriptivo, utilizando el software MINITAB 18, dado que el número “N” fue únicamente de 3 datos (tratamientos de temperatura) y 6 datos (tratamientos de tiempo en meses). Los estadísticos más relevantes utilizados fueron: la media, la mediana, desviación estándar, el mínimo y el máximo.

7.3. Realización del análisis sensorial.

Las evaluaciones sensoriales se realizaron con un grupo de estudiantes del décimo semestre de la carrera de Ingeniería en Alimentos, quienes cursaban la asignatura de evaluación sensorial, de esa carrera, por lo que contaban con los conocimientos mínimos necesarios para la realización de estas evaluaciones. El lugar escogido para el efecto fue Laboratorio de Análisis Sensorial de la Planta Piloto de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario de Suroccidente, CUNSUROC-USAC. Previo a las evaluaciones sensoriales, se realizó una capacitación sobre propiedades sensoriales de la miel blanca producida por la *Melipona beecheii* y sus diferencias respecto de la producida por la abeja *Apis mellifera*, para que así, los estudiantes, en su función de jueces, pudieran ser considerados como “semi capacitados”.

7.3.1. Establecimiento del patrón para la evaluación sensorial de comparación múltiple.

Al inicio del experimento, es decir el t_0 , se realizó una evaluación de escala hedónica con los jueces semi entrenados, utilizando muestras alícuotas de los lotes M_1 , M_2 y M_3 . Luego de almacenar las muestras de miel blanca a temperatura de refrigeración de entre 4 °C y 8 °C, durante tres meses, se realizó una segunda evaluación (t_3); de igual manera, una tercera evaluación al sexto mes (t_6).

Estas evaluaciones se realizaron con una doble función: a) determinar si las propiedades organolépticas: color, olor, sabor y textura, cambian a través del tiempo, a temperatura de refrigeración y; b) determinar si existe diferencia

significativa entre las propiedades sensoriales de las mieles M_1 , M_2 y M_3 . Si en ambos casos no existieran diferencias significativas entre tratamientos de tiempo y entre lotes; se estaría estableciendo el patrón para el posterior análisis de comparación múltiple. La boleta utilizada para la realización de las evaluaciones de escala hedónica puede verse en el Apéndice 19. Boleta para la evaluación de escala hedónica, pág. 105

A partir de las evaluaciones de escala hedónica efectuadas por los jueces semi entrenados, se realizaron análisis de varianzas -ANOVA- de un solo factor, para detectar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos, por un lado y por otro, para entre las medias de los lotes; el análisis de varianzas se justifica ya que, los lotes (M_1 , M_2 , M_3) y el tiempo (t_0 , T_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , t_6) son variables categóricas, mientras que las respuestas de los jueces son variables continuas.

El nivel estadístico de confianza para los análisis fue de 95%, utilizando como referencia el valor de probabilidad “ p ”, y así determinar la aceptación de la hipótesis nula o alternativa, las que se plantearon de la siguiente manera:

- Hipótesis nula (H_0) = todas las medias son iguales.
- Hipótesis alterna (H_a) = al menos una de las medias es diferente.

El criterio de decisión para esta prueba de hipótesis ANOVA se basó en el valor “ p ” con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, de la siguiente manera:

- Si el valor p es mayor o igual que el nivel $\alpha = 0.05$, es decir $p \geq 0.05$, se debe aceptar la hipótesis nula.
- Si el valor p es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, es decir, $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula se acepta la hipótesis alternativa.

7.3.2. Evaluación de comparación múltiple entre muestras sometidas a distintos tratamientos de tiempo y temperatura.

Para llevar a cabo esta evaluación sensorial se siguió el siguiente procedimiento: a) inmediatamente de haber trasvasado la miel a muestras alícuotas,

se tomó una muestra alícuota de M_1 , identificándola como M_{1t_6} (ya que pasaría seis meses expuesto a esa temperatura) y se expuso a temperatura ambiente; una muestra alícuota de M_3 la cual se identificó como M_{3t_6} , y se expuso a temperatura de incubación; las muestras alícuotas restantes de M_1 y M_3 se almacenaron en refrigeración. b) transcurrido un mes, se tomó una muestra alícuota de M_1 y se expuso a temperatura ambiente (M_{1t_5}); una muestra de M_3 se expuso a temperatura de incubación (M_{3t_5}) y; así sucesivamente y se procedió a ubicar muestras alícuotas en los ambientes anteriormente identificados, hasta llegar al sexto mes (ver Figura 2. Diseño de la muestra tomada, página 20).

Transcurridos los seis meses se recolectaron todas las muestras sometidas a los tratamientos de temperatura de ambiente y las sometidas a temperatura de incubación y se procedió a realizar, en dos sesiones, las evaluaciones de comparación múltiple con los jueces semi entrenados: primero se compararon las muestras sometidas a temperatura ambiente ($t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$) contra el patrón y posteriormente, en la segunda sesión, se compararon las muestras sometidas a temperatura de incubación, con el patrón.

Los aspectos evaluados en las pruebas de comparación múltiple de la miel blanca respecto del patrón fueron: a) diferencia sensorial subjetiva; b) calidad sensorial subjetiva; c) grado de diferencia de los atributos: color, olor, sabor y textura y; d) calidad objetiva de los atributos: color, olor, sabor y textura. La boleta utilizada para las evaluaciones de comparación múltiple se puede ver en el Apéndice 20, pág. 107.

Para el análisis de resultados, se tabularon las respuestas de los jueces para cuantificar el número estas para cada categoría y se determinó el porcentaje de respuestas que indicaban si las muestras evaluadas diferían o no, del patrón. Para comparar los tratamientos de temperatura: ambiente e incubación y de tiempo: t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 y t_6 , y determinar si estos fueron iguales o distintos entre sí, se realizaron pruebas de chi cuadrado. Estos resultados se presentaron tablas de contingencia y gráficos en mosaico, dado que, las variables evaluadas: tiempo y temperatura, son categóricas ordinales y las respuestas de los jueces, son numéricas discretas, es decir, todas las variables evaluadas son cualitativas. Estos análisis estadísticos

fueron realizados con el software JMP 13 y MINITAB 18, en el que se pueden efectuar relaciones entre los tratamientos de tiempo y temperatura, y las respuestas de los jueces.

Las hipótesis estadísticas correspondientes planteadas para los tratamientos fueron las siguientes:

- Hipótesis nula H_0 : No existe relación entre la variable de entrada (temperatura, tiempo) y la variable de salida (respuesta de los jueces). No existe diferencia entre tratamientos.
- Hipótesis alternativa H_a : Si existe relación entre la variable de entrada (temperatura, tiempo) y la variable de salida (respuesta de los jueces). Sí existe diferencia entre tratamientos.

El criterio de decisión para esta prueba de chi cuadrado se basó en un valor p con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y un 95% de confiabilidad.

- Si el valor p es mayor o igual que el nivel $\alpha = 0.05$, es decir $p \geq 0.05$, se debe aceptar la hipótesis nula.
- Si el valor p es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, es decir, $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula se acepta la hipótesis alternativa.

8. Presentación y análisis de resultados

8.1. Presentación de resultados

8.1.1. Resultados del estudio de vida de anaquel microbiológico

El resumen estadístico para los tratamientos de temperatura se muestra en la Tabla 6 y, para los tratamientos de tiempo, en meses en la Tabla 7. El conteo de mohos y levaduras fue de 10 UFC/g para todos los resultados de los análisis realizados a muestras de temperatura ambiente y de refrigeración; mientras que para la temperatura de incubación el máximo fue de 20 UFC/g en el mes 5, siendo este el único resultado distinto de 10 UFC/g.

Para el recuento de bacterias aerobias, se excluyó el valor de 1,000 UFC/g obtenido en el mes 2 a temperatura ambiente, dado que estadísticamente es un valor atípico en el presente análisis y las posibles causas no fueron objeto de estudio, por lo que se calcularon nuevamente los estadísticos descriptivos. Los resultados originales del recuento de bacterias aerobias y el gráfico de cajas para detectar valores atípicos se observan en el Apéndice 1, pág. 59. El resultado máximo obtenido en el recuento de bacterias aerobias fue de 300 UFC/g en el mes 2 (t_2) a temperatura de refrigeración (después de excluir el valor atípico de 1,000 UFC/g) mientras que el mínimo obtenido fue de 20 UFC/g en el mes 5 (t_5) a temperatura de incubación.

No se realizaron los análisis microbiológicos para el mes 1 (t_1) debido a que las muestras se estropearon durante el transporte desde la ciudad de Mazatenango hasta el Laboratorio Nacional de Salud en Bárcenas, Villanueva.

Tabla 6. Resumen estadístico descriptivo para el número de UFC/g de mohos y levaduras y de aerobios totales por temperatura.

Factor	Temperatura	N	Media	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo
Mohos y levaduras	Ambiente	6	10	0	10	10	10
	Incubación	6	11.67	4.08	10	10	20
	Refrigeración	6	10	0	10	10	10
Aerobios	Ambiente	5	118	75.4	50	75	200
	Incubación	6	61.7	52.2	20	37.5	150
	Refrigeración	6	131.7	105	40	100	300

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Tabla 7. Resumen estadístico descriptivo para el número de UFC/g de mohos y levaduras y aerobios totales por temperatura.

Factor	Tiempo	N	Media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Mohos y levaduras	0	3	10	0	10	10	10	10	10
	2	3	10	0	10	10	10	10	10
	3	3	10	0	10	10	10	10	10
	4	3	10	0	10	10	10	10	10
	5	3	13.33	5.77	10	10	10	20	20
	6	3	10	0	10	10	10	10	10
Aerobios	0	3	56.67	16.07	45	45	50	75	75
	2	2	225	106.1	150	*	225	*	300
	3	3	66.7	28.9	50	50	50	100	100
	4	3	88.3	97	25	25	40	200	200
	5	3	95	93.7	20	20	65	200	200
	6	3	126.7	87.4	30	30	150	200	200

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

8.1.2. Resultados del estudio de vida de anaquel sensorial.

8.1.2.1. Resultados de la creación del patrón de comparación.

Se realizó un análisis de varianzas para los resultados de las pruebas de escala hedónica para las variables de temperatura, en sus tres tratamientos: refrigeración, ambiente e incubación, así mismo de los tratamientos t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , t_6 , que constituyen la variable tiempo.

Los resultados de los análisis de varianza realizados a las variables temperatura y tiempo, fueron valores p mayores de 0.05, por lo que las hipótesis nulas fueron aceptadas (ver Tabla 8).

Tabla 8. Resumen del análisis de varianza de un factor para los atributos de las muestras evaluadas por tiempo y por lote de miel blanca

Factor	Atributo	N	gl	Media de respuesta	Valor de f	Valor de p	H₀: Aceptar/rechazar
Tiempo	Color	146	2	5.73	2.95	0.0552	Aceptar
	Olor	141	2	5.44	0.0649	0.9372	Aceptar
	Sabor	147	2	5.88	1.0892	0.3392	Aceptar
	Textura	143	2	5.85	1.209	0.3016	Aceptar
Miel	Color	146	2	5.73	0.947	0.3903	Aceptar
	Olor	141	2	5.44	2.5452	0.0821	Aceptar
	Sabor	147	2	5.88	2.1138	0.1245	Aceptar
	Textura	143	2	5.85	1.1203	0.3291	Aceptar

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

8.1.2.2. Resultados de la calidad subjetiva de la miel entre las muestras y el patrón.

Llamaremos subjetivo a este apartado porque se pidió a los jueces que evaluaran las características sensoriales de miel blanca respecto del patrón e indicaran su percepción respecto a la diferencia y calidad de estas, la primera, en una escala que va desde “No hay diferencia” hasta “Hay diferencia extremadamente grande”, y la segunda, en las categorías “Inferior”, “Igual” o “Superior”.

Los resultados de las pruebas de chi cuadrado para la diferencia sensorial se muestran en la Tabla 9, en donde, para la variable temperatura se obtuvo un valor “ p ” mayor a 0.05, por lo cual se aceptó la hipótesis nula y; para la variable tiempo se obtuvo valores de “ p ” menores a 0.05, dando lugar al rechazo de las hipótesis nulas y a la aceptación de las hipótesis alternativas.

Tabla 9. Resumen de resultados de las pruebas de chi cuadrado para la diferencia subjetiva de la miel blanca entre tratamientos de tiempo y temperatura.

Factor	N	gl	Chi Cuadrado	Valor de p	Aceptar/rechazar H_o
Temperatura	216	4	5.027	0.2846	Aceptar
Tiempo (mes)	216	20	96.441	<0.0001*	Rechazar
Tiempo (bimestre)	216	8	40.256	<0.0001*	Rechazar

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Con respecto a la calidad sensorial, los resultados de las pruebas de chi cuadrado se muestran en la Tabla 10, en donde, para la variable temperatura se obtuvo un valor “ p ” mayor a 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula y; para la variable tiempo, en meses, se tuvo un valor “ p ” menor a 0.05 por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa; para el tiempo en bimestres, se obtuvo un valor “ p ” mayor que 0.05 por lo que se aceptó la hipótesis nula y; finalmente, para la variable tiempo en trimestres se obtuvo un valor “ p ” menor que 0.05 por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa.

Tabla 10. Resumen de resultados de las pruebas de chi cuadrado para la calidad subjetiva de la miel blanca entre tratamientos de tiempo y temperatura.

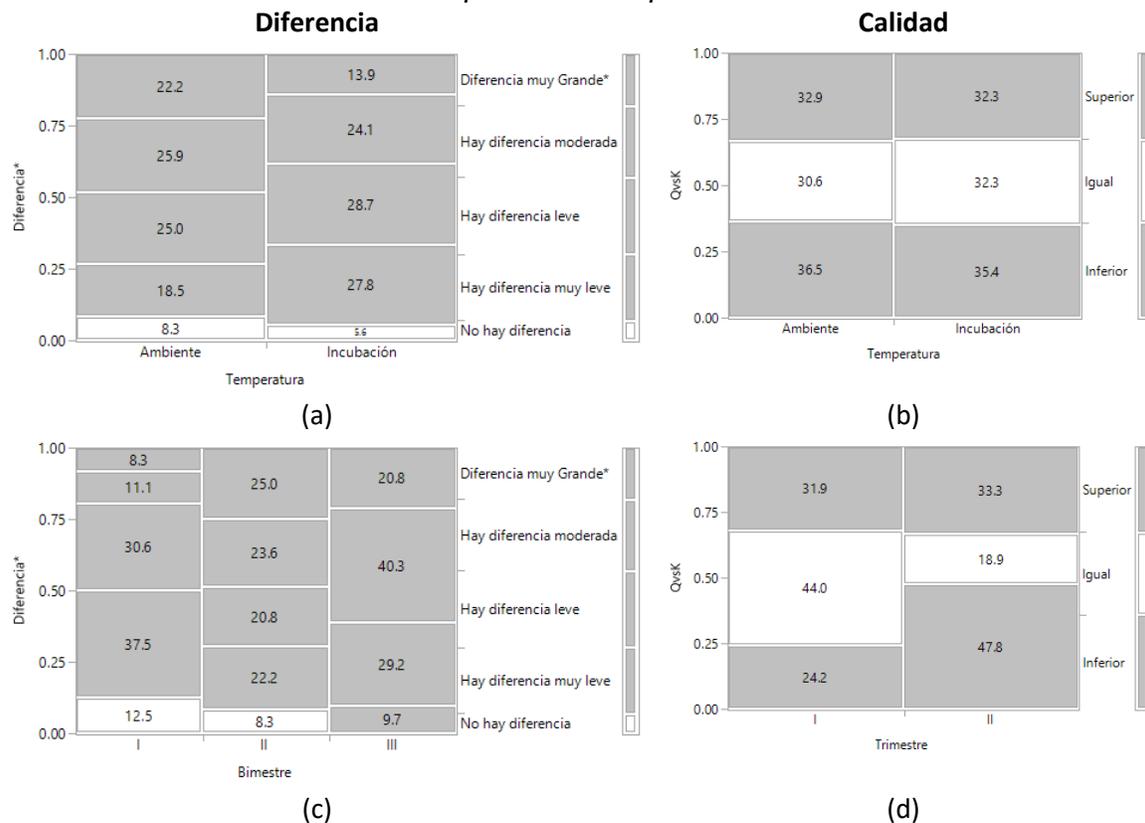
Factor	N	gl	Chi cuadrado	Valor de p	Aceptar/rechazar H₀
Temperatura	181	2	0.061	0.9698	Aceptar
Tiempo (mes)	181	10	24.363	0.0067*	Rechazar
Tiempo (bimestre)	181	4	9.904	0.0517	Aceptar
Tiempo (trimestre)	181	2	16.077	0.0003*	Rechazar

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

En el gráfico en mosaico y la tabla de contingencia del Apéndice 4, pág.67 se muestran los porcentajes de las respuestas dadas por los jueces para la diferencia sensorial subjetiva de la miel blanca para la temperatura de ambiente y temperatura de incubación y en el Apéndice 5, pág.68 se presenta esta misma información para la calidad sensorial. En el gráfico en mosaico y la tabla de contingencia del Apéndice 6, pág. 69 se muestran los porcentajes de las respuestas dadas por los jueces, para la diferencia sensorial, en meses; mientras que, en el Apéndice 7, pág. 71, encontramos los mismos datos anteriores agrupados en bimestres. En el gráfico en mosaico y en la tabla de contingencia del Apéndice 8, pág. 72 se observa el porcentaje de las respuestas de los jueces para la calidad sensorial de la miel blanca, agrupadas por mes; en el Apéndice 9, pág. 74, se encuentran estos mismos datos agrupados por bimestre y, finalmente en el Apéndice 10, pág. 75 los datos están agrupados por trimestres.

En la Figura 4 se observa el resumen de los gráficos en mosaico que muestran las proporciones de las respuestas de los jueces para diferencia y la calidad sensorial de la miel blanca almacenada para los tratamientos de temperatura y de tiempo.

Figura 4. Gráficos en mosaico para el análisis sensorial subjetivo de la miel blanca comparada con el patrón.



Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

En la Tabla 11 se muestra un resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para las propiedades sensoriales subjetivas de la miel blanca comparada con el patrón, clasificadas en diferencia y calidad, para los tratamientos de tiempo y temperatura; para este resumen, la diferencia se clasificó en “No hay diferencia” y “Hay diferencia”, mientras que la calidad se clasificó en “Igual” y “Distinta”.

Tabla 11. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación subjetiva de la miel blanca respecto del patrón.

<u>Tratamiento</u>	<u>Diferencia</u>		<u>Calidad</u>	
	<u>No hay diferencia</u>	<u>Hay diferencia</u>	<u>Igual</u>	<u>Distinta</u>
Ambiente	7%	93%	31%	69%
Incubación				
Mes 1	13%	88%	44%	56%
Mes 2				
Mes 3	8%	92%		
Mes 4				
Mes 5	0%	100%	19%	81%
Mes 6				

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

8.1.2.3. Resultados de la calidad objetiva de la miel entre las muestras y el patrón.

Llamaremos objetivo a este apartado porque se pidió a los jueces que evaluaran los atributos sensoriales de la miel blanca: color, olor, sabor y textura, comparados con el patrón, e indicaran la diferencia percibida en las escalas “---”, “-”, “-”, “0”, “+”, “++”, “+++” (de más débil a más fuerte) y la calidad percibida, en las categorías “Inferior”, “Igual” o “Superior”.

Para la diferencia entre los atributos de las muestras evaluadas, los resultados de las pruebas estadísticas se muestran en la Tabla 12, pág. 39. Para la variable temperatura, los valores de “ p ” para el color, sabor y textura, fueron mayores que 0.05, por lo que se aceptaron las hipótesis nulas, mientras que, el olor tuvo un valor “ p ” menor a 0.05, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. Para el factor tiempo en meses, los valores de “ p ” fueron menores que 0.05 para todos los atributos, por lo que se rechazaron las hipótesis nulas y se aceptaron las alternativas; al agrupar las respuestas de los jueces en bimestres, los valores de “ p ” para el color y olor fueron menores que 0.05, por lo que se rechazaron las hipótesis nulas y se aceptaron las alternativas, mientras que, para el sabor y textura fueron mayores a 0.05, por lo que se aceptaron las hipótesis nulas y; para las respuestas agrupadas por trimestres, los valores “ p ” del sabor y textura fueron menores que 0.05, por lo que se rechazaron las hipótesis nulas y se aceptaron las alternativas.

Tabla 12. Resumen de resultados de las pruebas de chi cuadrado para la diferencia objetiva de la miel blanca entre tratamientos de tiempo y temperatura.

