

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

AA-2301

Evaluación de dos métodos de extracción de aceite de menta (*Mentha piperita* L.) para saborizar miel de abeja (*Apis mellifera* L.) y su efecto en las características organolépticas y aceptabilidad.

DATOS DE LOS RESPONSABLES

Título a obtener: Ingeniero(a) Agroindustrial

Datos de los estudiantes

Nombres, apellidos de los estudiantes	Dirección	Teléfono y correo electrónico.	Firma
Denice Elizabeth Galdámez Mejía	Urb.Campos Verdes 1, senda 3, polígono 3 oriente, #18. Lourdes Colón. La Libertad.	7521-8270 gm14073@ues.edu.sv	
Marta Fabiola Gregori Osegueda	Urb.La Gloria, pje.6E, polígono E-5 #46. San Salvador.	7798-9810 go17022@ues.edu.sv	
Carlos Roberto Mendoza Ramírez	Cantón Santa Bárbara. El Paraíso, Chalatenango.	7806-7716 mr17088@ues.edu.sv	
Ing. M. Sc. Edgar Geovany Reyes Melara	Universidad de El Salvador	6124-3678 edgar.reyes@ues.edu.sv	
Ing. Agr. Oscar Alonso Rodríguez Gracias.	Universidad de El Salvador	7773-1325 oscar.gracias@ues.edu.sv	
Ing. Sara Anabel Mejía Arteaga	Universidad de El Salvador	7887-7274 sara.mejia@ues.edu.sv	

Visto bueno

Coordinadora de Procesos de Grado del Departamento:
Licda. Cruz Gilma Ortiz de Alarcón

Firma

Director General de Procesos de Graduación de la Facultad:
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Firma

Jefe del Departamento:
Ing. M. Sc. Efraín Antonio Rodríguez Urrutia

Firma

Sello

Ciudad Universitaria, octubre de 2023

Evaluación de dos métodos de extracción de aceite de menta (*Mentha piperita* L.) para saborizar miel de abeja (*Apis mellifera* L.) y su efecto en las características organolépticas y aceptabilidad.

Mendoza-Ramírez, CR¹; Gregori-Osegueda, MF¹; Galdámez-Mejía, DE¹; Reyes-Melara, EG²; Rodríguez-Gracias, OA²; Mejía-Arteaga, SA².

RESUMEN

La investigación se realizó entre agosto de 2021 a febrero de 2022, en las instalaciones del Complejo de Innovación Tecnológica y Productiva en Agroindustria (CITPA) del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), el cual se encuentra ubicado en km 33 1/2 carretera a Santa Ana, Ciudad Arce, La Libertad, y en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en San Salvador, El Salvador. El objetivo de la investigación fue aplicar dos métodos de extracción de aceite de menta para la elaboración de miel de abeja saborizada y su efecto en las características organolépticas y aceptabilidad por los consumidores. La miel utilizada para el experimento es de origen multifloral no procesado, proveniente de un apiario ubicado en Nahulingo, Sonsonate. A la miel se le realizó un análisis calidad de miel en el Laboratorio de Química del CIPTA, en el cual se caracterizó grados brix, humedad, glucosa, fructosa, sacarosa, HMF, glicerol y conductividad antes y después de la saborización. La menta (*Mentha piperita*) fue producida y recolectada en el banco de germoplasma del CENTA. Se realizó la extracción del aceite de menta para saborizar la miel, y se realizaron 5 tratamientos: Tratamiento testigo T0: (sin aceite de menta), tratamiento T1: método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel, tratamiento T2: método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel, tratamiento T3: método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel, tratamiento T4: método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel. El análisis sensorial de los tratamientos se llevó a cabo con grupo de 25 catadores no entrenados. Para la organización, procesamiento y análisis estadístico de los datos se utilizaron métodos estadísticos descriptivos como medidas resumen y representaciones gráficas. También se utilizaron métodos inferenciales como la técnica del Análisis de Varianza (ANVA), específicamente un diseño experimental completamente al azar (DCA). De acuerdo a los datos obtenidos para atributo para la aceptación general, los panelistas no tuvieron el mismo grado de aceptación para todos los tratamientos demostrando que existen diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento T1 el mejor evaluado por los panelistas con una puntuación de 3.67

Palabras claves: métodos de extracción, aceite esencial, miel de abeja, miel saborizada, características organolépticas.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Desarrollo Rural, Estudiante tesista.