Variable	Atributo	N	gl	Chi Cuadrado	Valor de p	Aceptar/rechazar H₀
Temperatura	ColorD	216	3	1.991	0.5452	Aceptar
	OlorD	216	3	11.698	0.0085*	Rechazar
	SaborD	216	3	3.053	0.3835	Aceptar
	TexturaD	216	3	0.811	0.8469	Aceptar
Tiempo (mes)	ColorD	216	15	140.033	<0.0001*	Rechazar
	OlorD	216	15	27.667	0.0237*	Rechazar
	SaborD	216	15	53.581	<0.0001*	Rechazar
	TexturaD	216	15	32.854	0.0049*	Rechazar
Tiempo (bimestre)	ColorD	216	6	80.117	<0.0001*	Rechazar
	OlorD	216	6	12.839	0.0457*	Rechazar
	SaborD	216	6	11.184	0.0829	Aceptar
	TexturaD	216	6	12.141	0.0589	Aceptar
Tiempo (trimestre)	SaborD	216	3	24.822	<0.0001*	Rechazar
	TexturaD	216	3	10.819	0.0127*	Rechazar

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Para la calidad de los atributos de las muestras evaluadas, los resultados para las pruebas estadísticas se muestran en la Tabla 13, pág. 40. Para la variable temperatura obtuvo valores “*p*” mayores a 0.05 para los cuatro atributos: color, olor, sabor y textura, por lo que se aceptaron las hipótesis nulas. Para el factor tiempo en meses, se obtuvo valores “*p*” menores a 0.05 para el color, olor y sabor, por lo que se rechazaron las hipótesis nulas y se aceptaron las alternativas, mientras que, para la textura se obtuvo un valor “*p*” mayor a 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula; al agrupar las respuestas de los jueces por bimestres, se obtuvo valores “*p*” menores que 0.05 para el color y olor, por lo que se rechazaron las hipótesis nulas y se aceptaron las alternativas, mientras que, para el sabor se obtuvo un valor de “*p*” mayor a 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula y; al agrupar las respuestas por trimestres para el sabor, se obtuvo un valor de “*p*” mayor que 0.05, por lo que se aceptó la hipótesis nula.

Tabla 13. Resumen de resultados de las pruebas de chi cuadrado para la calidad objetiva de la miel blanca entre tratamientos de tiempo y temperatura

Factor	Atributo	N	gl	Chi Cuadrado	Valor de p	Aceptar/rechazar H₀
Temperatura	ColorQ	206	2	3.874	0.1441	Aceptar
	OlorQ	206	2	0.284	0.8678	Aceptar
	SaborQ	208	2	1.847	0.3971	Aceptar
	TexturaQ	209	2	0.162	0.9222	Aceptar
Tiempo (mes)	ColorQ	206	10	50.012	<0.0001*	Rechazar
	OlorQ	206	10	26.459	0.0031*	Rechazar
	SaborQ	208	10	31.556	<0.0001*	Rechazar
	TexturaQ	209	10	17.556	0.0629	Aceptar
Tiempo (bimestre)	ColorQ	206	4	22.064	0.0002*	Rechazar
	OlorQ	206	4	10.324	0.0353*	Rechazar
	SaborQ	208	4	1.679	0.7945	Aceptar
Tiempo (trimestre)	saborQ	208	2	5.417	0.0666	Aceptar

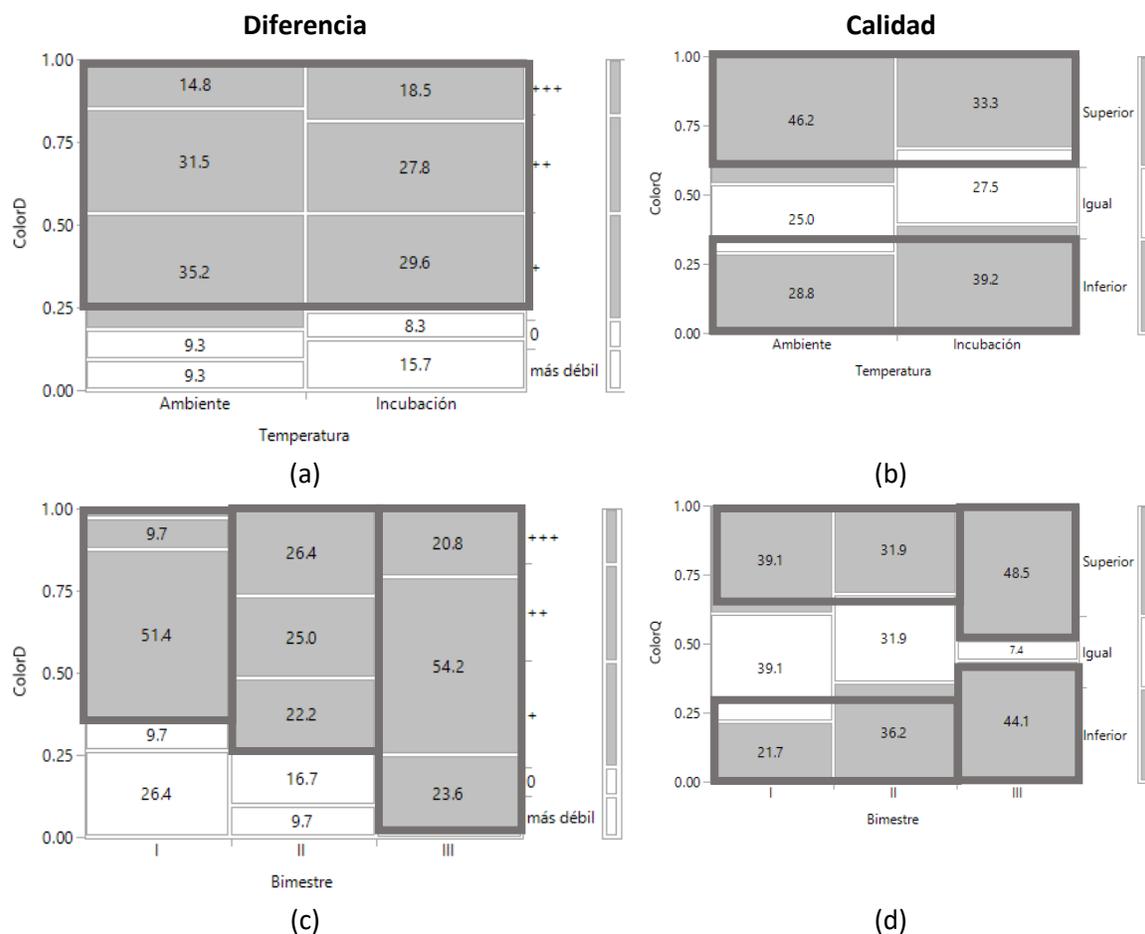
Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

En los gráficos en mosaico y la tablas de contingencia del Apéndice 11, pág. 76 se muestran los porcentajes de las respuestas de los jueces para la diferencia de los atributos: color, olor, sabor y textura de la miel blanca, para la temperatura de ambiente y temperatura de incubación y en el Apéndice 12, pág. 80 se muestran se muestra esta misma información para la calidad de las muestras evaluadas. De manera análoga, en los gráficos en mosaico y las tablas de contingencia del Apéndice 13, pág. 84 se muestran los resultados sobre la diferencia de los atributos con relación al tiempo, en meses, en el Apéndice 14, pág. 90 estos resultados están agrupados en tres bimestres y en el Apéndice 15 pág. 92 las respuestas fueron agrupadas en dos trimestres; en el Apéndice 16, pág. 94 se muestran los resultados para la calidad de los atributos en meses, en el Apéndice 17, pág. 100 se muestran las respuestas para los atributos color, olor y sabor, agrupadas en tres bimestres; finalmente, en el Apéndice 18, pág. 104 se muestran los porcentajes de las respuestas para la calidad del atributo sabor agrupadas en dos trimestres.

A continuación se observan los resúmenes de los gráficos en mosaico para las respuestas de los jueces para la evaluación de los atributos color, olor, sabor y textura para las variables de tiempo y temperatura, distribuidos de la siguiente manera: en la Figura 5, pág. 41 se observa el resumen respuestas para la diferencia

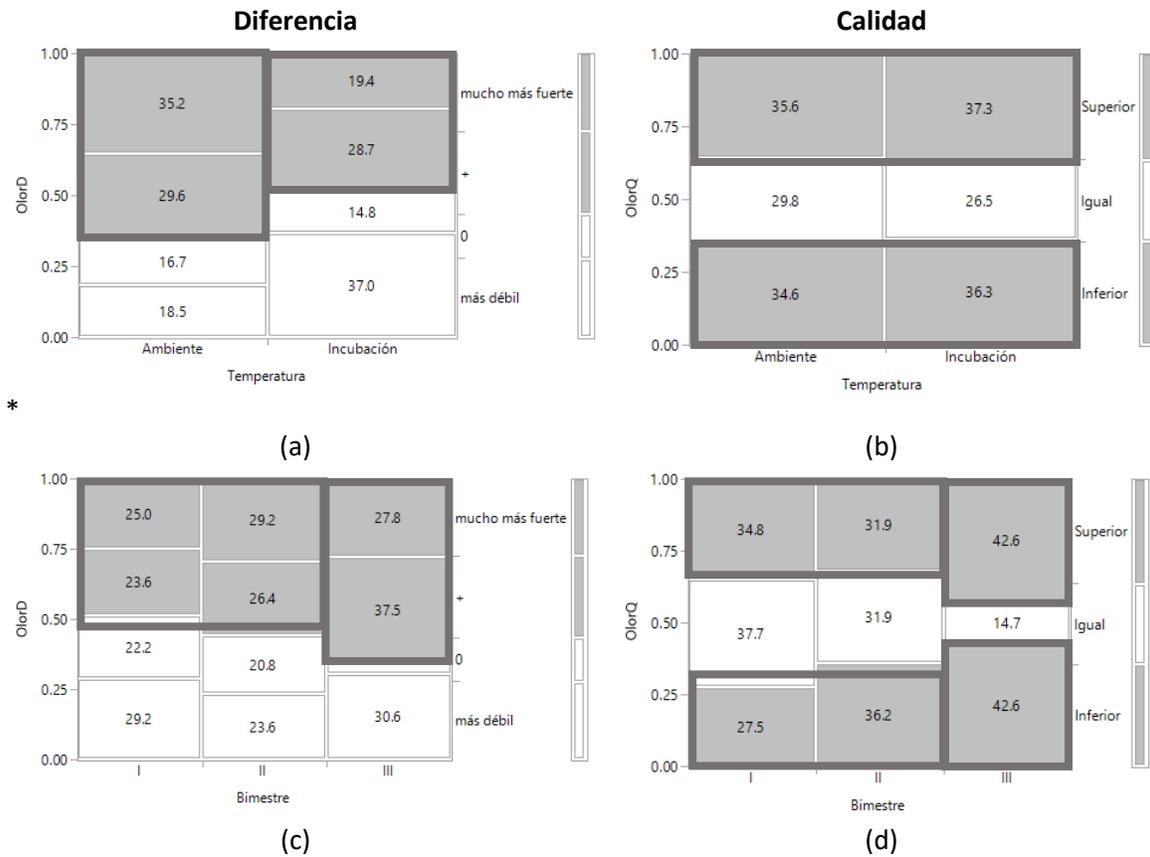
y calidad entre los tratamientos de temperatura y tiempo del color de la miel blanca; en la Figura 6, pág. 42 se muestran los resultados para la diferencia y calidad respecto a temperatura y tiempo para el olor; en la Figura 7, pág. 43 los correspondientes al sabor y finalmente en la Figura 8, pág. 44 se muestran los correspondientes a la textura.

Figura 5. Gráficos en mosaico para el análisis sensorial del color de la miel blanca comparado con el del patrón.



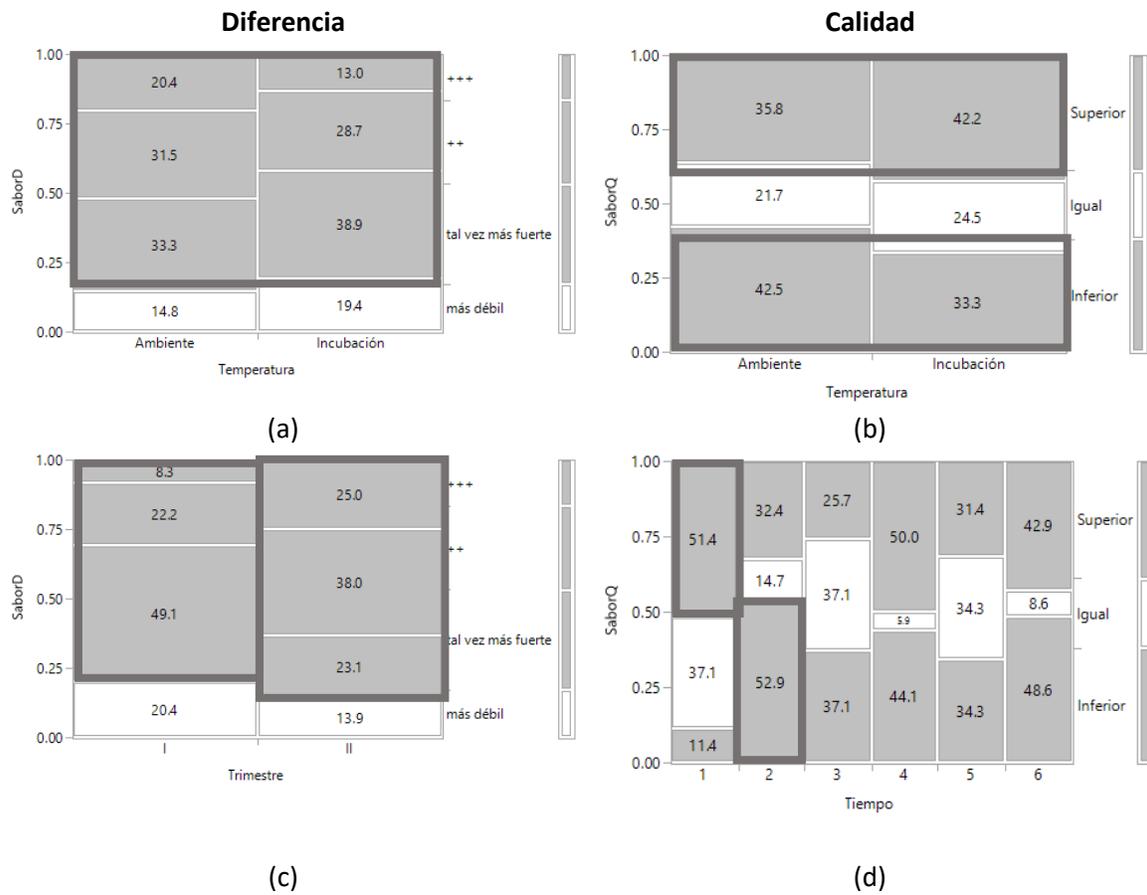
Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Figura 6. Gráficos en mosaico para el análisis sensorial del olor de la miel blanca comparado con el del patrón.



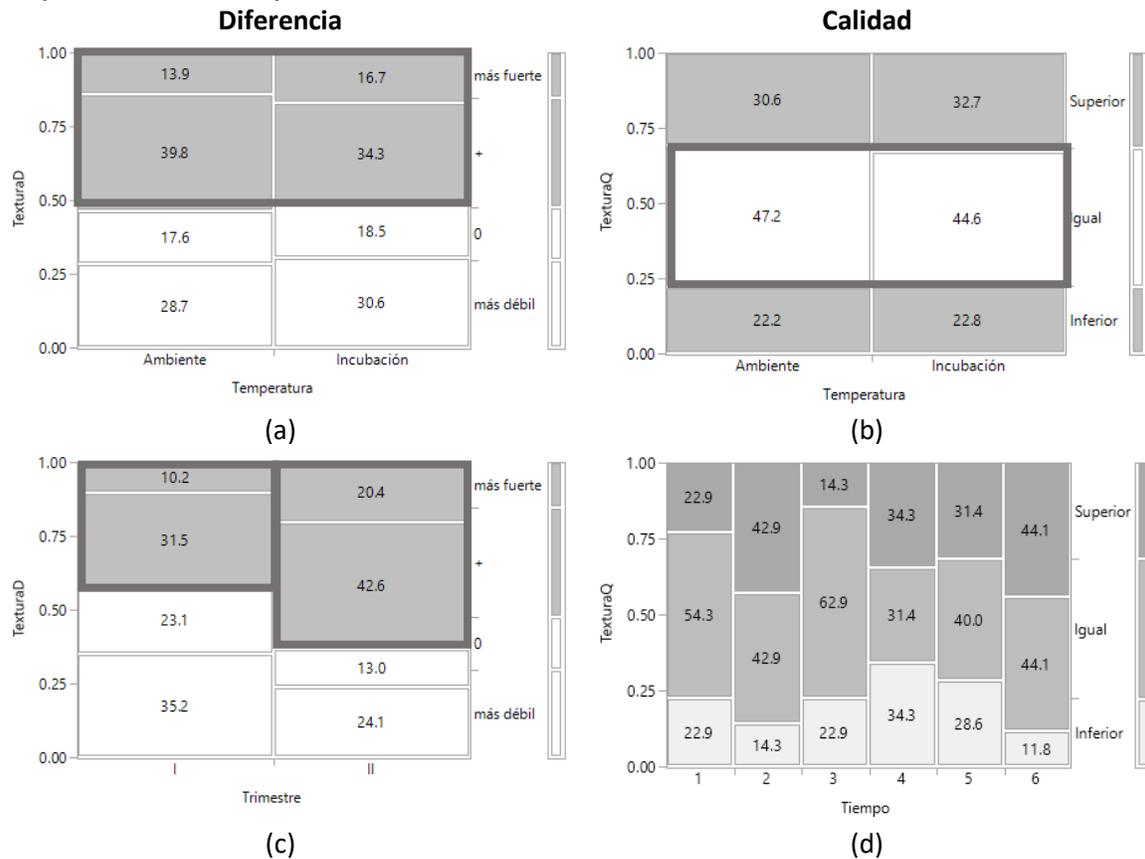
Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Figura 7. Gráficos en mosaico y de para el análisis sensorial del sabor de la miel blanca comparado con el del patrón.



Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Figura 8. Gráficos en mosaico para el análisis sensorial de la textura de la miel blanca comparado con el del patrón.



Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

En Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17 se muestran los resúmenes de los porcentajes de las respuestas de los jueces para los atributos de la miel blanca mencionados, comparados con el patrón, clasificados en diferencia y calidad para los tratamientos de tiempo y temperatura; en estas tablas la diferencia se clasificó en las categorías “Más débil”, “Sin diferencia” y “Más fuerte” mientras que la calidad se clasificó en las categorías “Igual” y “Distinta”.

Tabla 14. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación del color de la miel blanca respecto del patrón.

<u>Tratamiento</u>	<u>Más débil</u>	<u>Diferencia</u>		<u>Calidad</u>	
		<u>Sin diferencia</u>	<u>Más fuerte</u>	<u>Igual</u>	<u>Distinta</u>
Ambiente	13%	9%	79%	26%	74%
Incubación					
Mes 1	26%	10%	64%		
Mes 2				36%	64%
Mes 3	10%	17%	74%		
Mes 4					
Mes 5	1%	0%	99%	7%	93%
Mes 6					

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Tabla 15. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación del olor de la miel blanca respecto del patrón.

<u>Tratamiento</u>	<u>Más débil</u>	<u>Diferencia</u>		<u>Calidad</u>	
		<u>Sin diferencia</u>	<u>Más fuerte</u>	<u>Igual</u>	<u>Distinta</u>
Ambiente	19%	17%	65%	28%	72%
Incubación	37%	15%	48%		
Mes 1					
Mes 2	26%	22%	52%	35%	65%
Mes 3					
Mes 4					
Mes 5	31%	4%	65%	15%	85%
Mes 6					

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Tabla 16. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación del sabor de la miel blanca respecto del patrón.

<u>Tratamiento</u>	<u>Más débil</u>	<u>Diferencia</u>		<u>Calidad</u>	
		<u>Sin diferencia</u>	<u>Más fuerte</u>	<u>Igual</u>	<u>Distinta</u>
Ambiente					
Incubación	17%	0%	83%	23%	77%
Mes 1				37%	63%
Mes 2	20%	0%	80%	15%	85%
Mes 3				37%	63%
Mes 4				6%	94%
Mes 5	14%	0%	86%	34%	66%
Mes 6				9%	91%

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Tabla 17. Resumen de los porcentajes de las respuestas de los jueces para la evaluación de la textura de la miel blanca respecto del patrón.

<u>Tratamiento</u>	<u>Más débil</u>	<u>Diferencia</u>		<u>Calidad</u>	
		<u>Sin diferencia</u>	<u>Más fuerte</u>	<u>Igual</u>	<u>Distinta</u>
Ambiente Incubación	30%	18%	52%	46%	54%
Mes 1					
Mes 2	35%	23%	42%		
Mes 3					
Mes 4				46%	54%
Mes 5	24%	13%	63%		
Mes 6					

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

8.2. Análisis de resultados

8.1.1. Análisis de resultados del estudio de vida de anaquel microbiológico.

En los resultados de los análisis microbiológicos realizados para mohos y levaduras, se puede observar que ninguna de las muestras analizadas sobrepasó un conteo mayor a 1×10^2 (100) UFC/g. Para el conteo de bacterias aerobias totales se observó que ninguna muestra sobrepasó un conteo mayor a 1,000 (1×10^3) UFC/g. Lo anterior indica que no se sobrepasaron los límites establecidos por la norma mexicana NMX-F036-NORMEX-2006, y el Reglamento Técnico para Mieles de Abeja (RTC 432:2009) de Costa Rica que son los únicos de la región México-Centroamérica que contemplan niveles máximos en UFC/g para mohos y levaduras y bacterias aerobias totales.

Aun cuando no se sobrepasaron los límites establecidos, se debe tomar en cuenta que el número de datos analizados estuvo entre 5 y 6 para cada temperatura y entre 2 y 3 para cada mes. Para los análisis estadísticos de mohos y levaduras, el número de datos fue 6, para cada temperatura; de igual manera los resultados para el conteo de bacterias aerobias totales, excepto para la temperatura ambiente en donde el número de datos fue de 5.

8.2.1. Análisis del estudio de vida de anaquel sensorial.

8.2.1.1. Análisis de la creación del patrón de comparación.

Los resultados obtenidos en los análisis de varianza de un solo factor realizados de las variables tiempo ($t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$) y meliponarios (M_1, M_2, M_3) indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (tiempo y meliponario); es decir que, según las respuestas de los jueces, las muestras refrigeradas entre 4 y 8 °C conservaron sus características sensoriales de color, olor, sabor y textura a lo largo de seis meses. Concordando con (Vit, Pedro, & Roubik, 2013, págs. 162-163) que afirman que la miel de Melipona puede mantenerse sin perder sus características sensoriales, incluso durante años, siempre que se lleven a cabo procedimientos higiénicos adecuados durante la cosecha y sea refrigerada hasta antes de su consumo.

Con base en los resultados obtenidos en análisis sensorial de escala hedónica, para el presente estudio, la miel blanca almacenada a temperatura de refrigeración, entre 4 – 8°C, mantuvo sus propiedades sensoriales durante seis meses por lo que fue utilizada como la muestra patrón.

8.2.1.2. Análisis de la calidad subjetiva de la miel entre las muestras y el patrón.

Los resultados de las pruebas de chi cuadrado demostraron que no existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos las muestras analizadas a temperatura de ambiente y a temperatura de incubación. Para la diferencia y calidad, se aceptaron las hipótesis nulas que indican independencia entre las variables evaluadas. Estas pruebas estadísticas también indicaron que los tratamientos de tiempo, de uno hasta seis meses, fueron distintos entre sí, ya que las hipótesis nulas fueron rechazadas, tanto para diferencia, como para calidad de la miel blanca.

En la Figura 4, pág. 37, los recuadros que unen dos o más tratamientos (columnas de los gráficos) representan aquellos tratamientos entre los cuales no existió diferencia estadísticamente significativa, es decir, los tratamientos se consideran iguales.

Los porcentajes de respuestas de los jueces de la Tabla 11, pág. 38 se agruparon de manera tal, que las celdas que se encuentran unidas representan aquellos tratamientos en los cuales no existió diferencia significativa. Se debe tomar en cuenta que para la variable tiempo, estas uniones de celdas se realizaron para identificar en qué ubicación de meses, los jueces encontraron cambios significativos, tanto en la diferencia, como la calidad de las muestras evaluadas. Estas uniones de celdas están basadas en los valores “*p*” de los resultados de las pruebas de chi cuadrado de que se encuentran en Apéndice 4, pág. 67, Apéndice 5, pág. 68, Apéndice 6, pág. 69, Apéndice 7, pág. 71, Apéndice 8, pág. 72, Apéndice 9, pág. 74 y Apéndice 10, pág. 75. El 93% de las respuestas de los jueces indicaron que existió una diferencia entre referido patrón y las muestras almacenadas a temperatura de entre 27 °C (rango de temperatura de ambiente) y 40 °C (rango de temperatura de incubación), mientras que el 69% de las respuestas indicaron que la calidad de las muestras fue distinta; esto indica que las muestras almacenadas a temperaturas de entre 27 °C y 40 °C sufrieron cambios en sus propiedades sensoriales y que la calidad sensorial cambió. Los porcentajes de las respuestas de los jueces también indicaron una diferencia entre las muestras evaluadas y el patrón, tal y como se refleja en el 88% de respuestas para el primer bimestre, 92% para el segundo y 100% para el tercero, mientras que para la calidad, el 56% de respuestas indicaron que la calidad de las muestras evaluadas fue distinta del patrón en el primer trimestre y este porcentaje aumentó a 81% en el segundo trimestre; esto indica que las muestras almacenadas durante seis meses sufrieron cambios progresivos en sus propiedades sensoriales y que la calidad sensorial cambió durante este período.

8.2.1.3. Resultados de la calidad objetiva de la miel entre las muestras y el patrón

Los resultados de las pruebas de chi cuadrado demostraron que para el atributo de color no existió diferencia significativa entre los tratamientos de temperatura, aceptándose las hipótesis nulas, tanto para la diferencia como para la calidad de la miel blanca. Este mismo resultado se reflejó en los atributos de sabor

y textura, mientras que, para el atributo de olor, se rechazó la hipótesis nula para la diferencia y se aceptó la hipótesis nula para la calidad. De la aceptación de las hipótesis nulas se interpreta que los tratamientos fueron estadísticamente iguales, mientras que, de la aceptación de las hipótesis alternativas se interpreta que al menos uno de los tratamientos fue distinto. Los recuadros que se observan en Figura 5, pág. 41, Figura 6, pág. 42, Figura 7, pág. 43, Figura 8, pág. 44 que unen dos o más tratamientos, (columnas de los gráficos) representan aquellos tratamientos entre los cuales no existió diferencia estadísticamente significativa, es decir, los tratamientos se consideran estadísticamente iguales.

En Tabla 14 pág. 45, Tabla 15 pág. 45, Tabla 16, pág. 45 y Tabla 17, pág. 46 se agruparon las respuestas de tal manera que, las celdas que se encuentran unidas, representan aquellos tratamientos en los cuales no existió diferencia significativa. Estas uniones de celdas están basadas en los valores “*p*” de los resultados de las pruebas de chi cuadrado de que se encuentran en Apéndice 11, pág. 76, Apéndice 12, pág. 80, Apéndice 13, pág. 84, Apéndice 14, pág. 90, Apéndice 15, pág. 92, Apéndice 16, pág. 94, Apéndice 17, pág. 100 y Apéndice 18, pág. 104.

Los resultados de la evaluación de la miel blanca sobre la diferencia para los atributos, respecto del patrón, indicaron que el color y sabor fueron los atributos más afectados por la temperatura, ya que el 79% de las respuestas de los jueces (Tabla 14, pág. 45), indicaron que el color, a temperatura de almacenamiento entre 27 °C y 40°C, fue más fuerte respecto al patrón; el sabor obtuvo un 83% de las respuestas para esta categoría (Tabla 16, pág. 45). El olor obtuvo resultados más bajos, sin embargo, el 65% (Tabla 15, pág. 45) de las veces, los jueces respondieron que este atributo fue más fuerte que el patrón a temperatura de ambiente (entre 27 °C y 30 °C) mientras que para el tratamiento de temperatura de incubación (entre 38 °C y 40 °C) fue el 48%; el 37% indicó que el olor de las muestras evaluadas fue más débil que el patrón. La textura obtuvo resultados de porcentajes menores, ya que el 52% (Tabla 17, pág. 46) de las veces, los jueces indicaron que esta fue mayor a temperatura entre 27 °C y 40°C, que el patrón; un 30% indicó que esta fue menor.

Los resultados para la evaluación de la calidad de las muestras de miel blanca, comparadas con el patrón, indicaron que para los cuatro atributos evaluados: color, olor, sabor y textura, la mayoría de las respuestas de los jueces indicaron que estos fueron “Más fuerte” Los porcentajes de estas respuestas fueron los siguientes: 74% para el color (Tabla 14, pág. 45), 72% para el olor (Tabla 15, pág. 45), 77% para el sabor (Tabla 16, pág. 45) y 54% para la textura (Tabla 17, pág. 46); esto demuestra que al almacenar las muestras de miel blanca a temperaturas entre 27 °C y 40 °C los jueces detectaron, la mayor parte de las veces, que el color, el olor y el sabor fueron de calidad distinta al patrón, mientras que la calidad de la textura se mantuvo bastante estable.

Los resultados de la evaluación del tipo de diferencia de la miel blanca respecto del patrón, para la variable de tiempo, demostraron que los jueces detectaron un aumento en las propiedades sensoriales de los cuatro atributo, es decir, estas propiedades se hicieron más fuertes (color, olor), más intensas (sabor) o aumentaron (viscosidad) al transcurrir de los seis meses; el porcentaje de respuestas “Más fuerte” para el color, aumentaron del 64% en el primer bimestre a 99% en el tercero (Tabla 14, pág. 45), las respuestas para el olor aumentaron del 52% en los primeros dos bimestres a 65% en el tercero (Tabla 15, pág. 45); el porcentaje de estas respuestas para el sabor aumentaron del 80% en el primer trimestre a 86% en el segundo (Tabla 16, pág. 45) mientras que; la textura tuvo un 42% de las respuestas de los jueces para esta categoría en el primer trimestre (el 35% indicaron que fue “Más débil”) y un 63% en el segundo trimestre (Tabla 17, pág. 46).

La calidad de la miel tuvo el mismo comportamiento que el tipo de diferencia, ya que la calidad de la miel blanca varió respecto del patrón cada vez más con el transcurrir del tiempo, esto sucedió con los atributos de color, olor y sabor a excepción de la textura, la cual se mantuvo bastante estable ya que el 46% de las respuestas de los jueces indicó que fue la misma que la del patrón en comparación de un 54% de respuestas (Tabla 17, pág. 46) que indicaron que fue distinta al mismo (suma de respuestas “Inferior” y “Superior”); la calidad del color, según el número de respuestas de los jueces, fue distinta ya que el porcentaje de respuestas de la

categoría “Distinta” aumentó del 64% en los primero dos bimestres a un 93% en el tercero (Tabla 14, pág.45); los porcentajes de respuestas de esta misma categoría para el atributo de olor, aumentó del 65% en los primeros dos bimestres a un 85% en el tercero (Tabla 15, pág. 45) mientras que; el sabor tuvo altos y bajos en cada mes, así, en el primer mes el porcentaje de respuestas en la categoría mencionada fue de 63%, en el segundo aumentó a 85%, en el tercer mes disminuyó a 63%, en el cuarto mes aumento nuevamente a 94%, en el sexto mes disminuyó a 66% y finalmente en el sexto y último mes, aumentó al 91% (Tabla 16, pág. 45).

En el atributo del sabor fue en el que se encontró mayor inconsistencia de parte de los jueces evaluadores; en la Figura 7 (d), pág. 43 se puede observar que los porcentajes de respuestas de la categoría “Superior” fue del 51.4% en el primer mes mientras que en el segundo mes, fue el porcentaje de la categoría “Inferior” el que tuvo un porcentaje muy similar (52.9%), a partir del tercer mes, los porcentajes de estas dos categorías fueron muy similares, lo que demuestra que los jueces no fueron capaces de emitir respuestas iguales, es decir, para algunos el cambio sensorial en las muestras evaluadas representó una mejor calidad, mientras que para otros, representó lo contrario; la anterior situación se asume que pudo ser causa de la falta de experiencia de los jueces para calificar este tipo de producto o el poco conocimiento sobre sus propiedades sensoriales, comparadas con la miel de *Apis mellifera*, por supuesto que esto se queda como una suposición del investigador a partir de opiniones de los jueces escuchadas, ya que esta situación no fue objeto de estudio en el presente experimento.

9. Conclusiones

1. En la miel blanca almacenada a tres distintas temperaturas (refrigeración 4 °C a 8 °C, ambiente 27 °C a 30 °C e incubación 38 °C a 40° C) durante los seis meses de investigación, se evidenció que el conteo de aerobios totales no excedió el límite de 1,000 UFC/g, y el conteo de mohos y levaduras no excedió el límite de 100 UFC/g contemplados en las normas “NMX-F036-NORMEX-2006 Alimentos-Miel-Especificaciones y Métodos de Prueba” y el “Reglamento Técnico para Miel de Abeja (RTC 432:2009)”; mientras que las propiedades sensoriales de la miel almacenada a temperatura de refrigeración no sufrieron alteraciones, sin embargo, al ser almacenadas a temperaturas de incubación y ambiente, sí sufrieron alteraciones relevantes.
2. No se encontraron previo al estudio, normativas nacionales o internacionales sobre criterios microbiológicos u otros, para la miel blanca de la *Melipona beecheii*; por lo cual se realizaron comparaciones en función de las normativas que se utilizan en México y Costa Rica para la miel de *Apis mellifera*: “NMX-F036-NORMEX-2006 Alimentos-Miel-Especificaciones” y “Métodos de Prueba” y el “Reglamento Técnico para Miel de Abeja (RTC 432:2009)”.
3. La muestra de miel blanca almacenada durante seis meses a temperatura de refrigeración fue distinta a las muestras almacenadas durante ese mismo lapso a temperatura ambiente y a la almacenada a temperatura de incubación, ya que, influyeron en la calidad sensorial de la miel blanca. Las muestras evaluadas que fueron almacenadas a temperatura de ambiente y a temperatura de incubación, fueron diferentes a la almacenada en refrigeración, además su calidad no fue la misma. Igual comportamiento se observó al respecto de los atributos de color, olor, sabor y textura. Las muestras que pasaron más tiempo a temperaturas distintas de refrigeración tuvieron propiedades sensoriales diferentes, los atributos fueron más fuertes y la calidad fue distinta.

4. No existió diferencia importante entre almacenar la miel blanca a temperatura de ambiente y a temperatura de incubación; la calidad sensorial de las muestras evaluadas fue la mismas y solamente en el atributo olor, se observó una tendencia a ser este más débil a temperatura de incubación, sin afectar la calidad.
5. El tiempo de almacenamiento influyó en la calidad de las muestras almacenadas a temperatura de ambiente y temperatura de incubación; las diferencias de las muestras fueron aumentando con respecto al tiempo y se diversifican a partir del tercer mes, mientras que su calidad fue distinta a partir del cuarto mes. La intensidad del color fue aumentando a partir del tercer mes, mientras que la calidad fue diferente a partir del quinto mes. La intensidad del olor fue aumentando y las muestras fueron distintas a partir del quinto mes y la calidad fue distinta a partir de este mismo mes. La intensidad del sabor fue aumentando a partir del cuarto mes mientras que su calidad fue distinta a partir del segundo mes. La textura fue aumentando y las muestras fueron distintas a partir del cuarto mes, sin embargo, la calidad de este atributo fue la misma durante los seis meses.
6. La refrigeración es el método más adecuado de almacenamiento pues demostró mantener las propiedades sensoriales de la miel blanca durante los seis meses que duró el estudio; mientras que, las muestras almacenadas a temperatura de ambiente y temperatura de incubación no mantuvieron las dichas propiedades

10. Recomendaciones

1. Investigar acerca de leyes, reglamentos, normativas, códigos o guías nacionales o internacionales que sean de apoyo para establecer criterios microbiológicos aplicables a la miel de meliponinos y en especial de la *Melipona beecheii*.
2. Realizar análisis microbiológicos para evaluar la calidad microbiológica de la miel blanca, basándose en criterios microbiológicos distintos a los del presente estudio.
3. Realizar estudios de vida de anaquel sensoriales a rangos de temperaturas de entre 9 °C y 26 °C para poder determinar, con mayor precisión, la temperatura a la cual se mantiene la calidad sensorial de la miel blanca.
4. Realizar estudios de vida de anaquel de las propiedades fisicoquímicas de la miel blanca, ya que estas quedaron fuera del alcance del presente estudio.
5. Investigar sobre métodos de conservación efectivos, alternativos a la refrigeración, ya que, si bien se demostró que este mantiene la calidad sensorial de la miel blanca, podría representar ciertas complicaciones como: pérdida de la cadena de frío, costos de almacenamiento y transporte elevados (principalmente si se desea exportar) y otros.
6. Establecer criterios sensoriales para la miel blanca del color, olor, sabor y textura, ya que, durante la revisión bibliográfica para el desarrollo del presente estudio, no se encontraron criterios de referencia más allá que los realizados por Enríquez Cottón y Maldonado Aguilera (2008) los cuales están enfocados a la caracterización de la miel blanca y no en la evaluación de la misma. La falta de criterios estandarizados pudo ser un factor que influyera en las respuestas de los jueces a partir de las percepciones, principalmente subjetivas, de cada uno.

7. Entrenar a un grupo de jueces para que sean expertos en evaluación de la calidad sensorial de la miel blanca, dado que los jueces participantes en el estudio sólo pudieron detectar cambios gruesos entre las muestras, dando respuestas sobre la calidad de la miel inconsistentes, ya que, algunos percibieron los cambios como una mejora a la calidad y otros, una disminución de esta.

8. Realizar evaluaciones sensoriales de la miel blanca refrigerada a tiempos mayores de seis meses para poder determinar el tiempo de vida máximo en condiciones de refrigeración.

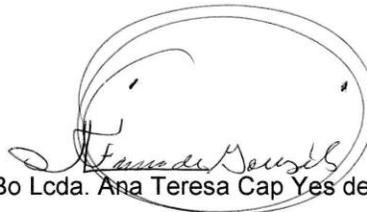
11. Referencias bibliográficas

1. Andino Rugama, F., & Castillo, Y. (febrero de 2010). Curso *Microbiología de alimentos: un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/93374235/Curso-Microbiología-Folleto1-Flavia-Andino>.
2. Enríquez Cottón, M. E., & Maldonado Aguilera, C. (2008). *Miel de abejas nativas de Guatemala*. (Primera ed.). Guatemala: USAC Dirección General de Investigación.
3. FAO. (1997). *Principios y directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos*. CAC/GL 21-1997. Obtenido de FAO. Org:<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/es/>.
4. FAO/OMS. (1981 Rev 1987). *Norma del Codex para la miel Codex Stan 12-1981*. Obtenido de Alimentosargentinos: [www.alimentosargentinos.gov.ar](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/Codex_Alimentarius/normativa)> Codex_Alimentarius>normativa.
5. Gobierno de Costa Rica. (2009). Reglamento Técnico para miel de Abejas. *Norma Oficial*, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería y Economía, Ministerio de Industria y Comercio.
6. Gutiérrez, M. G., Enríquez, M. E., Lusco, L., Rodríguez-Malaver, A., & Vit., P. (2009). Caracterización de mieles de Melipona Beecheii y Melipon Solani de Guatemala. Guatemala.
7. Instituto de Salud Pública de Chile. (2009). Procedimiento de enumeración de levaduras y mohos en Alimentos BAM. Chile.

8. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. (1992). *Miel de abeja. Especificaciones. Norma Centroamericana. Guatemala.*
9. Kilcast, D., & Subramaniam, P. (2000). *The Stability and Shelf-life of Food.* Cambridge, Reino Unido: Woodhead Publishing Limited.
10. Mendoza Herrera, M. L. (2005) *Composición Nutricional, características sensoriales y vía de anaquel del Tomate (Lycopersicum esculentum) cultivado en sustato orgánico, Hidropónico y convencional.* (Tesis de grado), USAC., Guatemala.
11. Ministerio de Economía. (2007). *Alimentos-miel-especificaciones y métodos de prueba.* México: Normas Oficiales Mexicanas, Dirección General de Normas.
12. Monroy E., M. C., & Enríquez Cottón, M. (2000). *Tecnificación de la crianza de abejas sin aguijón (Hymenóptera:Apidae, Meliponinae).* Resultados de Investigación, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.
13. Moragas Encuentra, M., & De Pablo Bustos, M.B. (2010). *Recopilación de Normas Microbiológicas y parámetros físico-químicos relacionados.* Bilbao, España.
14. Reglamento Técnico Centroamericano. Alimentos.(2006).Criterios microbiológicos para la inocuidad de Alimentos RTCA 67.04.50:08. SL: MINECO, CONACYT, MIFIC, SIC, MEIC.
15. RENALOA. (2001). *Recuento de aerobios mesófilos en muestras de alimentos Técnica de recuento en placa Procedimiento según BAM,*

Capítulo 3, enero de 2001. Córdoba, Argentina: ANMAT, Ministerio de Salud. Obtenido de http://www.anmat.gov.ar/renaloe/docs/Analisis_microbiológico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf.

16. Vit, P., Pedro, M., S. R., Roubik. D. W., & (Eds). (2013). Pot-Honey-A legacy of stingless bees. New York: USA: SPRINGER.
17. Watts, B.M., Ylimaki, G. L., Jeffrey, L.E., & Elías. L.G.. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. *Formato PDF*. Montevideo. Uruguay.