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Desarrollo Rural, Docente Director.

ABSTRACT

The research was carried out from August to February 2022, at the facilities of the Complex for Technological and Productive Innovation in Agroindustry (CITPA) of the National Center for Agricultural and Forestry Technology (CENTA), which is located at km 33 1 /2 highway

to Santa Ana, Ciudad Arce, La Libertad, and in the Faculty of Agricultural Sciences of the University of El Salvador, in San Salvador, El Salvador. The objective of the research was to apply two methods of mint oil extraction for the production of flavored honey and their effect on the organoleptic characteristics and acceptability by consumers. The honey used for the experiment is of unprocessed multifloral origin, from an apiary located in Nahulingo, Sonsonate. A honey quality analysis was carried out on the honey in the CIPTA Chemistry Laboratory, in which brix degrees, humidity, glucose, fructose, sucrose, HMF, glycerol and conductivity were characterized before and after flavoring. Mint (*Mentha piperita*) was produced and collected in the CENTA germplasm bank. The mint oil extraction was carried out to flavor the honey, and 5 treatments were carried out: T0= Control treatment (without mint oil), T1= method by alcoholic maceration with 15 ml of mint oil for 375 ml of honey, T2= alcoholic maceration method with 10 ml of mint oil for 375 ml of honey, T3= steam stripping method with 0.8 ml of mint oil for 375 ml of honey, T4= steam stripping method with 0.3 ml of mint oil for 375 ml of honey. The sensory analysis of the treatments was carried out with a group of 25 untrained tasters. For the organization, processing and statistical analysis of the data, descriptive statistical methods such as summary measures and graphic representations were used. Inferential methods such as the Analysis of Variance (ANVA) technique were also used, specifically a completely randomized experimental design (DCA). According to the data obtained for the attribute for general acceptance, the panelists did not have the same degree of acceptance for all treatments, demonstrating that there are significant differences between the treatments, with the T1 treatment being the best evaluated by the panelists with a score of 3.67

Keywords: extraction methods, essential oil, honey, flavored honey, organoleptic characteristics.

1. INTRODUCCIÓN

El Salvador es el segundo mayor productor de miel en la región de Centroamérica. El último censo agrícola 2007/2008 registró un total de 1,070 productores de miel. El promedio de los productores de miel en El Salvador cuenta con 32 colmenas por apiario. La zona occidental produce la mayor parte de la miel en el país (MAG s.f.).

Se seleccionó la planta medicinal y aromática menta (*Mentha piperita* L.), debido a sus propiedades y aplicaciones. La infusión de hojas secas y la esencia de la menta tienen propiedades antiespasmódicas colagogas, estomáquicas, carminativas, eupépticas, antifúngicas y antivirales. Las hojas de menta contienen entre 0.5 y 4% de aceite volátil, el cual está compuesto de 50 a 78% sin mentol, monoterpenos, mentofurano y trazas de jazmín (0,15%). La menta se cultiva en gran medida en California e Indiana, Estados Unidos y México para la producción de aceite de menta (Ravelo 2012).

Los aceites esenciales son fracciones líquidas volátiles, generalmente son mezclas homogéneas de hasta 100 compuestos químicos orgánicos, provenientes de la familia química de los terpenoides. Generan diversos aromas agradables y perceptibles al ser humano. Los aceites esenciales son metabolitos secundarios sintetizados por las plantas, producidos al momento de activarse mecanismos de defensa como respuesta a factores

ambientales y ecológicos, estos presentan roles de defensa, atracción de polinizadores, entre otros. Son inflamables, no son tóxicos, aunque pueden provocar alergias en personas sensibles a determinados terpenoides (Rodríguez 2012)

El objetivo de la investigación es aplicar dos métodos de extracción de aceite de menta, el método de maceración alcohólica y el método de arrastre de vapor, para la elaboración de miel de abeja saborizada y su efecto en las características organolépticas y aceptabilidad por los consumidores.