Vo.Bo Lcda. Ana Teresa Cap Yes de González
Bibliotecaria CUNSUROC



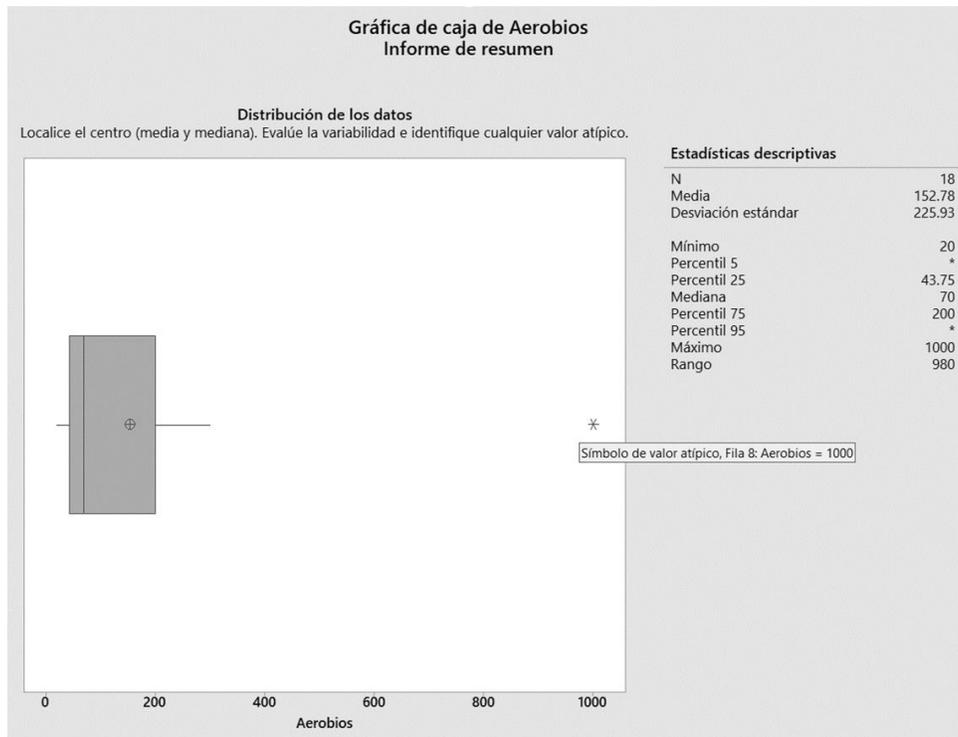
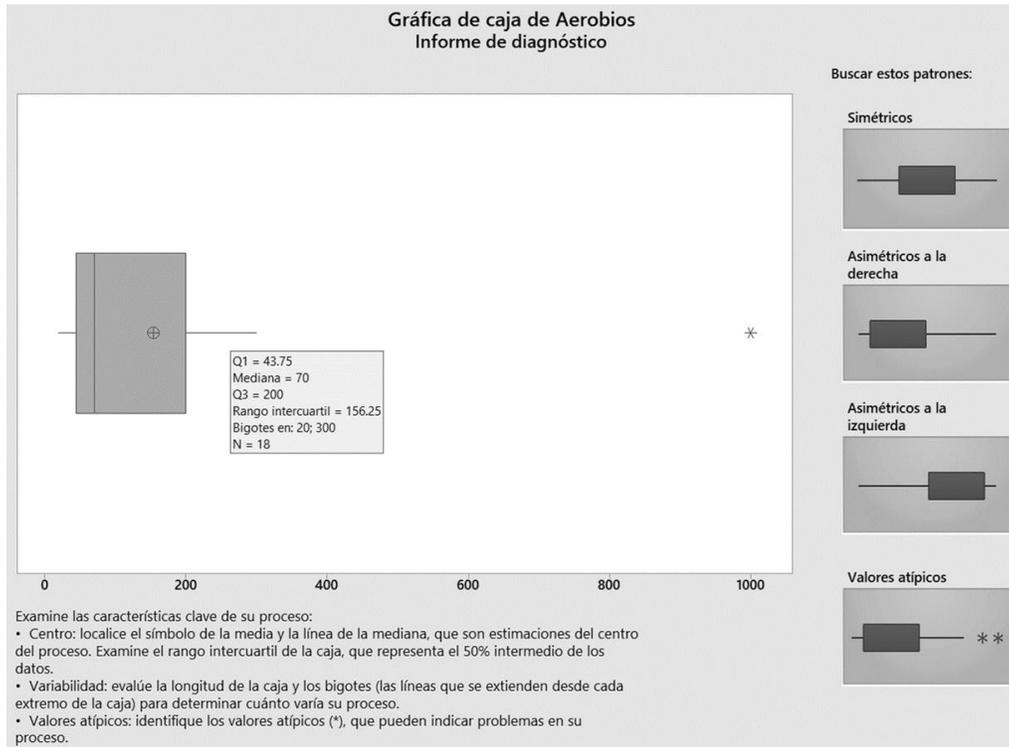
12. Apéndices

12.1. Apéndice 1. Resumen estadístico descriptivo de los resultados microbiológicos.

Variable	Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo
Temperatura	Ambiente	6	265	366	50	138	1000
	Incubación	6	61.7	52.2	20	37.5	150
	Refrigeración	6	131.7	105	40	100	300
Tiempo (meses)	0	3	56.67	16.07	45	50	75
	2	3	483	454	150	300	1000
	3	3	66.7	28.9	50	50	100
	4	3	88.3	97	25	40	200
	5	3	95	93.7	20	65	200
	6	3	126.7	87.4	30	150	200

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

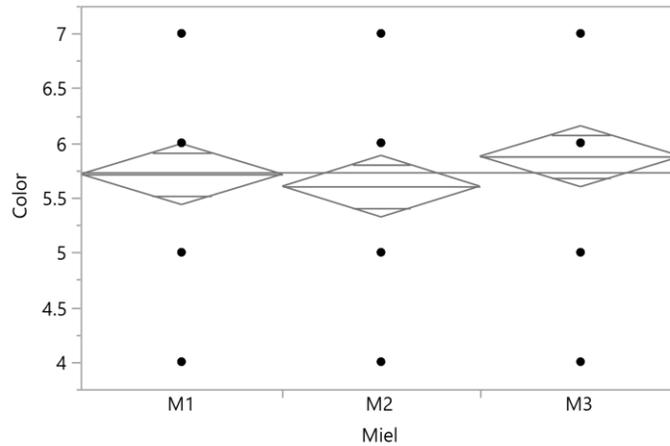
Figura 9. Resumen del gráfico de cajas para los resultados del conteo de aerobios totales en UFC/g.



Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.2. Apéndice 2. Resultados del análisis de varianza para la prueba de escala hedónica por lote de miel.

Análisis univariante de color con respecto a lote de miel



ANOVA de un factor

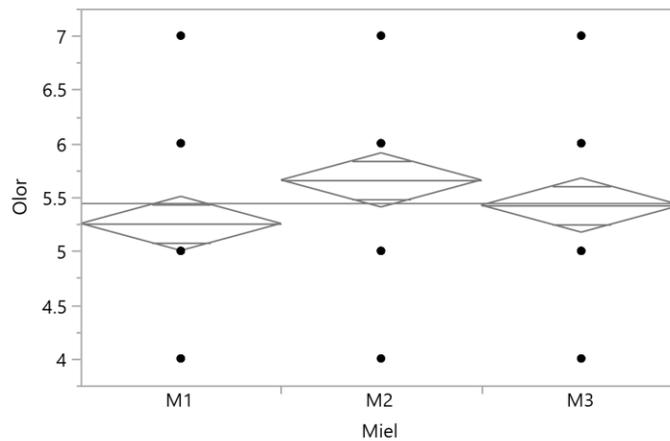
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Miel	2	1.83772	0.918859	0.9470	0.3903
Error	143	138.74447	0.970241		
C. Total	145	140.58219			

Medias para ANOVA de un factor

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
M1	49	5.71429	0.14072	5.4361	5.9924
M2	48	5.60417	0.14217	5.3231	5.8852
M3	49	5.87755	0.14072	5.5994	6.1557

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error
Filas faltantes 1

Análisis univariante de olor con respecto al lote de miel



ANOVA de un factor

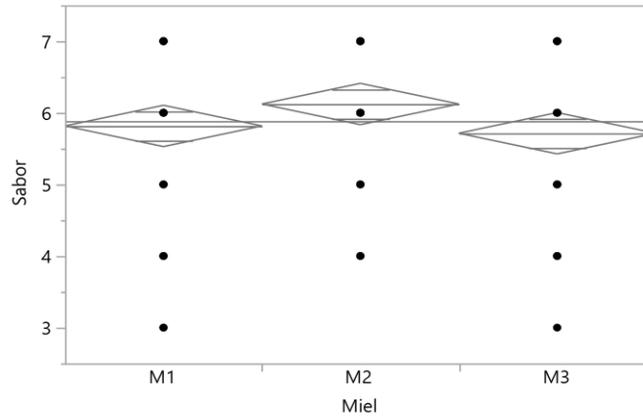
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Miel	2	3.87234	1.93617	2.5452	0.0821
Error	138	104.97872	0.76072		
C. Total	140	108.85106			

Medias para ANOVA de un factor

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
M1	47	5.25532	0.12722	5.0038	5.5069
M2	47	5.65957	0.12722	5.4080	5.9111
M3	47	5.42553	0.12722	5.1740	5.6771

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error
Filas faltantes 6

Análisis univariante de sabor con respecto al lote de miel



ANOVA de un factor

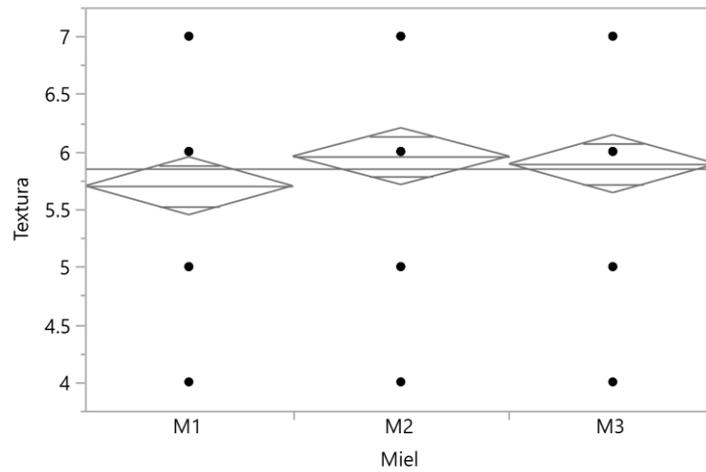
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Miel	2	4.42177	2.21088	2.1138	0.1245
Error	144	150.61224	1.04592		
C. Total	146	155.03401			

Medias para ANOVA de un factor

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
M1	49	5.81633	0.14610	5.5275	6.1051
M2	49	6.12245	0.14610	5.8337	6.4112
M3	49	5.71429	0.14610	5.4255	6.0031

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error

Análisis univariante de textura con respecto al lote de miel



ANOVA de un factor

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Miel	2	1.69984	0.849922	1.1203	0.3291
Error	140	106.21624	0.758687		
C. Total	142	107.91608			

Medias para ANOVA de un factor

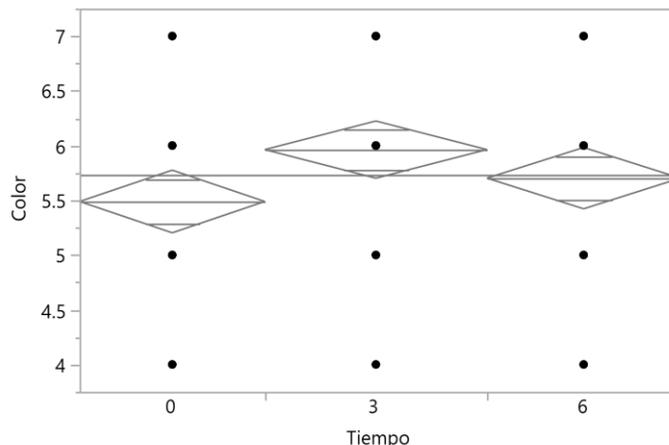
Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
M1	47	5.70213	0.12705	5.4509	5.9533
M2	49	5.95918	0.12443	5.7132	6.2052
M3	47	5.89362	0.12705	5.6424	6.1448

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error
Filas faltantes 4

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.3. Apéndice 3. Resultados del análisis de varianza para la prueba de escala hedónica por tiempo, en trimestres.

Análisis univariante de color con respecto al tiempo



ANOVA de un factor

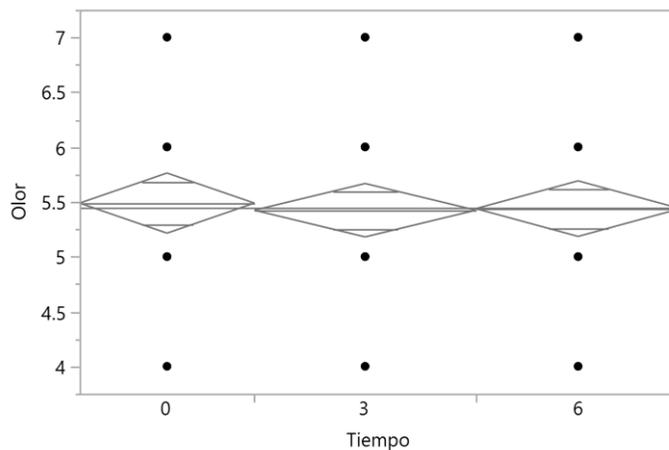
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Tiempo	2	5.58203	2.79102	2.9564	0.0552
Error	143	135.00016	0.94406		
C. Total	145	140.58219			

Medias para ANOVA de un factor

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
0	45	5.48889	0.14484	5.2026	5.7752
3	54	5.96296	0.13222	5.7016	6.2243
6	47	5.70213	0.14173	5.4220	5.9823

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error
Filas faltantes 1

Análisis univariante de olor con respecto al tiempo



ANOVA de un factor

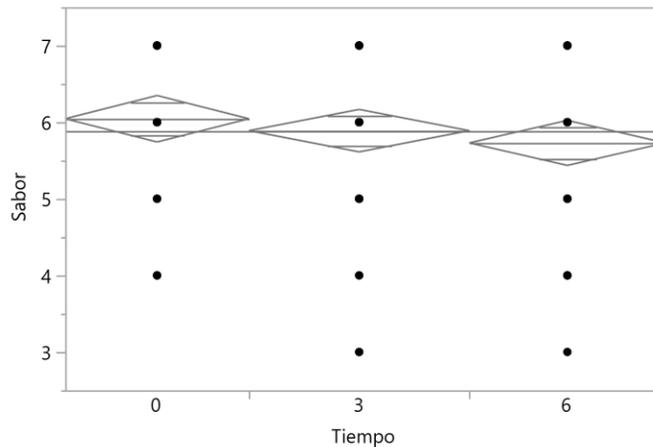
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Tiempo	2	0.10235	0.051177	0.0649	0.9372
Error	138	108.74871	0.788034		
C. Total	140	108.85106			

Medias para ANOVA de un factor

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
0	41	5.48780	0.13864	5.2137	5.7619
3	52	5.42308	0.12310	5.1797	5.6665
6	48	5.43750	0.12813	5.1841	5.6909

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error
Filas faltantes 6

Análisis univariante de Sabor con respecto a Tiempo



ANOVA de un factor

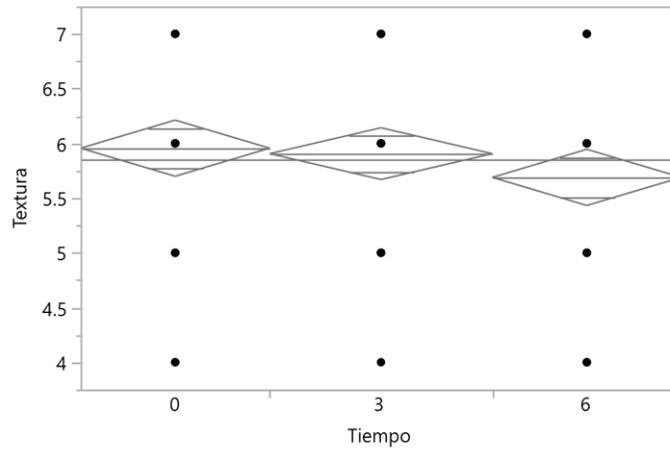
Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Tiempo	2	2.31040	1.15520	1.0892	0.3392
Error	144	152.72361	1.06058		
C. Total	146	155.03401			

Medias para ANOVA de un factor

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
0	45	6.04444	0.15352	5.7410	6.3479
3	54	5.88889	0.14014	5.6119	6.1659
6	48	5.72917	0.14865	5.4354	6.0230

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error

Análisis univariante de textura con respecto al tiempo



ANOVA de un factor Resumen del ajuste

R cuadrado	0.016978
R cuadrado ajustado	0.002935
Raíz del error cuadrático medio	0.870484
Media de respuesta	5.853147
Observaciones (o suma de pesos)	143

Análisis de varianza

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Prob > F
Tiempo	2	1.83223	0.916113	1.2090	0.3016
Error	140	106.08386	0.757742		
C. Total	142	107.91608			

Medias para ANOVA de un factor

Nivel	Número	Media	Error estándar	Extremo inferior del IC al 95%	Extremo superior del IC al 95%
0	45	5.95556	0.12976	5.6990	6.2121
3	53	5.90566	0.11957	5.6693	6.1421
6	45	5.68889	0.12976	5.4323	5.9454

El error estándar utiliza una estimación combinada de la varianza del error
Filas faltantes 4

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.4. Apéndice 4. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia sensorial subjetiva de la miel blanca por temperatura.

Gráfico en mosaico de diferencia por temperatura

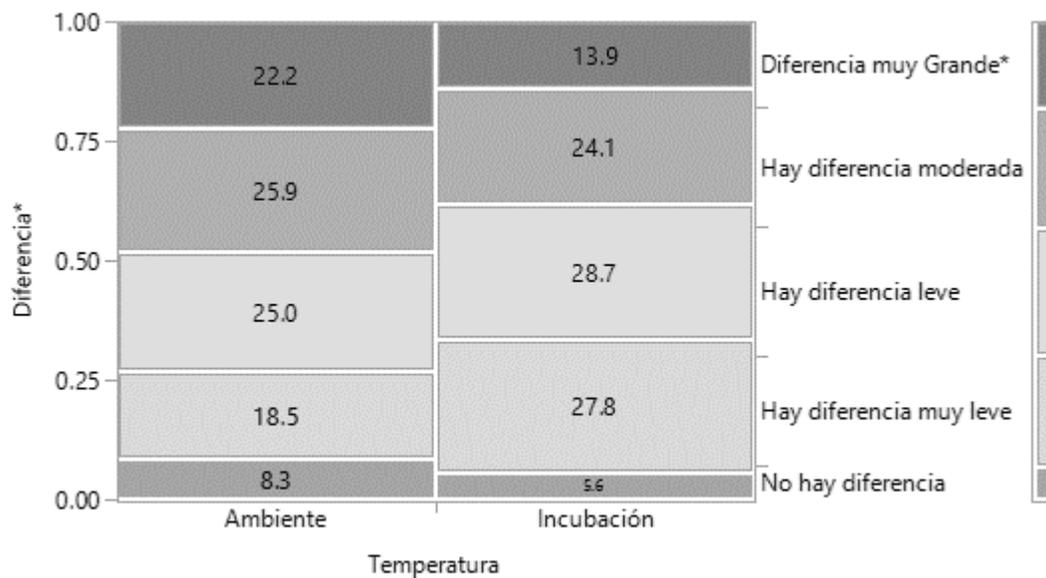


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	No hay diferencia	Hay diferencia muy leve	Hay diferencia leve	Hay diferencia moderada	Diferencia muy Grande*	Total
Ambiente	9 4.17 60.00 8.33	20 9.26 40.00 18.52	27 12.50 46.55 25.00	28 12.96 51.85 25.93	24 11.11 61.54 22.22	108 50.00
Incubación	6 2.78 40.00 5.56	30 13.89 60.00 27.78	31 14.35 53.45 28.70	26 12.04 48.15 24.07	15 6.94 38.46 13.89	108 50.00
Total	15 6.94	50 23.15	58 26.85	54 25.00	39 18.06	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	4	2.5317753	0.0076

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	5.064	0.2808
Pearson	5.027	0.2846

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.5. Apéndice 5. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad sensorial subjetiva de la miel blanca, por temperatura.