El desarrollo de nuevos productos es de suma importancia para una empresa o planta procesadora de alimentos. La innovación es fundamental para suplir las necesidades de consumidores, que buscan nuevos productos con características nutricionales beneficiosas.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Descripción de estudio

La investigación se realizará en las instalaciones del Complejo de Innovación Tecnológica y Productiva en Agroindustria (CITPA) del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), el cual se encuentra ubicado en km 33 1/2 carretera a Santa Ana, Ciudad Arce, La Libertad, con coordenadas 13°48'00"N latitud y 89°23'21"O longitud; y en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, la cual se encuentra en final 25 avenida Norte, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, con coordenadas de latitud 13°43'06"N 89°12'11"O y longitud 89. 11'.16" W, a una altura de 670 metros sobre el nivel del mar (msnm).

2.2. Metodología de laboratorio

La menta fue recolectada en el banco de germoplasma del CENTA, para la extracción del aceite se utilizaron dos métodos: maceración alcohólica utilizando dos dosis una de 10 ml y otra de 15 ml y arrastre de vapor utilizando dos dosis una de 0.3 ml y otra de 0.8 ml para saborizar 375 ml de miel por dosis, estas dosificaciones se hicieron para ambos métodos. El producto final se envasó en botellas de plástico transparente con capacidad de 375 ml (ver anexo A-1 y A-2)

La miel utilizada en el experimento es de origen multifloral no procesada, proveniente de un apiario ubicado en Nahulingo, Sonsonate, a la cual se le realizaron pruebas preliminares para conocer el contenido de grados brix, humedad, glucosa, fructosa, sacarosa, HMF, glicerol y conductividad, con el propósito de determinar si la miel cumple con los parámetros establecidos en la NSO 67.19.01.08.

A la miel de abeja saborizada se le realizó un análisis de calidad de miel completo en el laboratorio de Química del CITPA, que incluye: grados brix, humedad, glucosa, fructosa, sacarosa, HMF, glicerol y conductividad.

2.2.1. Análisis de calidad de miel completo de los tratamientos

El análisis de calidad de la miel se determina la calidad y cantidad de los componentes que se encuentran presentes en la muestra, para ello se aplicó el siguiente protocolo:

- Se tomó una muestra de 10 ml de miel saborizada por cada tratamiento.
- Las muestras de miel saborizada se colectaron en recipientes plásticos para muestras con capacidad de 10 ml con su respectiva información.
- Las muestras con su respectivo empaque se llevaron al laboratorio llenando el formulario correspondiente.

2.2.2. Análisis sensorial de los tratamientos

La toma de datos se desarrolló un análisis sensorial del producto, con apoyo de un grupo de 25 panelistas no entrenados, a quienes se les brindó el instrumento de la escala hedónica la cual sirvió para la recolección de los resultados de interés. Previamente se hizo la desinfección del lugar de degustación y se colocaron aleatoriamente los cinco tratamientos a evaluar. A cada panelista se le proporcionó la escala hedónica, en la cual se evaluó cada tratamiento, calificando cuatro parámetros organolépticos, los cuales fueron: color, olor, sabor y consistencia. La escala va de 1 a 5, siendo 1 el valor inaceptable y 5 el valor de aceptabilidad máximo. Se dio a los catadores un vaso con agua para neutralizar el sabor del paladar entre tratamiento. Se realizaron cinco repeticiones por tratamiento, dos repeticiones por día hasta cumplir las cinco repeticiones. Después de la toma de datos se procedió a observar la puntuación obtenida en las pruebas sensoriales por cada tratamiento en cada repetición, para cada parámetro evaluado.