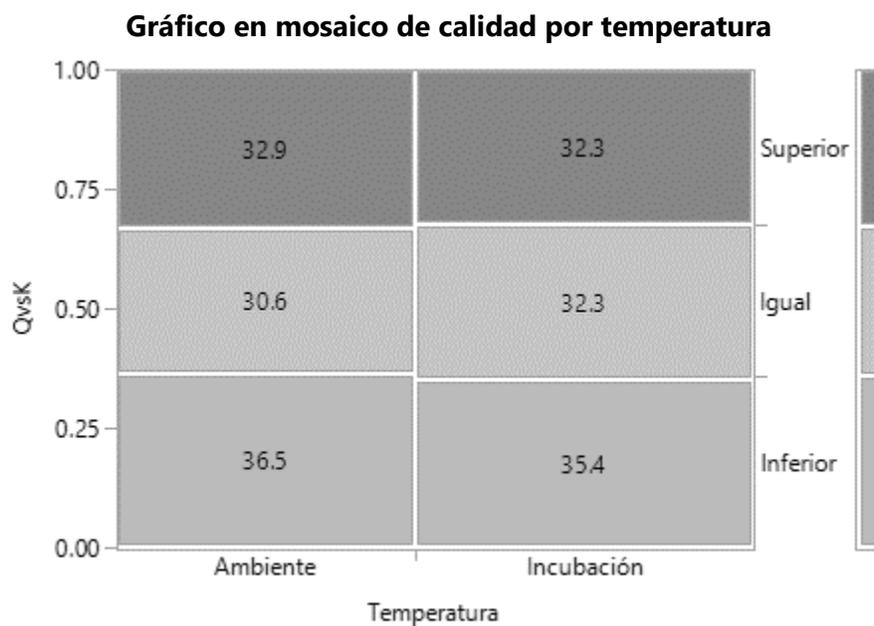


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
Ambiente	31 17.13 47.69 36.47	26 14.36 45.61 30.59	28 15.47 47.46 32.94	85 46.96
Incubación	34 18.78 52.31 35.42	31 17.13 54.39 32.29	31 17.13 52.54 32.29	96 53.04
Total	65 35.91	57 31.49	59 32.60	181

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
181	2	0.03067960	0.0002

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	0.061	0.9698
Pearson	0.061	0.9698

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.6. *Apéndice 6. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia sensorial subjetiva, por tiempo, en meses.*

Gráfico en mosaico de diferencia por tiempo (meses)

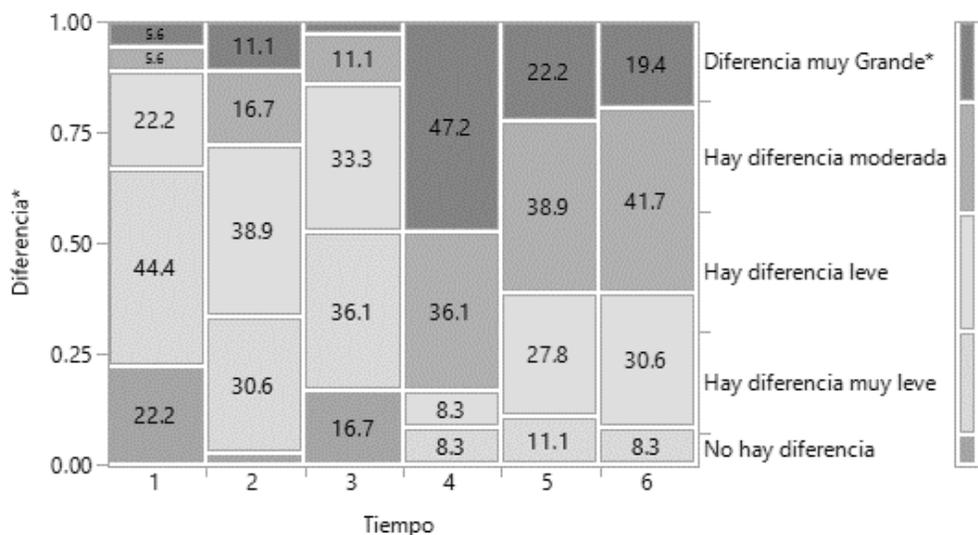


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	No hay diferencia	Hay diferencia muy leve	Hay diferencia leve	Hay diferencia moderada	Diferencia muy Grande*	Total
1	8 3.70 53.33 22.22	16 7.41 32.00 44.44	8 3.70 13.79 22.22	2 0.93 3.70 5.56	2 0.93 5.13 5.56	36 16.67
2	1 0.46 6.67 2.78	11 5.09 22.00 30.56	14 6.48 24.14 38.89	6 2.78 11.11 16.67	4 1.85 10.26 11.11	36 16.67
3	6 2.78 40.00 16.67	13 6.02 26.00 36.11	12 5.56 20.69 33.33	4 1.85 7.41 11.11	1 0.46 2.56 2.78	36 16.67
4	0 0.00 0.00 0.00	3 1.39 6.00 8.33	3 1.39 5.17 8.33	13 6.02 24.07 36.11	17 7.87 43.59 47.22	36 16.67
5	0 0.00 0.00 0.00	4 1.85 8.00 11.11	10 4.63 17.24 27.78	14 6.48 25.93 38.89	8 3.70 20.51 22.22	36 16.67
6	0 0.00 0.00 0.00	3 1.39 6.00 8.33	11 5.09 18.97 30.56	15 6.94 27.78 41.67	7 3.24 17.95 19.44	36 16.67
Total	15 6.94	50 23.15	58 26.85	54 25.00	39 18.06	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	20	50.660633	0.1530

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	101.321	<.0001*
Pearson	96.441	<.0001*

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.7. *Apéndice 7. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia sensorial subjetiva, por tiempo, en bimestres.*

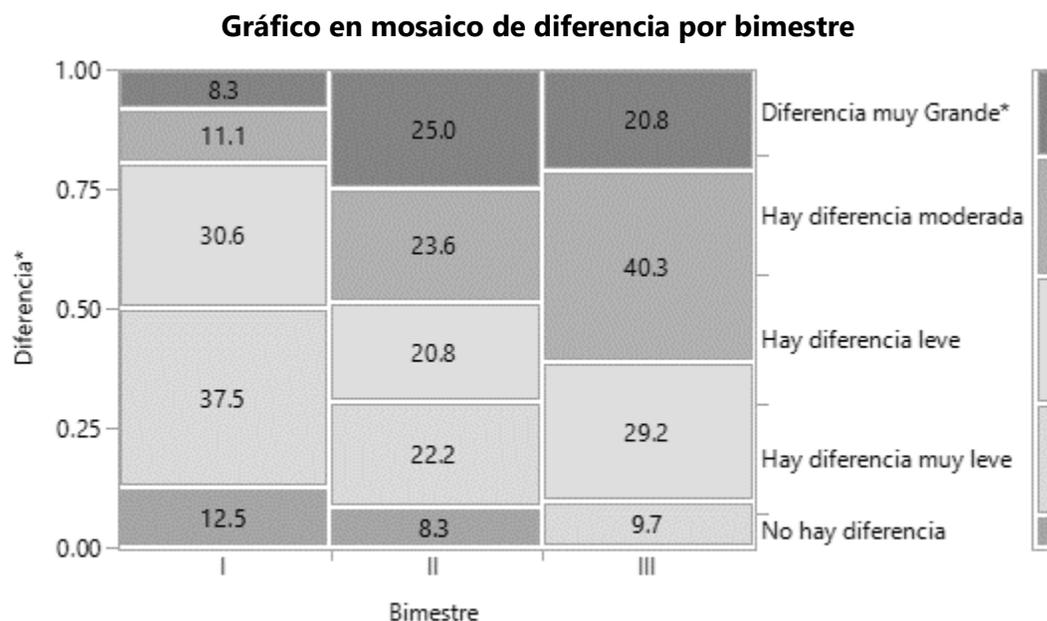


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	No hay diferencia	Hay diferencia muy leve	Hay diferencia leve	Hay diferencia moderada	Diferencia muy Grande*	Total
I	9 4.17 60.00 12.50	27 12.50 54.00 37.50	22 10.19 37.93 30.56	8 3.70 14.81 11.11	6 2.78 15.38 8.33	72 33.33
II	6 2.78 40.00 8.33	16 7.41 32.00 22.22	15 6.94 25.86 20.83	17 7.87 31.48 23.61	18 8.33 46.15 25.00	72 33.33
III	0 0.00 0.00 0.00	7 3.24 14.00 9.72	21 9.72 36.21 29.17	29 13.43 53.70 40.28	15 6.94 38.46 20.83	72 33.33
Total	15 6.94	50 23.15	58 26.85	54 25.00	39 18.06	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	8	23.192976	0.0701

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	46.386	<.0001*
Pearson	40.256	<.0001*

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.8. Apéndice 8. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad sensorial subjetiva, por tiempo, en meses.

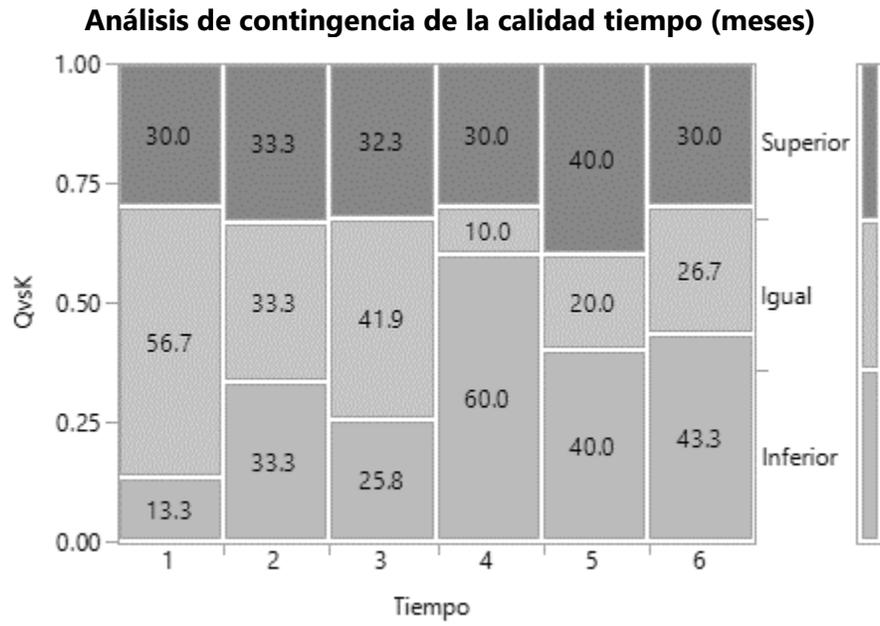


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas Esperado	Inferior	Igual	Superior	Total
1	4 2.21 6.15 13.33 10.7735	17 9.39 29.82 56.67 9.44751	9 4.97 15.25 30.00 9.77901	30 16.57
2	10 5.52 15.38 33.33 10.7735	10 5.52 17.54 33.33 9.44751	10 5.52 16.95 33.33 9.77901	30 16.57
3	8 4.42 12.31 25.81 11.1326	13 7.18 22.81 41.94 9.76243	10 5.52 16.95 32.26 10.105	31 17.13
4	18 9.94 27.69 60.00 10.7735	3 1.66 5.26 10.00 9.44751	9 4.97 15.25 30.00 9.77901	30 16.57
5	12 6.63 18.46 40.00 10.7735	6 3.31 10.53 20.00 9.44751	12 6.63 20.34 40.00 9.77901	30 16.57
6	13 7.18 20.00 43.33 10.7735	8 4.42 14.04 26.67 9.44751	9 4.97 15.25 30.00 9.77901	30 16.57
Total	65 35.91	57 31.49	59 32.60	181

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
181	10	12.739813	0.0642

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	25.480	0.0045*
Pearson	24.363	0.0067*

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.9. Apéndice 9. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad sensorial subjetiva, por tiempo, en bimestres.

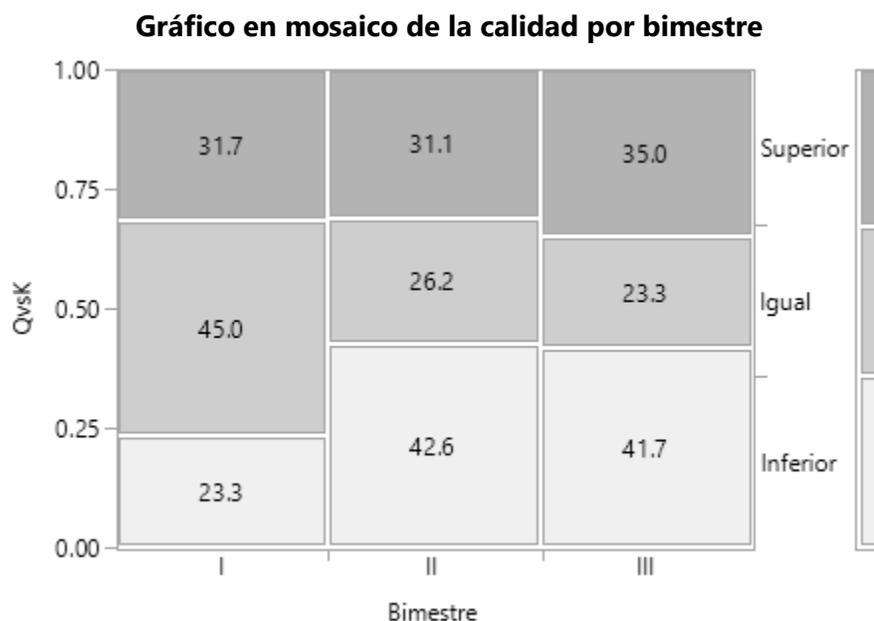


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
I	14 7.73 21.54 23.33	27 14.92 47.37 45.00	19 10.50 32.20 31.67	60 33.15
II	26 14.36 40.00 42.62	16 8.84 28.07 26.23	19 10.50 32.20 31.15	61 33.70
III	25 13.81 38.46 41.67	14 7.73 24.56 23.33	21 11.60 35.59 35.00	60 33.15
Total	65 35.91	57 31.49	59 32.60	181

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
181	4	4.7281837	0.0238

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	9.456	0.0507
Pearson	9.404	0.0517

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.10. Apéndice 10. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad sensorial subjetiva, por tiempo, en trimestres.

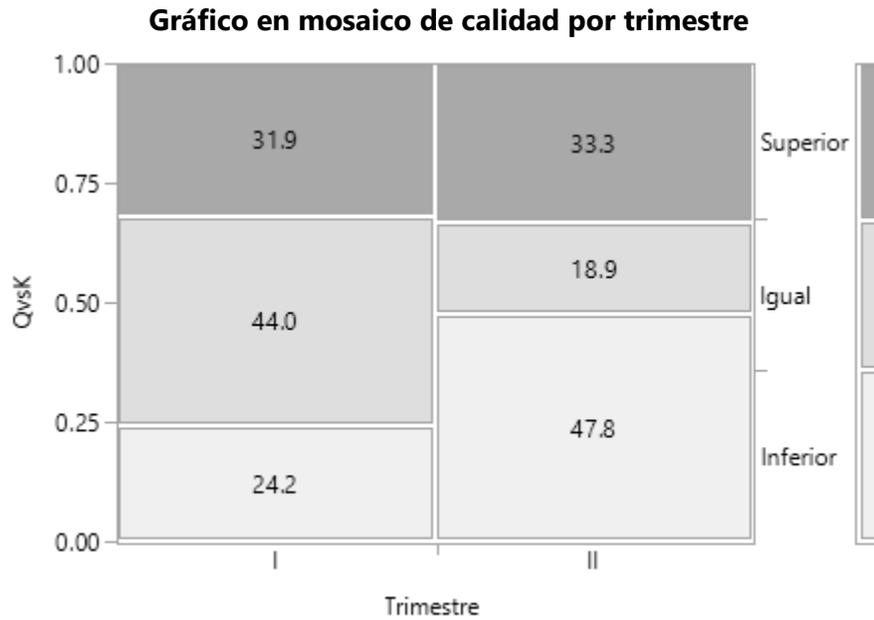


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
I	22 12.15 33.85 24.18	40 22.10 70.18 43.96	29 16.02 49.15 31.87	91 50.28
II	43 23.76 66.15 47.78	17 9.39 29.82 18.89	30 16.57 50.85 33.33	90 49.72
Total	65 35.91	57 31.49	59 32.60	181

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
181	2	8.2349177	0.0415

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	16.470	0.0003*
Pearson	16.077	0.0003*

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.11. Apéndice 11. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia objetiva, por temperatura.

Gráfico en mosaico de la diferencia del color de la miel por temperatura

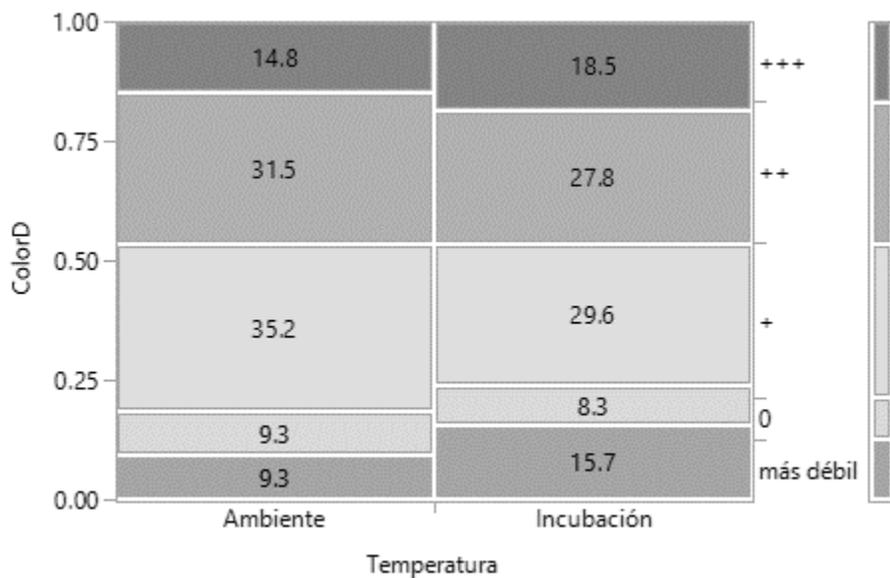


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	0	+	++	+++	Total
Ambiente	10 4.63 37.04 9.26	10 4.63 52.63 9.26	38 17.59 54.29 35.19	34 15.74 53.13 31.48	16 7.41 44.44 14.81	108 50.00
Incubación	17 7.87 62.96 15.74	9 4.17 47.37 8.33	32 14.81 45.71 29.63	30 13.89 46.88 27.78	20 9.26 55.56 18.52	108 50.00
Total	27 12.50	19 8.80	70 32.41	64 29.63	36 16.67	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	4	1.5494061	0.0048

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	3.099	0.5414
Pearson	3.076	0.5452

Gráfico en mosaico la diferencia del olor por temperatura

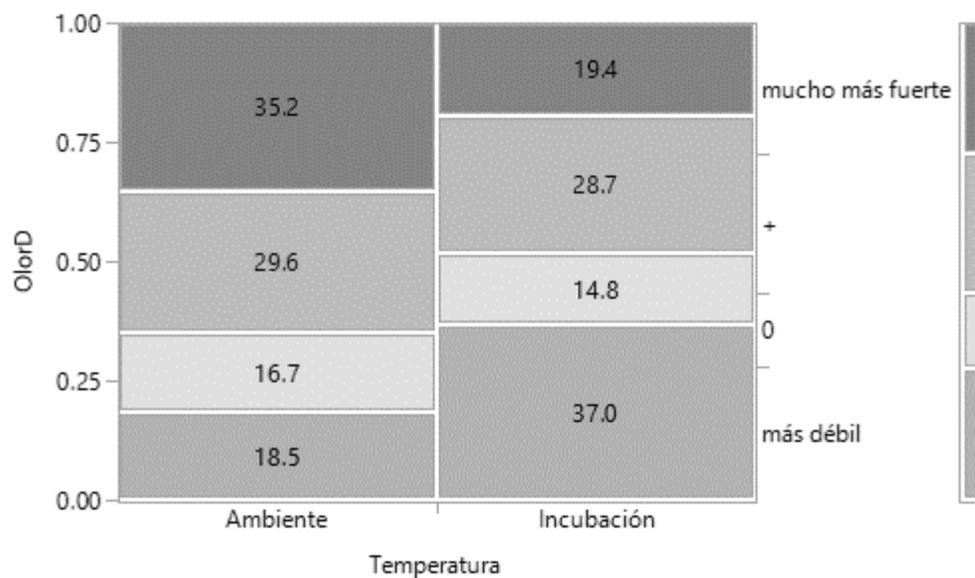


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	0	+	mucho más fuerte	Total
Ambiente	20 9.26 33.33 18.52	18 8.33 52.94 16.67	32 14.81 50.79 29.63	38 17.59 64.41 35.19	108 50.00
Incubación	40 18.52 66.67 37.04	16 7.41 47.06 14.81	31 14.35 49.21 28.70	21 9.72 35.59 19.44	108 50.00
Total	60 27.78	34 15.74	63 29.17	59 27.31	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	3	5.9489948	0.0202

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	11.898	0.0077*
Pearson	11.698	0.0085*

Gráfico en mosaico de la diferencia del Sabor por temperatura

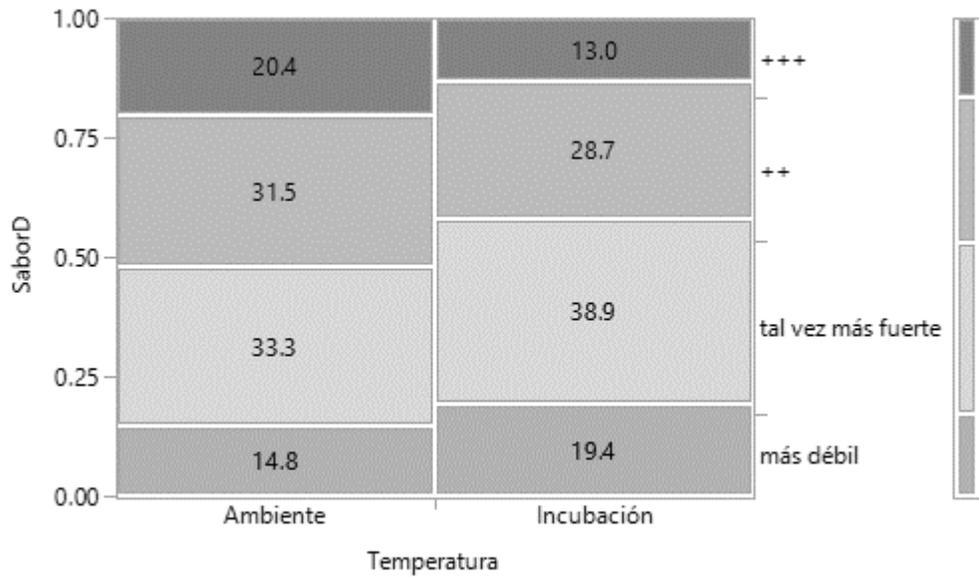


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	tal vez más fuerte	++	+++	Total
Ambiente	16 7.41 43.24 14.81	36 16.67 46.15 33.33	34 15.74 52.31 31.48	22 10.19 61.11 20.37	108 50.00
Incubación	21 9.72 56.76 19.44	42 19.44 53.85 38.89	31 14.35 47.69 28.70	14 6.48 38.89 12.96	108 50.00
Total	37 17.13	78 36.11	65 30.09	36 16.67	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	3	1.5354797	0.0053

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	3.071	0.3808
Pearson	3.053	0.3835

Gráfico en mosaico de la diferencia de textura por temperatura

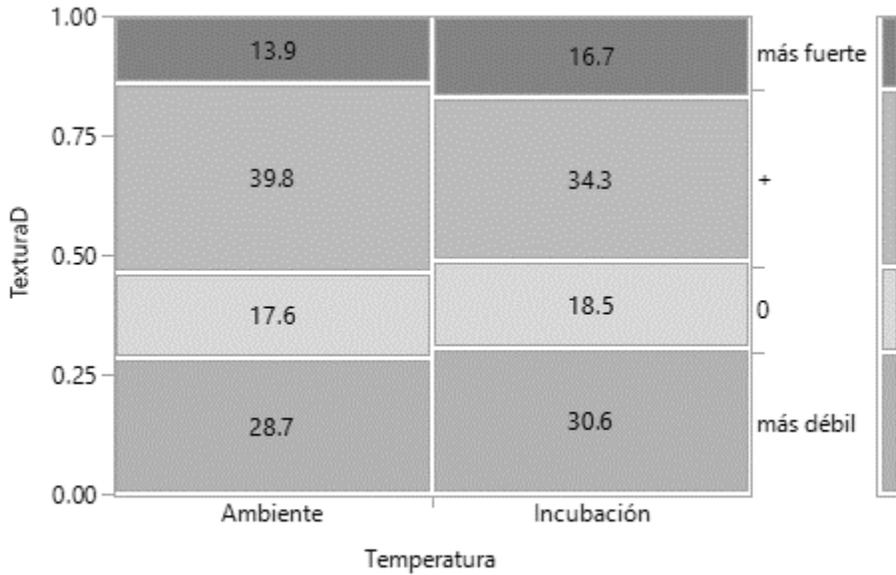


Tabla de contingencia

Conteo	más débil	0	+	más fuerte	Total
% total					
% columna					
% filas					
Ambiente	31	19	43	15	108
	14.35	8.80	19.91	6.94	50.00
	48.44	48.72	53.75	45.45	
	28.70	17.59	39.81	13.89	
Incubación	33	20	37	18	108
	15.28	9.26	17.13	8.33	50.00
	51.56	51.28	46.25	54.55	
	30.56	18.52	34.26	16.67	
Total	64	39	80	33	216
	29.63	18.06	37.04	15.28	

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	3	0.40584051	0.0014

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	0.812	0.8467
Pearson	0.811	0.8469

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.12. Apéndice 12. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad objetiva, por temperatura.

Gráfico en mosaico de la calidad del color por temperatura

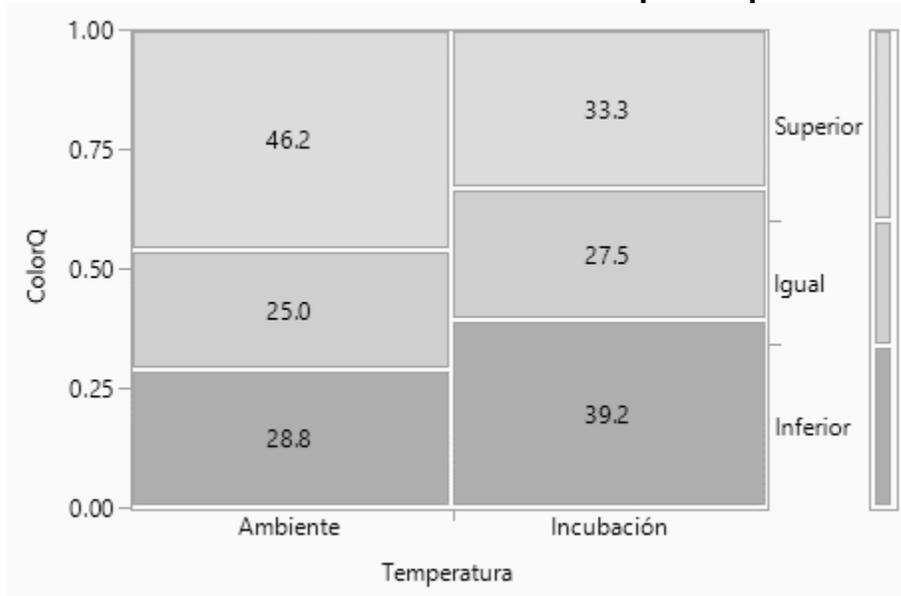


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
Ambiente	30 14.56 42.86 28.85	26 12.62 48.15 25.00	48 23.30 58.54 46.15	104 50.49
Incubación	40 19.42 57.14 39.22	28 13.59 51.85 27.45	34 16.50 41.46 33.33	102 49.51
Total	70 33.98	54 26.21	82 39.81	206

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
206	2	1.9450688	0.0087

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	3.890	0.1430
Pearson	3.874	0.1441

Gráfico en mosaico de la calidad del olor por temperatura

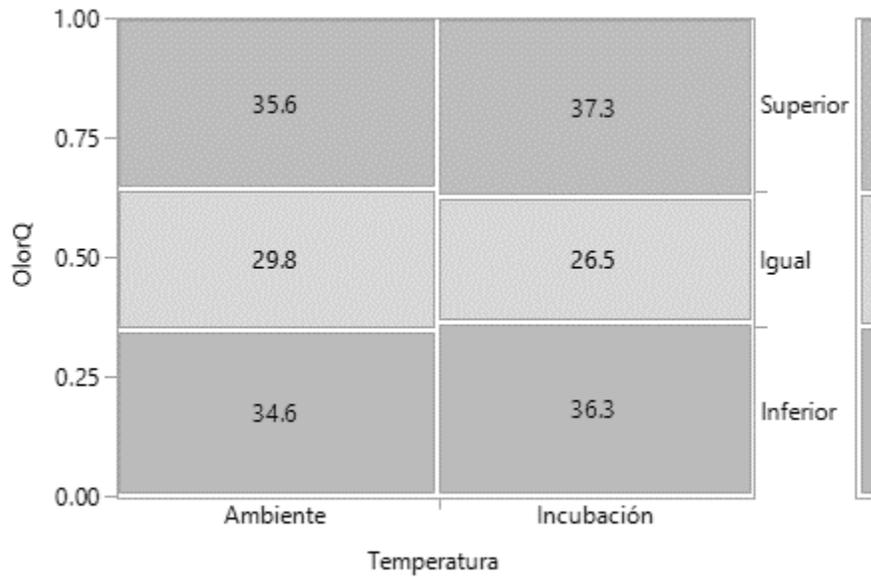


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
Ambiente	36 17.48 49.32 34.62	31 15.05 53.45 29.81	37 17.96 49.33 35.58	104 50.49
Incubación	37 17.96 50.68 36.27	27 13.11 46.55 26.47	38 18.45 50.67 37.25	102 49.51
Total	73 35.44	58 28.16	75 36.41	206

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
206	2	0.14184809	0.0006

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	0.284	0.8678
Pearson	0.284	0.8678

Gráfico en mosaico de la calidad del sabor por temperatura

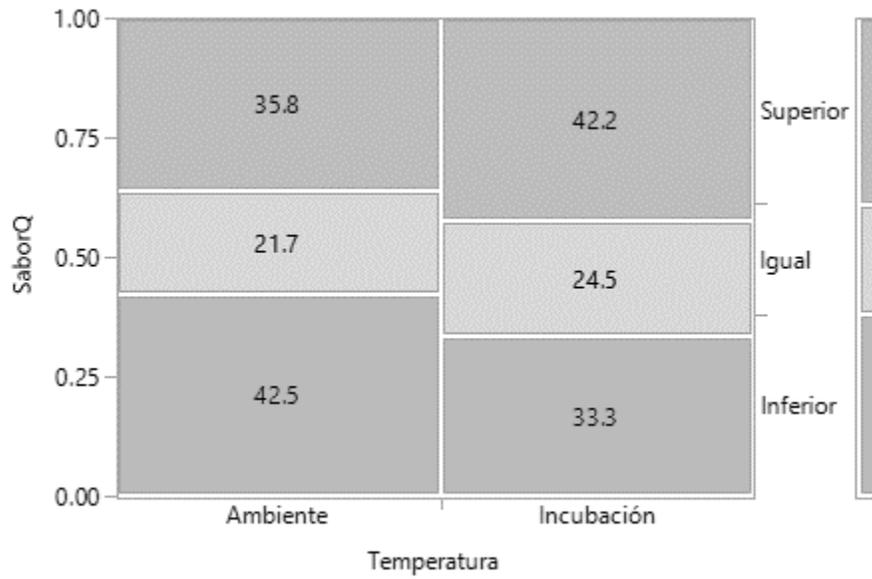


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
Ambiente	45 21.63 56.96 42.45	23 11.06 47.92 21.70	38 18.27 46.91 35.85	106 50.96
Incubación	34 16.35 43.04 33.33	25 12.02 52.08 24.51	43 20.67 53.09 42.16	102 49.04
Total	79 37.98	48 23.08	81 38.94	208

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
208	2	0.92595076	0.0041

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	1.852	0.3962
Pearson	1.847	0.3971

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Gráfico en mosaico de la calidad de la textura por temperatura

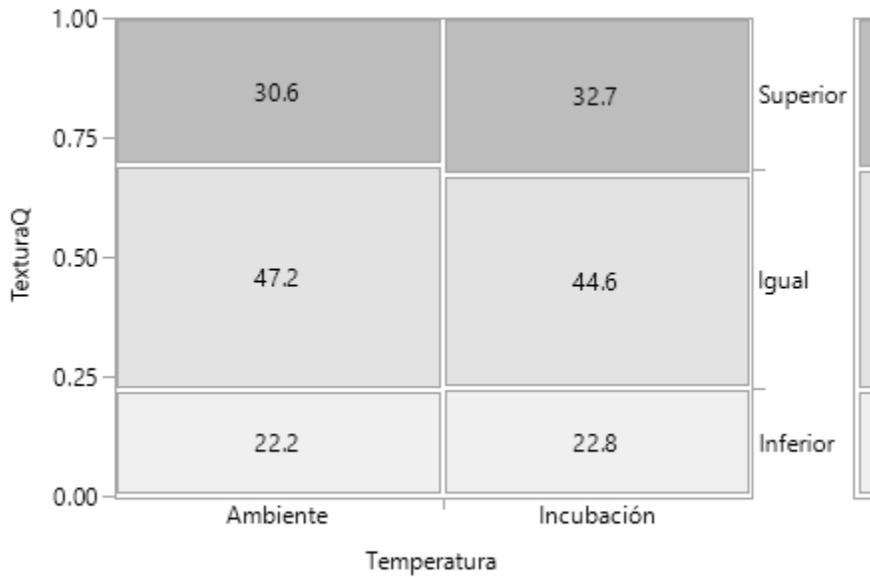


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
Ambiente	24 11.48 51.06 22.22	51 24.40 53.13 47.22	33 15.79 50.00 30.56	108 51.67
Incubación	23 11.00 48.94 22.77	45 21.53 46.88 44.55	33 15.79 50.00 32.67	101 48.33
Total	47 22.49	96 45.93	66 31.58	209

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
209	2	0.08101456	0.0004

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	0.162	0.9222
Pearson	0.162	0.9222

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.13. *Apéndice 13. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia objetiva, por tiempo, en meses.*

Gráfico en mosaico de la diferencia del color por mes

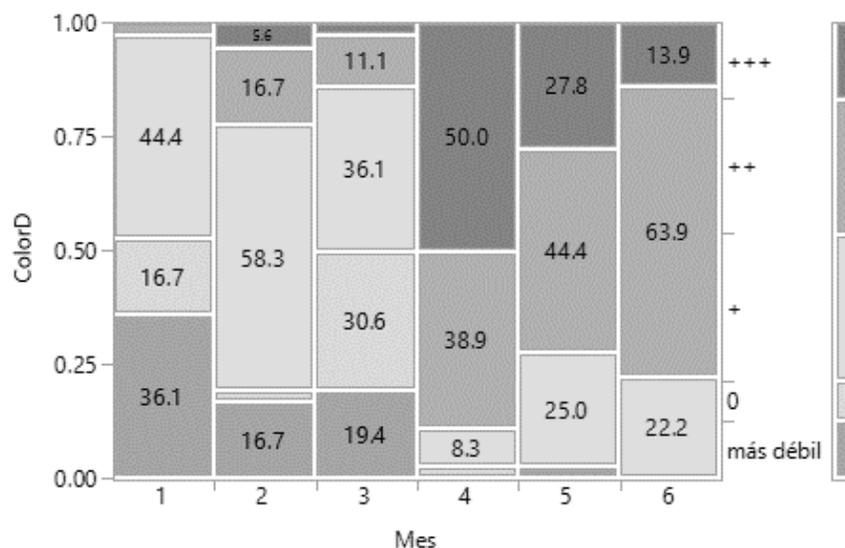


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	0	+	++	+++	Total
1	13 6.02 48.15 36.11	6 2.78 31.58 16.67	16 7.41 22.86 44.44	1 0.46 1.56 2.78	0 0.00 0.00 0.00	36 16.67
2	6 2.78 22.22 16.67	1 0.46 5.26 2.78	21 9.72 30.00 58.33	6 2.78 9.38 16.67	2 0.93 5.56 5.56	36 16.67
3	7 3.24 25.93 19.44	11 5.09 57.89 30.56	13 6.02 18.57 36.11	4 1.85 6.25 11.11	1 0.46 2.78 2.78	36 16.67
4	0 0.00 0.00 0.00	1 0.46 5.26 2.78	3 1.39 4.29 8.33	14 6.48 21.88 38.89	18 8.33 50.00 50.00	36 16.67
5	1 0.46 3.70 2.78	0 0.00 0.00 0.00	9 4.17 12.86 25.00	16 7.41 25.00 44.44	10 4.63 27.78 27.78	36 16.67
6	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	8 3.70 11.43 22.22	23 10.65 35.94 63.89	5 2.31 13.89 13.89	36 16.67
Total	27 12.50	19 8.80	70 32.41	64 29.63	36 16.67	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	20	79.915390	0.2470

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	159.831	<.0001*
Pearson	150.910	<.0001*

Advertencia: el 20% de las celdas tienen un conteo esperado inferior a 5, ji cuadrado problemático.

Gráfico en mosaico de la diferencia del olor por mes

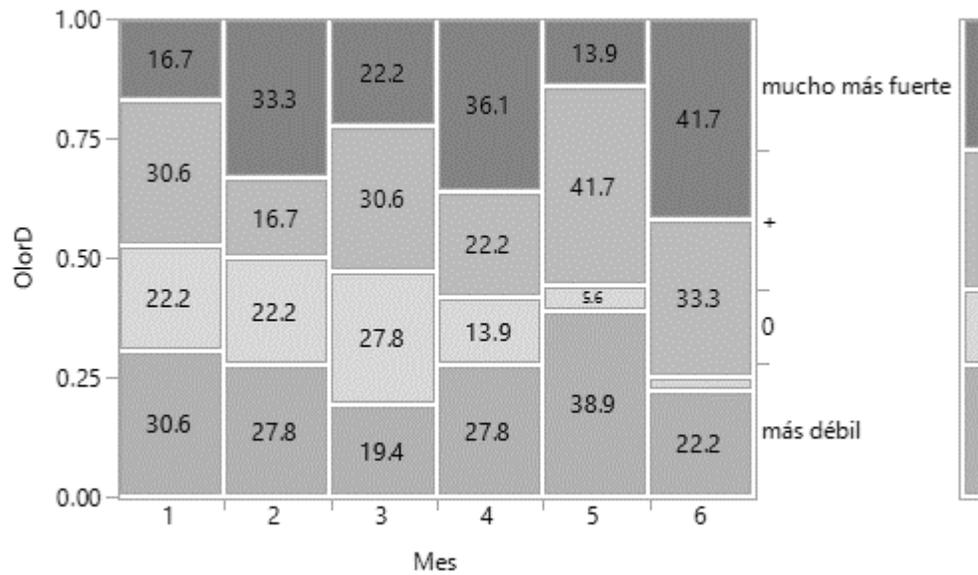


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	0	+	mucho más fuerte	Total
1	11 5.09 18.33 30.56	8 3.70 23.53 22.22	11 5.09 17.46 30.56	6 2.78 10.17 16.67	36 16.67
2	10 4.63 16.67 27.78	8 3.70 23.53 22.22	6 2.78 9.52 16.67	12 5.56 20.34 33.33	36 16.67
3	7 3.24 11.67 19.44	10 4.63 29.41 27.78	11 5.09 17.46 30.56	8 3.70 13.56 22.22	36 16.67
4	10 4.63 16.67 27.78	5 2.31 14.71 13.89	8 3.70 12.70 22.22	13 6.02 22.03 36.11	36 16.67
5	14 6.48 23.33 38.89	2 0.93 5.88 5.56	15 6.94 23.81 41.67	5 2.31 8.47 13.89	36 16.67
6	8 3.70 13.33 22.22	1 0.46 2.94 2.78	12 5.56 19.05 33.33	15 6.94 25.42 41.67	36 16.67
Total	60 27.78	34 15.74	63 29.17	59 27.31	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	15	15.030243	0.0511

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	30.060	0.0117*
Pearson	27.667	0.0237*

Gráfico en mosaico de la diferencia del sabor por mes

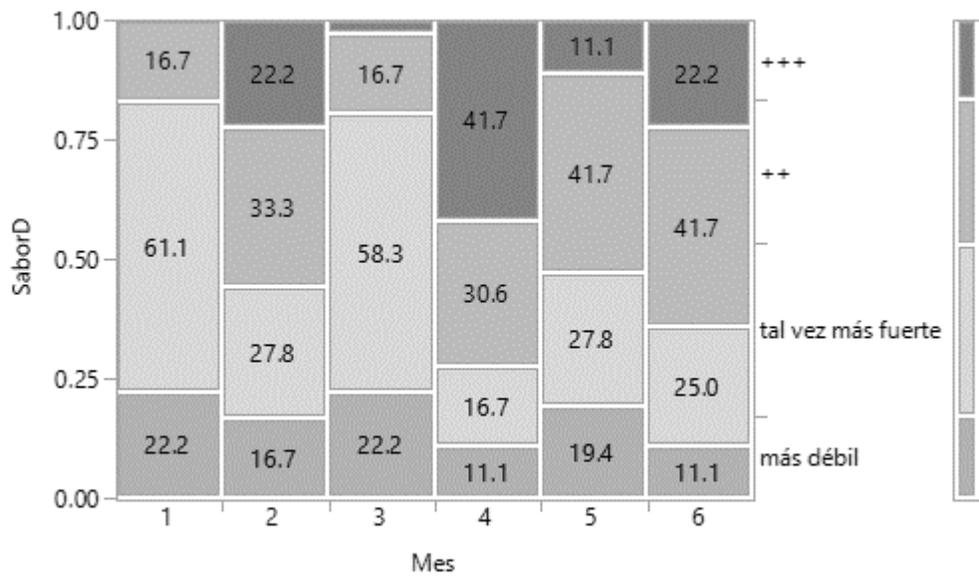


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	tal vez más fuerte	++	+++	Total
1	8 3.70 21.62 22.22	22 10.19 28.21 61.11	6 2.78 9.23 16.67	0 0.00 0.00 0.00	36 16.67
2	6 2.78 16.22 16.67	10 4.63 12.82 27.78	12 5.56 18.46 33.33	8 3.70 22.22 22.22	36 16.67
3	8 3.70 21.62 22.22	21 9.72 26.92 58.33	6 2.78 9.23 16.67	1 0.46 2.78 2.78	36 16.67
4	4 1.85 10.81 11.11	6 2.78 7.69 16.67	11 5.09 16.92 30.56	15 6.94 41.67 41.67	36 16.67
5	7 3.24 18.92 19.44	10 4.63 12.82 27.78	15 6.94 23.08 41.67	4 1.85 11.11 11.11	36 16.67
6	4 1.85 10.81 11.11	9 4.17 11.54 25.00	15 6.94 23.08 41.67	8 3.70 22.22 22.22	36 16.67
Total	37 17.13	78 36.11	65 30.09	36 16.67	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	15	28.874815	0.1005

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	57.750	<.0001*
Pearson	53.581	<.0001*

Análisis de contingencia para la diferencia de la textura por mes

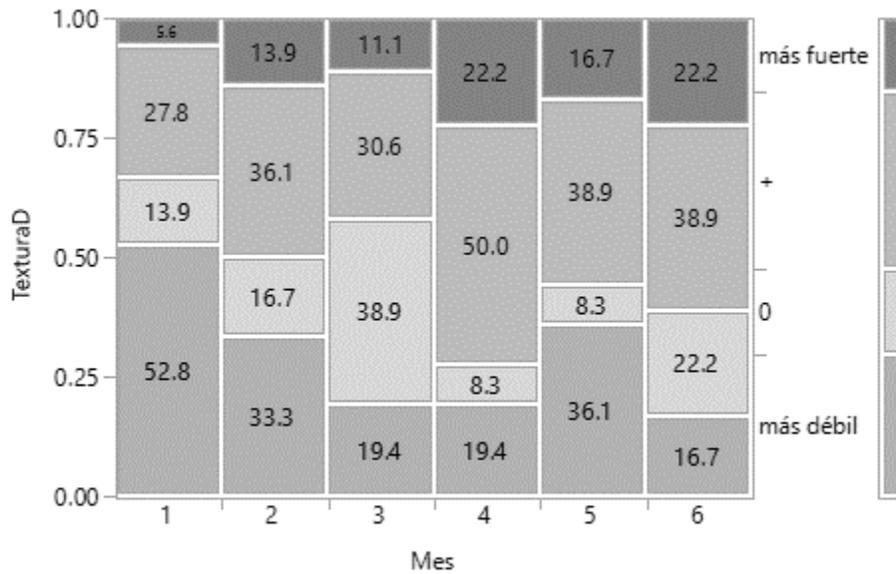


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	0	+	más fuerte	Total
1	19 8.80 29.69 52.78	5 2.31 12.82 13.89	10 4.63 12.50 27.78	2 0.93 6.06 5.56	36 16.67
2	12 5.56 18.75 33.33	6 2.78 15.38 16.67	13 6.02 16.25 36.11	5 2.31 15.15 13.89	36 16.67
3	7 3.24 10.94 19.44	14 6.48 35.90 38.89	11 5.09 13.75 30.56	4 1.85 12.12 11.11	36 16.67
4	7 3.24 10.94 19.44	3 1.39 7.69 8.33	18 8.33 22.50 50.00	8 3.70 24.24 22.22	36 16.67
5	13 6.02 20.31 36.11	3 1.39 7.69 8.33	14 6.48 17.50 38.89	6 2.78 18.18 16.67	36 16.67
6	6 2.78 9.38 16.67	8 3.70 20.51 22.22	14 6.48 17.50 38.89	8 3.70 24.24 22.22	36 16.67
Total	64 29.63	39 18.06	80 37.04	33 15.28	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	15	15.765980	0.0551

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	31.532	0.0075*
Pearson	32.854	0.0049*

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.14. Apéndice 14. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia objetiva, por tiempo, en bimestres.