2.3. Metodología estadística

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA). Evaluando un total de 5 tratamientos. Se realizaron 5 réplicas por cada tratamiento, dos repeticiones por día hasta cumplir las cinco repeticiones, dos repeticiones en los primeros dos días y el tercer día la quinta repetición, generando un total de 25 unidades experimentales.

2.3.1. Tratamientos en estudio

Para esto se higienizó el laboratorio del Complejo de Innovación Tecnológica y Productiva en Agroindustria (CITPA), se desinfectó el área de trabajo y se utilizó vestimenta adecuada para la manipulación de alimentos como gabacha, redecilla y guantes, se realizó a la recepción de la miel de abeja y el aceite de menta, se midieron 375 ml de miel por cada una de las dosis, para el método de extracción por maceración alcohólica 10 ml y 15 ml de aceite de menta, y por el método de extracción por arrastre de vapor 0.3 ml y 0.8 ml. Para la mezcla de la miel con aceite de menta se utilizó un beaker y un agitador para homogenizar, una vez obtenido el producto final que será la miel saborizada se envasó en botellas plásticas con capacidad de 375 ml. Los tratamientos se presentan a continuación:

Distribución de los tratamientos

Todas las unidades experimentales fueron distribuidas uniformemente, también cada tratamiento obtuvo cinco repeticiones, detallando a continuación cada tratamiento.

T0= tratamiento testigo (sin aceite de menta)
 T1= método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel
 T2= método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel
 T3= método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel
 T4= método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel

2.3.2. Variables en estudio

- Análisis calidad de miel. Se obtuvo una muestra de miel saborizada de 5 ml por cada tratamiento en estudio y se le realizó un análisis de calidad de miel completo: grados brix, humedad, glucosa, fructosa, sacarosa, HMF, glicerol y conductividad.
- Análisis sensorial. A los tratamientos en estudio se les evaluó cuatro parámetros organolépticos, los cuales son color, olor, sabor y consistencia.

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva simple, análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar (DCA), y análisis multivariante de datos; con una significancia estadística del 1% (P - valor = 0,01); las diferencias entre los tratamientos se determinaron utilizando la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey. Haciendo uso del programa estadístico Infostat® 2020 y hojas de cálculo de Microsoft Excel 2016.

2.3.3. Modelo estadístico

Según López y González (2014), el modelo que corresponde a un diseño completamente al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ : media general

τ_i : efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} : efecto aleatorio de la ij-ésima unidad experimental

2.3.4. Análisis de Varianza (ANOVA)

Cuadro 1. Análisis de Varianza (ANOVA) bajo un diseño experimental Completamente al Azar (DCA).

Fuentes de variación	de Grados libertad	de Suma Cuadrado	de Cuadrado Medio	Fcal
TRAT EE	GLTRAT EETRAT	SCTRAT SCEE	CMTRAT CMEE	Fcal TRAT
Total				

Fuente: López y González 2014

3. RESULTADOS Y ASIMILACION TEORICA

Los resultados y discusión se fundamentan en la descripción de la composición fisicoquímica (análisis bromatológico completo) de la miel de abeja y la posterior aplicación de aceite de menta extraído por los métodos de arrastre de vapor y destilación alcohólica.

Se aplicó un análisis de estadística descriptiva básica de media aritmética, desviación estándar y coeficiente de variación; también en la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) bajo el diseño completo al azar (DCA), finalizando con el método multivariante análisis de componentes principales (ACP); los resultados se presentan a continuación:

3.1. Propiedades físico químicas de la miel

Cuadro 2. Análisis de laboratorio de perfil de miel.

Determinación	Análisis	Resultado
Identificación: T0		
Perfil de miel	Sacarosa	23.56 g/100 g de miel
	Glucosa	26.39 g/100 g de miel
	Fructosa	39.23 g/100 g de miel
	Glicerol	351.51 mg/kg de miel
	HMF	27.04 mg/kg de miel
	Conductividad	498.80 μ s
	Humedad	17.6%
	Grados brix	80.2° brix
	Identificación: T1	
Perfil de miel	Sacarosa	23.87 g/100 g de miel
	Glucosa	25.36 g/100 g de miel
	Fructosa	38.06 g/100 g de miel
	Glicerol	350.91 mg/kg de miel
	HMF	34.03 mg/kg de miel
	Conductividad	595.43 μ s
	Humedad	20%
	Grados brix	78° brix
	Identificación: T2	
Perfil de miel	Sacarosa	24.08 g/100 g de miel
	Glucosa	25.57 g/100 g de miel
	Fructosa	38.35 g/100 g de miel
	Glicerol	374.03 mg/kg de miel
	HMF	32.60 mg/kg de miel
	Conductividad	592.99 μ s
	Humedad	19.2%
	Grados brix	78.5° brix
	Identificación: T3	
Perfil de miel	Sacarosa	24.33 g/100 g de miel
	Glucosa	26.01 g/100 g de miel
	Fructosa	39.00 g/100 g de miel
	Glicerol	351.67 mg/kg de miel
	HMF	31.96 mg/kg de miel

	Conductividad	568.29 μ s
	Humedad	17.8%
	Grados brix	80° brix
Identificación: T4		
Perfil de miel	Sacarosa	24.09 g/100 g de miel
	Glucosa	26.38 g/100 g de miel
	Fructosa	39.29 g/100 g de miel
	Glicerol	360.16 mg/kg de miel
	HMF	30.79 mg/kg de miel
	Conductividad	562.56 μ s
	Humedad	17.6%
	Grados brix	80.2° brix

Los resultados obtenidos en los parámetros físicos químicos de la miel de acuerdo con la norma salvadoreña obligatoria NSO 67.19.01.08, el límite permisible para miel después del procesamiento es de 40 mg/kg y para miel de origen declarado procedentes de países o regiones de temperatura ambiente tropical, así como las mezclas de estas mieles, el contenido de HMF (hidroximetilfurfural) no deberá de exceder de 80 mg/kg, por lo cual la miel utilizada y saborizada cumple con los requisitos preestablecidos.

3.1.1. Grados brix de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.0001 menor que la significancia estadística $\alpha = 0.01$ que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron diferencias significativas en los grados brix de la miel. Sin embargo, en la figura 1 se observa que los tratamientos T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) y T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostraron la mayor puntuación con un valor de 80.2; seguido del tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una puntuación de 80; continuando con el tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una puntuación de 78.58; finalmente el tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) presentó la menor puntuación de 78 (cuadro 3).

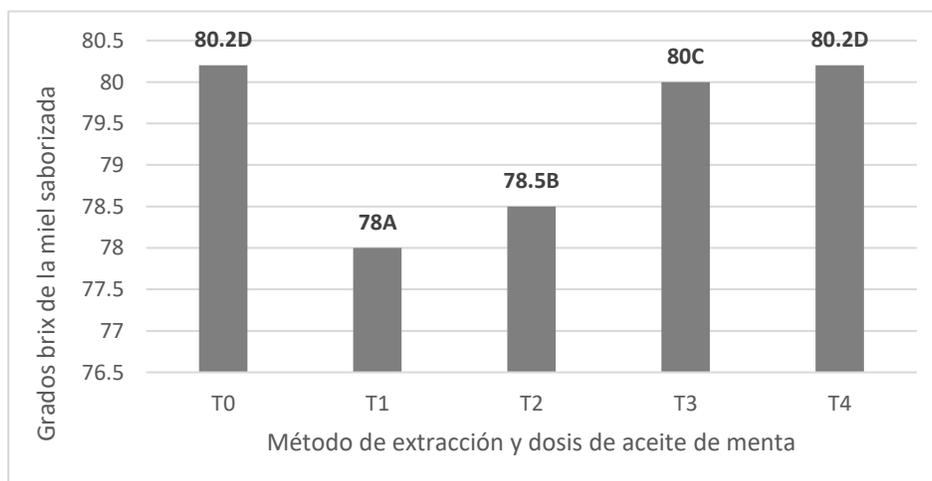


Figura 1. Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en los grados brix de la miel.