Gráfico en mosaico de la diferencia del color por bimestre

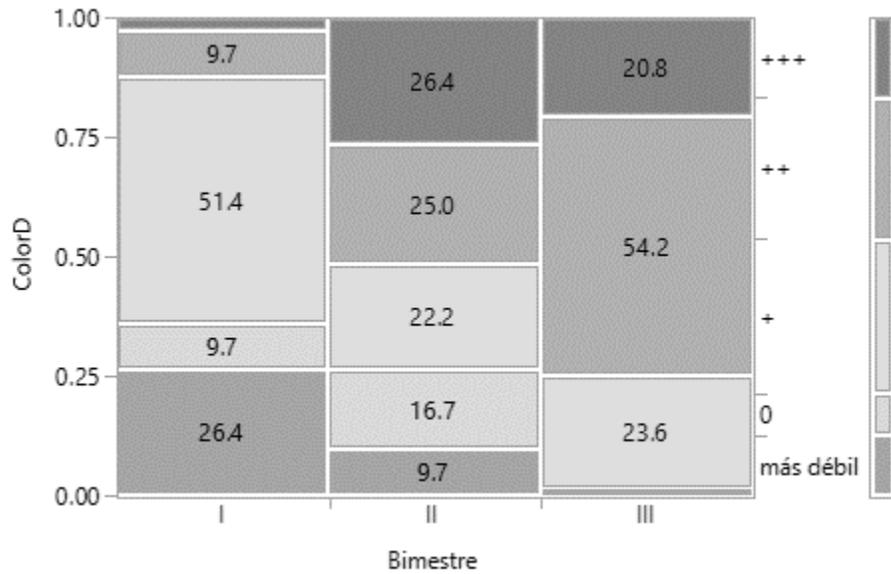


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	0	+	++	+++	Total
I	19 8.80 70.37 26.39	7 3.24 36.84 9.72	37 17.13 52.86 51.39	7 3.24 10.94 9.72	2 0.93 5.56 2.78	72 33.33
II	7 3.24 25.93 9.72	12 5.56 63.16 16.67	16 7.41 22.86 22.22	18 8.33 28.13 25.00	19 8.80 52.78 26.39	72 33.33
III	1 0.46 3.70 1.39	0 0.00 0.00 0.00	17 7.87 24.29 23.61	39 18.06 60.94 54.17	15 6.94 41.67 20.83	72 33.33
Total	27 12.50	19 8.80	70 32.41	64 29.63	36 16.67	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	8	45.412779	0.1404

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	90.826	<.0001*
Pearson	80.117	<.0001*

Gráfico en mosaico de la diferencia del olor por bimestre

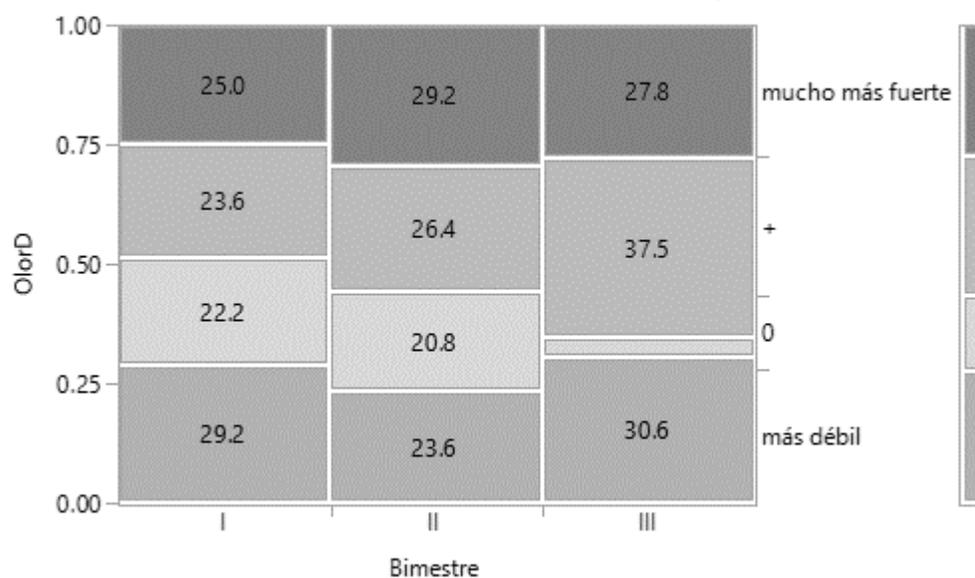


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	0	+	mucho más fuerte	Total
I	21 9.72 35.00 29.17	16 7.41 47.06 22.22	17 7.87 26.98 23.61	18 8.33 30.51 25.00	72 33.33
II	17 7.87 28.33 23.61	15 6.94 44.12 20.83	19 8.80 30.16 26.39	21 9.72 35.59 29.17	72 33.33
III	22 10.19 36.67 30.56	3 1.39 8.82 4.17	27 12.50 42.86 37.50	20 9.26 33.90 27.78	72 33.33
Total	60 27.78	34 15.74	63 29.17	59 27.31	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	6	7.5045384	0.0255

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	15.009	0.0202*
Pearson	12.839	0.0457*

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.15. Apéndice 15. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la diferencia objetiva, por tiempo, en trimestres.

Gráfico en mosaico de la diferencia del sabor por trimestre

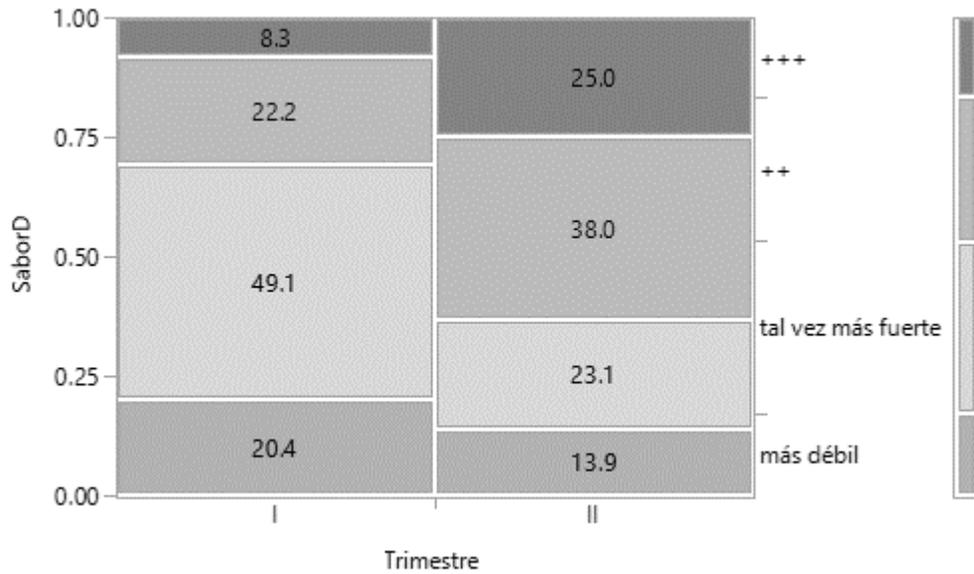


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	tal vez más fuerte	++	+++	Total
I	22 10.19 59.46 20.37	53 24.54 67.95 49.07	24 11.11 36.92 22.22	9 4.17 25.00 8.33	108 50.00
II	15 6.94 40.54 13.89	25 11.57 32.05 23.15	41 18.98 63.08 37.96	27 12.50 75.00 25.00	108 50.00
Total	37 17.13	78 36.11	65 30.09	36 16.67	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	3	12.764103	0.0444

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	25.528	<.0001*
Pearson	24.822	<.0001*

Gráfico en mosaico de la diferencia de la textura por trimestre

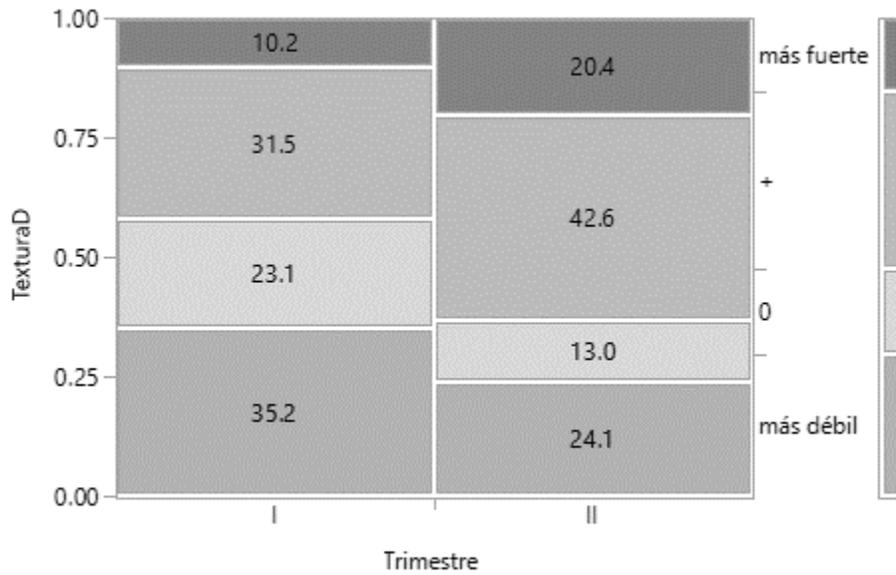


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	más débil	0	+	más fuerte	Total
I	38 17.59 59.38 35.19	25 11.57 64.10 23.15	34 15.74 42.50 31.48	11 5.09 33.33 10.19	108 50.00
II	26 12.04 40.63 24.07	14 6.48 35.90 12.96	46 21.30 57.50 42.59	22 10.19 66.67 20.37	108 50.00
Total	64 29.63	39 18.06	80 37.04	33 15.28	216

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
216	3	5.4765155	0.0191

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	10.953	0.0120*
Pearson	10.819	0.0127*

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.16. Apéndice 16. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad objetiva, por tiempo, en meses.

Gráfico en mosaico de la calidad del color por mes

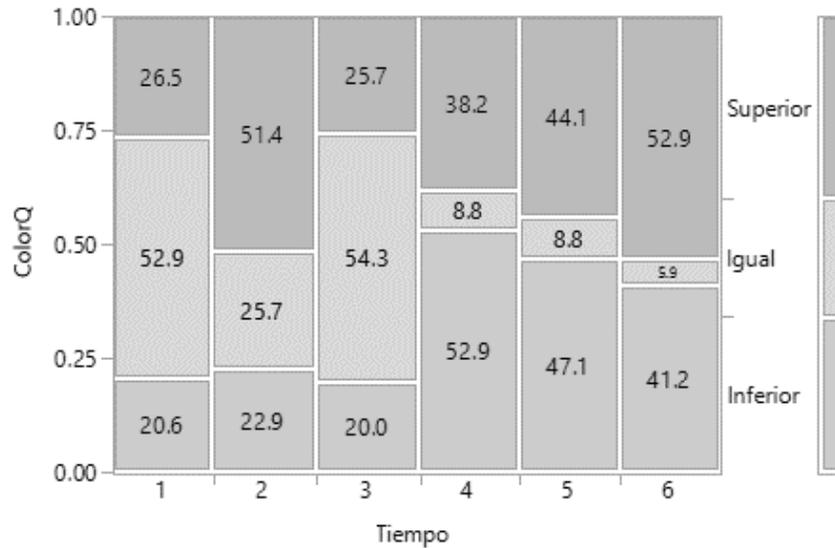


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
1	7 3.40 10.00 20.59	18 8.74 33.33 52.94	9 4.37 10.98 26.47	34 16.50
2	8 3.88 11.43 22.86	9 4.37 16.67 25.71	18 8.74 21.95 51.43	35 16.99
3	7 3.40 10.00 20.00	19 9.22 35.19 54.29	9 4.37 10.98 25.71	35 16.99
4	18 8.74 25.71 52.94	3 1.46 5.56 8.82	13 6.31 15.85 38.24	34 16.50
5	16 7.77 22.86 47.06	3 1.46 5.56 8.82	15 7.28 18.29 44.12	34 16.50
6	14 6.80 20.00 41.18	2 0.97 3.70 5.88	18 8.74 21.95 52.94	34 16.50
Total	70 33.98	54 26.21	82 39.81	206

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
206	10	25.438041	0.1139

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	50.876	<.0001*
Pearson	50.012	<.0001*

Gráfico en mosaico de la calidad del olor por mes

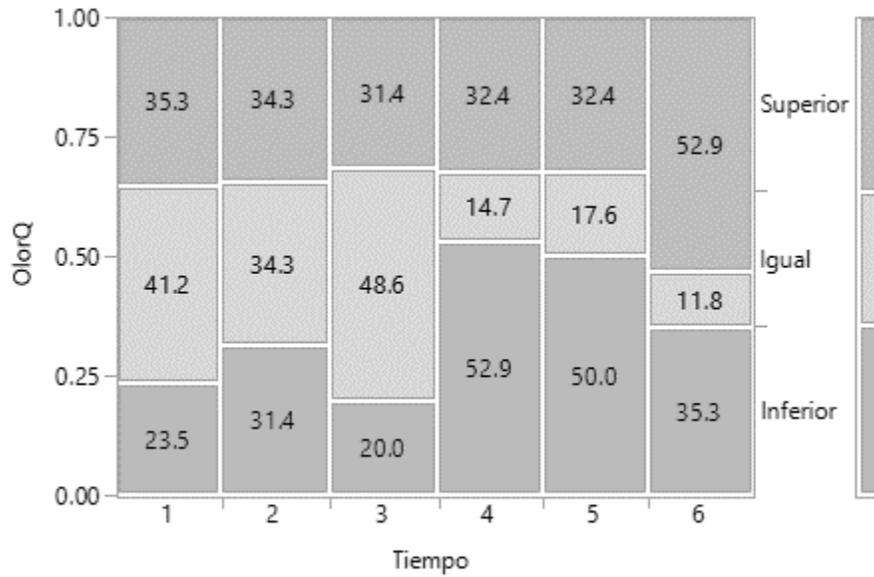


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
1	8 3.88 10.96 23.53	14 6.80 24.14 41.18	12 5.83 16.00 35.29	34 16.50
2	11 5.34 15.07 31.43	12 5.83 20.69 34.29	12 5.83 16.00 34.29	35 16.99
3	7 3.40 9.59 20.00	17 8.25 29.31 48.57	11 5.34 14.67 31.43	35 16.99
4	18 8.74 24.66 52.94	5 2.43 8.62 14.71	11 5.34 14.67 32.35	34 16.50
5	17 8.25 23.29 50.00	6 2.91 10.34 17.65	11 5.34 14.67 32.35	34 16.50
6	12 5.83 16.44 35.29	4 1.94 6.90 11.76	18 8.74 24.00 52.94	34 16.50
Total	73 35.44	58 28.16	75 36.41	206

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
206	10	13.274431	0.0590

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	26.549	0.0031*
Pearson	26.459	0.0032*

Gráfico en mosaico de la calidad del sabor por mes

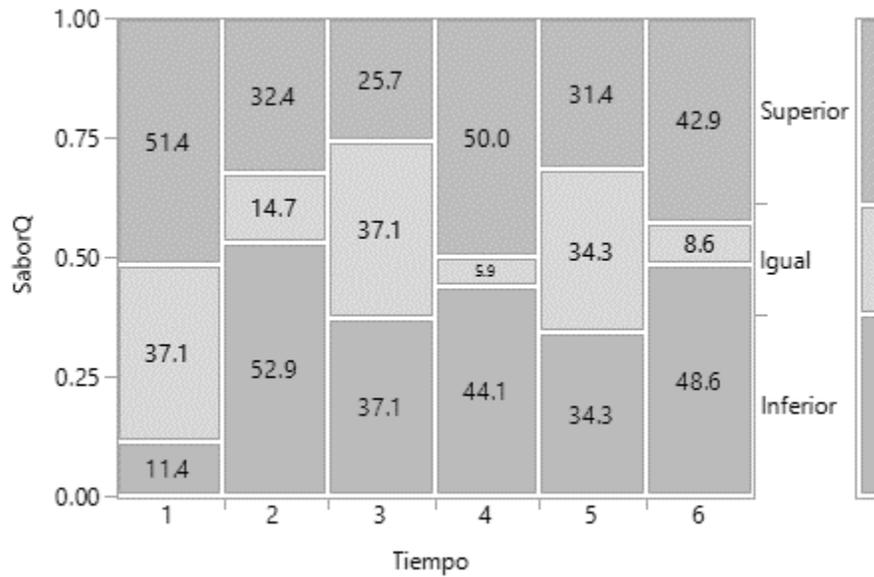


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
1	4 1.92 5.06 11.43	13 6.25 27.08 37.14	18 8.65 22.22 51.43	35 16.83
2	18 8.65 22.78 52.94	5 2.40 10.42 14.71	11 5.29 13.58 32.35	34 16.35
3	13 6.25 16.46 37.14	13 6.25 27.08 37.14	9 4.33 11.11 25.71	35 16.83
4	15 7.21 18.99 44.12	2 0.96 4.17 5.88	17 8.17 20.99 50.00	34 16.35
5	12 5.77 15.19 34.29	12 5.77 25.00 34.29	11 5.29 13.58 31.43	35 16.83
6	17 8.17 21.52 48.57	3 1.44 6.25 8.57	15 7.21 18.52 42.86	35 16.83
Total	79 37.98	48 23.08	81 38.94	208

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
208	10	17.810409	0.0798

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	35.621	<.0001*
Pearson	31.556	0.0005*

Gráfico en mosaico de la calidad de la textura por mes

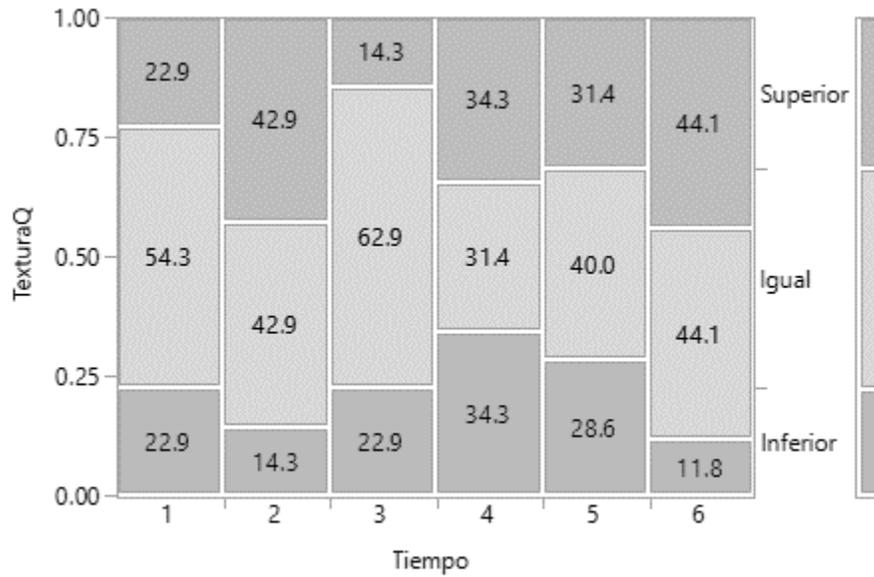


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
1	8 3.83 17.02 22.86	19 9.09 19.79 54.29	8 3.83 12.12 22.86	35 16.75
2	5 2.39 10.64 14.29	15 7.18 15.63 42.86	15 7.18 22.73 42.86	35 16.75
3	8 3.83 17.02 22.86	22 10.53 22.92 62.86	5 2.39 7.58 14.29	35 16.75
4	12 5.74 25.53 34.29	11 5.26 11.46 31.43	12 5.74 18.18 34.29	35 16.75
5	10 4.78 21.28 28.57	14 6.70 14.58 40.00	11 5.26 16.67 31.43	35 16.75
6	4 1.91 8.51 11.76	15 7.18 15.63 44.12	15 7.18 22.73 44.12	34 16.27
Total	47 22.49	96 45.93	66 31.58	209

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
209	10	9.1546628	0.0414

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	18.309	0.0500*
Pearson	17.556	0.0629

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.17. Apéndice 17. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad de los atributos color, olor y sabor, por tiempo, en bimestres.

Gráfico en mosaico de la calidad del color por bimestre

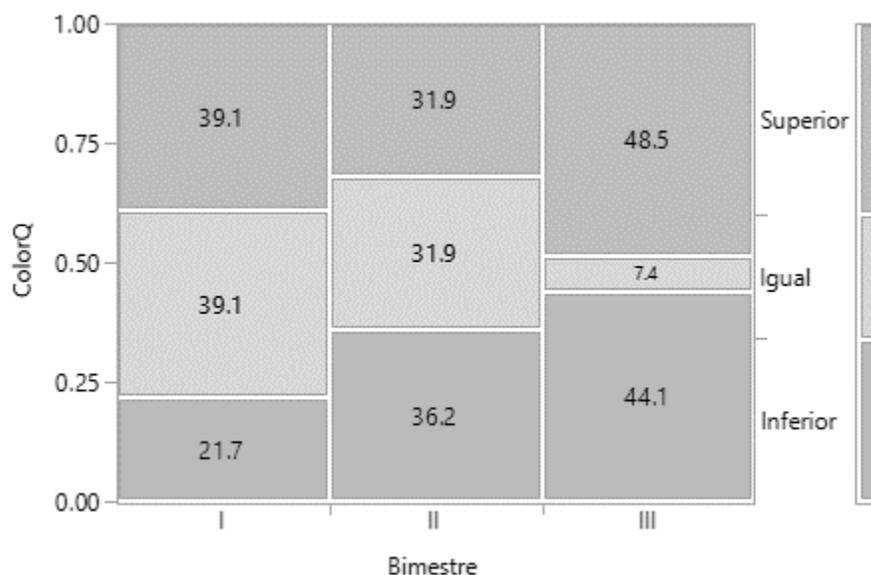


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
I	15 7.28 21.43 21.74	27 13.11 50.00 39.13	27 13.11 32.93 39.13	69 33.50
II	25 12.14 35.71 36.23	22 10.68 40.74 31.88	22 10.68 26.83 31.88	69 33.50
III	30 14.56 42.86 44.12	5 2.43 9.26 7.35	33 16.02 40.24 48.53	68 33.01
Total	70 33.98	54 26.21	82 39.81	206

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
206	4	12.700053	0.0569

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	25.400	<.0001*
Pearson	22.064	0.0002*

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

Tabla de contingencia para determinar si bimestre I y bimestre II son iguales

Bimestre	Inferior	Igual	Superior	Todo
I	15	27	27	69
	21.74	39.13	39.13	100.00
	37.50	55.10	55.10	50.00
	10.87	19.57	19.57	50.00
II	25	22	22	69
	36.23	31.88	31.88	100.00
	62.50	44.90	44.90	50.00
	18.12	15.94	15.94	50.00
Todo	40	49	49	138
	28.99	35.51	35.51	100.00
	100.00	100.00	100.00	100.00

Contenido de la celda

Conteo

% de la fila

% de columna

% del total

Prueba de chi-cuadrada

Prueba	Chi-cuadrada	GL	Valor p
Pearson	3.520	2	0.172
Relación de verosimilitud	3.549	2	0.170

Tabla de contingencia para calcular porcentajes de respuestas de categorías agrupadas: Inferior y Superior

Bimestre	Sup.+Inf.	Igual.	Todo
I	42	27	69
	60.87	39.13	100.00
	47.19	55.10	50.00
	30.43	19.57	50.00
II	47	22	69
	68.12	31.88	100.00
	52.81	44.90	50.00
	34.06	15.94	50.00
Todo	89	49	138
	64.49	35.51	100.00
	100.00	100.00	100.00

Contenido de la celda

Conteo

% de la fila

% de columna

% del total

Prueba de chi-cuadrada

Prueba	Chi-cuadrada	GL	Valor p
Pearson	0.791	1	0.374
Relación de verosimilitud	0.792	1	0.373

Gráfico en mosaico de la calidad del olor por bimestre

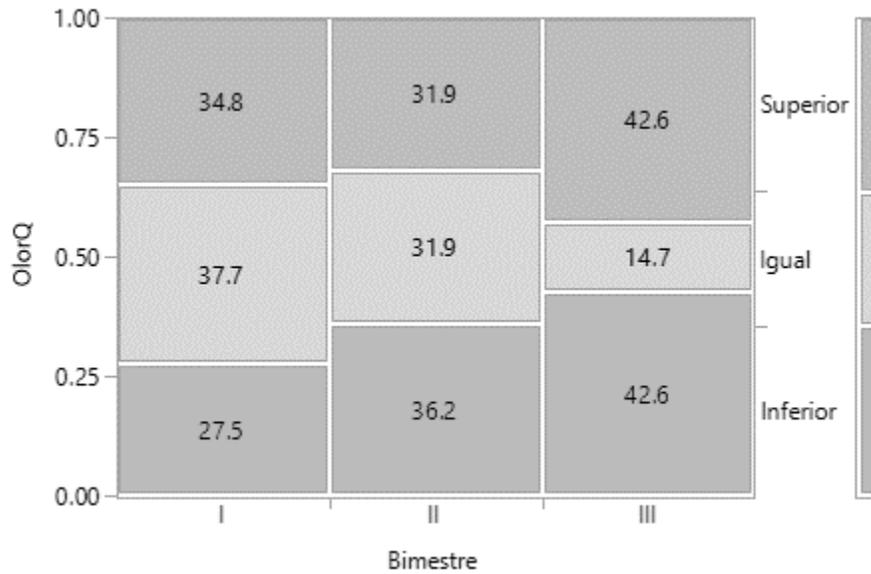


Tabla de contingencia

Conteo	Inferior	Igual	Superior	Total
I	19	26	24	69
II	25	22	22	69
III	29	10	29	68
Total	73	58	75	206
% total	9.22	12.62	11.65	33.50
% columna	26.03	44.83	32.00	
% filas	27.54	37.68	34.78	
	12.14	10.68	10.68	33.50
	34.25	37.93	29.33	
	36.23	31.88	31.88	
	14.08	4.85	14.08	33.01
	39.73	17.24	38.67	
	42.65	14.71	42.65	
	35.44	28.16	36.41	

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
206	4	5.5233420	0.0245

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	11.047	0.0260*
Pearson	10.324	0.0353*

Gráfico en mosaico de la calidad del sabor por bimestre

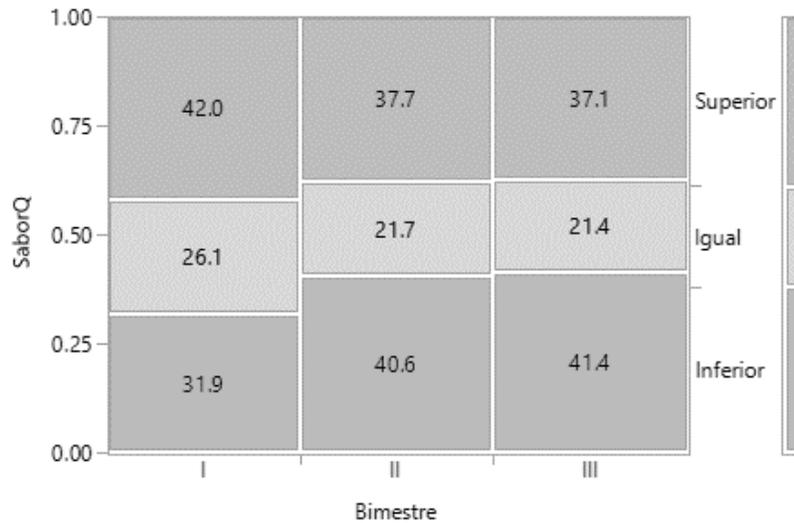


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
I	22 10.58 27.85 31.88	18 8.65 37.50 26.09	29 13.94 35.80 42.03	69 33.17
II	28 13.46 35.44 40.58	15 7.21 31.25 21.74	26 12.50 32.10 37.68	69 33.17
III	29 13.94 36.71 41.43	15 7.21 31.25 21.43	26 12.50 32.10 37.14	70 33.65
Total	79 37.98	48 23.08	81 38.94	208

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
208	4	0.84918165	0.0038

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	1.698	0.7910
Pearson	1.679	0.7945

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.18. Apéndice 18. Resultados de la prueba de chi cuadrado para la calidad del atributo sabor, por tiempo, en trimestres.

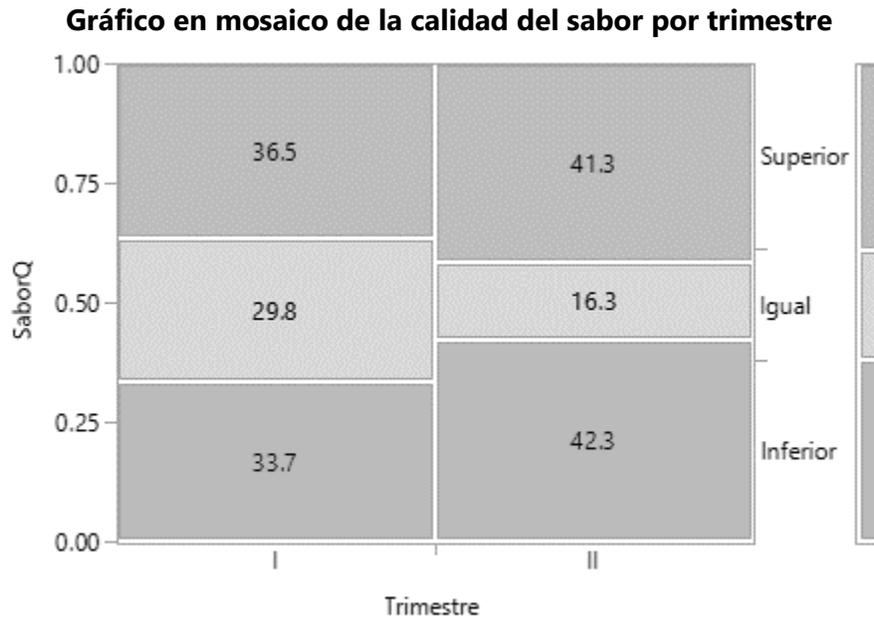


Tabla de contingencia

Conteo % total % columna % filas	Inferior	Igual	Superior	Total
I	35 16.83 44.30 33.65	31 14.90 64.58 29.81	38 18.27 46.91 36.54	104 50.00
II	44 21.15 55.70 42.31	17 8.17 35.42 16.35	43 20.67 53.09 41.35	104 50.00
Total	79 37.98	48 23.08	81 38.94	208

Pruebas

N	Grados de libertad	-Log-verosimilitud	R cuadrado (U)
208	2	2.7398384	0.0123

Prueba	Ji cuadrado	Prob > Ji cuadrado
Razón de verosimilitud	5.480	0.0646
Pearson	5.417	0.0666

Fuente: elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

12.19. Apéndice 19. Boleta para la evaluación de escala hedónica



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE – CUNSUROC-
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Evaluación Sensorial de escala hedónica para el Trabajo de Graduación titulado “Estudio de vida de anaquel microbiológico y sensorial de la Miel Blanca proveniente de *Melipona beecheii* obtenida en Pueblo Nuevo Vías, Santa Rosa”.

Nombre: _____ Fecha: _____

Consideraciones previas:

Se deben tomar en cuenta algunas consideraciones previas a realizar la evaluación sensorial de la Miel Blanca, las cuales ayudarán a que la misma sea de una manera más objetiva.

- La Miel Blanca es producida por abejas sin aguijón (*Melipona beecheii*).
- La Miel Blanca difiere considerablemente de la miel de *Apis mellifera* (abejas con aguijón) en cuanto a sus características fisicoquímicas: color, olor, sabor y viscosidad, textura; por lo que se sugiere no realizar comparaciones.
- La Miel Blanca es un producto ligeramente fermentado.
- Esta es una prueba de Aceptabilidad, por lo tanto, debe evaluar cada muestra como una independiente.
- Este no es una prueba para determinar diferencias entre muestras.
- La Miel Blanca es muy bien valorada debido a sus propiedades antimicrobianas y curativas.

Esta es la última de una serie de tres evaluaciones que se realizará para la investigación.

Instrucciones:

Observe cada una de las muestras de Miel Blanca, yendo de izquierda a derecha. Se debe evaluar una característica de todas las muestras a la vez y en el siguiente orden: 1) olor; 2) color; 3) sabor; 4) viscosidad (textura). Posteriormente, indique el grado en que le gusta o le disgusta cada muestra, marcando con una “x” en la categoría correspondiente en cada columna de código.

OLOR

Calificación	213	323	231	341
Gusta mucho				
Gusta moderadamente				
Gusta poco				
No gusta ni disgusta				
Disgusta levemente				
Disgusta moderadamente				
Disgusta mucho				

Observaciones: _____

COLOR

Calificación	213	323	231	341
Gusta mucho				
Gusta moderadamente				
Gusta poco				
No gusta ni disgusta				
Disgusta levemente				
Disgusta moderadamente				
Disgusta mucho				

Observaciones: _____

SABOR

Calificación	213	323	231	341
Gusta mucho				
Gusta moderadamente				
Gusta poco				
No gusta ni disgusta				
Disgusta levemente				
Disgusta moderadamente				
Disgusta mucho				

Observaciones: _____

VISCOSIDAD (TEXTURA).

Calificación	213	323	231	341
Gusta mucho				
Gusta moderadamente				
Gusta poco				
No gusta ni disgusta				
Disgusta levemente				
Disgusta moderadamente				
Disgusta mucho				

Observaciones: _____

¡Gracias por su participación!

12.20. Apéndice 20. Boleta para la evaluación de comparación múltiple



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Evaluación Sensorial para el Trabajo de Graduación titulado “**Estudio de vida de anaquel microbiológico y sensorial de la Miel Blanca proveniente de *Melipona beecheii* obtenida en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa**”.

Tipo de evaluación: Diferencia Nombre:
Método: Comparación Múltiple Fecha:
Producto: Miel Blanca Hora:

Instrucciones: Sírvase degustar la muestra *K* que corresponde al control y en seguida las muestras problema:
.....
.....

Estas muestras pueden o no, ser diferentes al Patrón “K”. Por favor, informe sobre el grado de diferencia con el Patrón “K”, respecto del color, olor, sabor y textura. Señale con una +, ++, +++, más débil a más Fuerte. Por ejemplo: “+” significa que la diferencia es leve, mientras que “+++” significa una diferencia más fuerte.

Indique además si la calidad es superior, igual o inferior al estándar.

Color

Muestra No.	Grado de diferencia	Calidad respecto de K

Olor

Muestra No.	Grado de diferencia	Calidad respecto de K

Sabor

Muestra No.	Grado de diferencia	Calidad respecto de K

Textura

Muestra No.	Grado de diferencia	Calidad respecto de K

A continuación, efectúe una evaluación general de cada muestra de miel (evaluarla como un todo), comparada con el patrón "K"

Escala	Puntaje
No hay diferencia	0
Hay diferencia muy leve	1
Hay diferencia leve	2
Hay diferencia moderada	3
Hay diferencia grande	4
Hay diferencia extremadamente grande	5

Evaluación General de las Muestras, comparadas con el Patrón "K"

Muestra No.	Grado de diferencia	Puntaje

¡Gracias por su colaboración!

13. Anexos

13.1. Anexo 1. Fotografía de la *Melipona beecheii*.



Fuente: Fotografía de María Eunice Enríquez.

14. Glosario

- Botija** Se le denomina así, a los depósitos donde las abejas almacenan la miel ya que tiene forma similar a una botija (vasija redonda de barro de cuello corto y estrecho).
- Casta** Es una manera particular de estratificación social de las abejas.
- Cerumen** Mezcla de cera y propóleos.
- Colmena** Es la vivienda de una colonia de abejas y, por extensión, la colonia que vive en ella.
- Diastasa** La diastasa es una enzima (EC 3.2.1.1) de origen vegetal que se encuentra en determinadas semillas germinadas y otras plantas. Su función es la de catalizar la hidrólisis, primero del almidón en dextrina e inmediatamente después, en azúcar o glucosa.
- Etiología** Es la ciencia que estudia las causas de las cosas
- Meliponicultor** Es el nombre que recibe la persona que se dedica a la meliponicultura.
- Meliponicultura** Es la crianza de las abejas meliponas o abejas sin aguijón (tribu Meliponini).

Meliponinos Es una tribu de himenópterosapócritos de la familia Apidae conocidas vulgarmente como abejas sin aguijón.

PET El politereftalato de etileno (en inglés polyethylene terephthalate), es un tipo de plástico transparente muy usado en envases. También se llama polietileno tereftalato.

Propóleo Es una sustancia que obtienen las abejas de las yemas de los árboles y que luego procesan en la colmena, convirtiéndola en un potente anti infeccioso con el que cubren las paredes de la colmena, con el fin de combatir las bacterias, virus y mohos que puedan afectarla.

Sensaciones trigeminales Se le llaman a las resultantes de la irritación causada por estímulos químicos en la boca, nariz o garganta. No son sabores básicos propiamente dichos, sino que nos producen unos efectos físicos que los asociamos con el sentido del gusto.

Zánganos Se les denomina así a las abejas macho de una colmena.



Mazatenango 15 de julio de 2019.

Señores:
Comisión de Trabajo de Graduación.
Carrera de Ingeniería en Alimentos.
CUNSUROC

Estimados señores:

Atentamente tenemos el gusto de dirigirnos a ustedes deseándoles toda clase de éxitos en sus actividades.

El motivo de la presente es para informarles que el estudiante **Rodrigo Enríquez Cottón**, carné: **200330562**, ha realizado las sugerencias indicadas por la terna evaluadora, al Seminario II que lleva como título "**Estudio de vida de anaquel microbiológico y sensorial de la Miel Blanca proveniente de *Melipona beecheii* obtenida en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa**"

Agradeciendo su atención a la presente, me es grato suscribirme, atentamente,

Q.B. Gladys Floriselda Calderón Castilla
Asesora Principal



Id y enseñad a todos



Mazatenango 02 de septiembre de 2019.

Señores:
Comisión de Trabajo de Graduación.
Carrera de Ingeniería en Alimentos.
CUNSUROC

Estimados señores:

Atentamente tenemos el gusto de dirigirnos a ustedes deseándoles toda clase de éxitos en sus actividades.

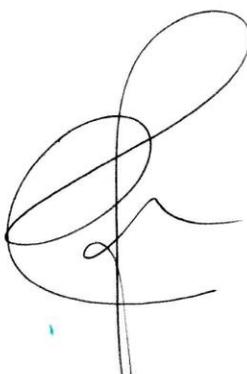
El motivo de la presente es para informarles que el estudiante **Rodrigo Enríquez Cottón**, carné: **200330562**, ha realizado las correcciones indicadas por la terna evaluadora al Seminario II que lleva como título "**Estudio de vida de anaquel microbiológico y sensorial de la Miel Blanca proveniente de *Melipona beecheii* obtenida en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa**"

Agradeciendo su atención a la presente, nos es grato suscribirnos, atentamente,

Id y enseñad a todos


Inga. Silvia Guzmán
Evaluadora


M.Sc. Aldo de León
Evaluador


M.Sc. Víctor Manuel Nájera
Evaluador



Mazatenango, Suchitepéquez, septiembre de 2019

Ingeniero Víctor Manuel Nájera
Coordinador de la carrera de Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC-USAC
Presente

Estimado Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted, deseándole toda clase de éxitos en sus actividades cotidianas. El motivo de la presente es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora del Seminario II del trabajo de graduación titulado **“ESTUDIO DE VIDA DE ANAQUEL MICROBIOLÓGICO Y SENSORIAL DE LA MIEL BLANCA PROVENIENTE DE MELIPONA BEECHEII OBTENIDA EN PUEBLO NUEVO VIÑAS, SANTA ROSA”** del estudiante T.U. Rodrigo Enríquez Cottón identificada con número de carné 200330562 y CUI 2656 37341 1001.

El documento antes mencionado presenta los requisitos establecidos de redacción y corrección, para que pueda proceder con los trámites correspondientes.

Agradeciéndoles la atención prestada y sin otro particular, me suscribo deferentemente.

“Id y enseñad a todos”


Ingeniero Marvin Manolo Sánchez López
Secretario
Comité de Trabajo de Graduación





Mazatenango, Suchitepéquez, septiembre de 2019

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director del Centro Universitario del Suroccidente
CUNSUROC

Respetable Director Universitario:

Atentamente, me dirijo a usted deseándole toda clase de éxitos en sus actividades cotidianas. El objeto de la presente es para solicitar que se autorice al estudiante proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Universidad de San Carlos de Guatemala, de igual manera, autorizar continuar con los trámites correspondientes para efecto de graduación del alumno, T.U. Rodrigo Enríquez Cottón con carné 200330562 y CUI 2656 37341 1001 y estudiante de la carrera de Ingeniería en Alimentos, quién presentó su trabajo de graduación titulado **“ESTUDIO DE VIDA DE ANAQUEL MICROBIOLÓGICO Y SENSORIAL DE LA MIEL BLANCA PROVENIENTE DE MELIPONA BEECHEII OBTENIDA EN PUEBLO NUEVO VIÑAS, SANTA ROSA”**. Habiendo encontrado el referido trabajo de graduación como SATISFACTORIO, ya que consideramos que llena todos los requisitos del reglamento de trabajo de graduación.

Agradeciéndoles la atención prestada y sin otro particular, me suscribo de usted, deferentemente.



“Id y enseñad a todos”


M.Sc. Víctor Manuel Nájera
Coordinador de la carrera de Ingeniería en alimentos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-03-2020

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, cuatro de febrero de dos mil veinte-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "ESTUDIO DE VIDA DE ANAQUEL MICROBIOLÓGICO Y SENSORIAL DE LA MIEL BLANCA PROVENIENTE DE MELIPONA BEECHII OBTENIDA EN PUEBLO NUEVO VIÑAS, SANTA ROSA", de la estudiante: TPA. Rodrigo Enríquez Cottón, carné 200330562. CUI: 2656 37341 1001 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Guillermo Vinicio Tello Cano".

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director



/gris