Como se muestra en la figura 1, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en los grados brix de la miel concuerdan con lo manifestado por Rosales (2018) en la investigación: Desarrollo y caracterización fisicoquímica y sensorial de miel propolizada saborizada en panal, se muestra que no existió diferencia estadística en la aceptación de la dulzura el factor tiempo no influyó en este atributo.

3.1.2. Humedad de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.0001 menor que la significancia estadística $\alpha = 0.01$ que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron diferencias significativas en la humedad de la miel. Sin embargo, en la figura 2 se observa que el tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostraron la mayor puntuación con un valor de 20; seguido del tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una puntuación de 19; seguido del tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una puntuación de 17.8; finalmente los tratamientos T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) y el tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) presentaron la menor puntuación con valores de 17.6 respectivamente (cuadro 3).

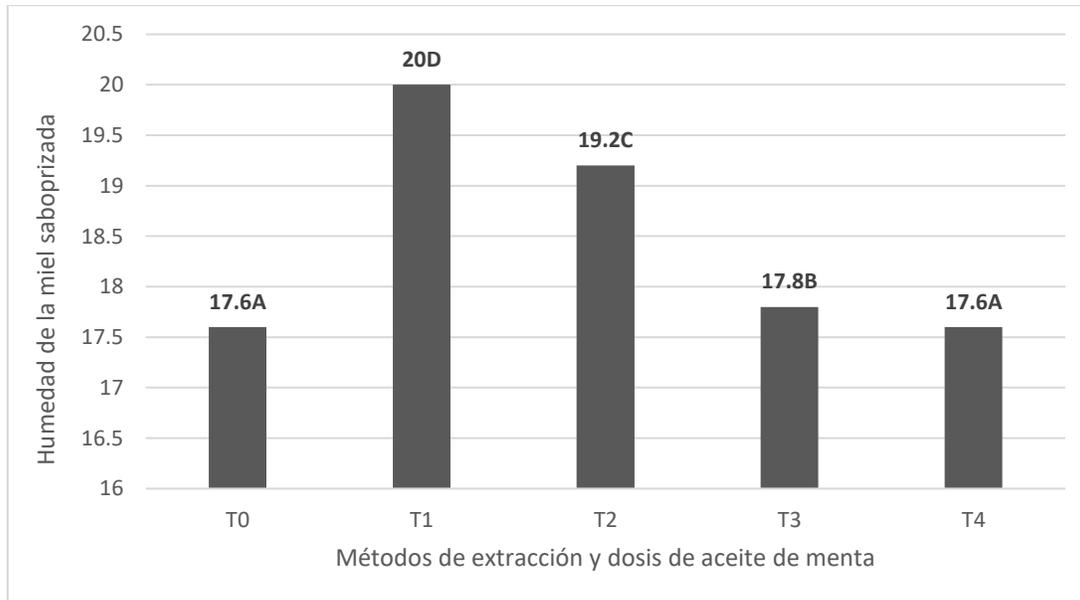


Figura 2. Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en la humedad de la miel.

Como se muestra en la figura 2, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en la humedad de la miel concuerdan con lo manifestado por

Rosales (2018) en la investigación: Desarrollo y caracterización fisicoquímica y sensorial de miel propolizada saborizada en panal, muestra que la actividad de agua resultó ser estadísticamente igual para todos los tratamientos y que no hubo efecto del tiempo. Esto podría estar relacionado a que los tratamientos en su mayoría estaban compuestos por miel, así la tintura de propóleos y saborizantes representando menos del 10% del total de la formulación. El utilizar saborizantes concentrados pudo influir y no reportar variabilidad entre los tratamientos.

3.2. Parámetros organolépticos

3.2.1. Color de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.4924 mayor que la significancia estadística $\alpha=0.01$ que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron similar efecto en el color de la miel. Sin embargo, en la figura 3 se observa que el tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostró la mayor calificación por el panel de catadores con un valor de 3.8; seguido por los tratamientos T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.76; finalmente los tratamientos T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y T0 fueron los de menor calificación por los panelistas con valores de 3.6 y 3.44 respectivamente (cuadro 3).

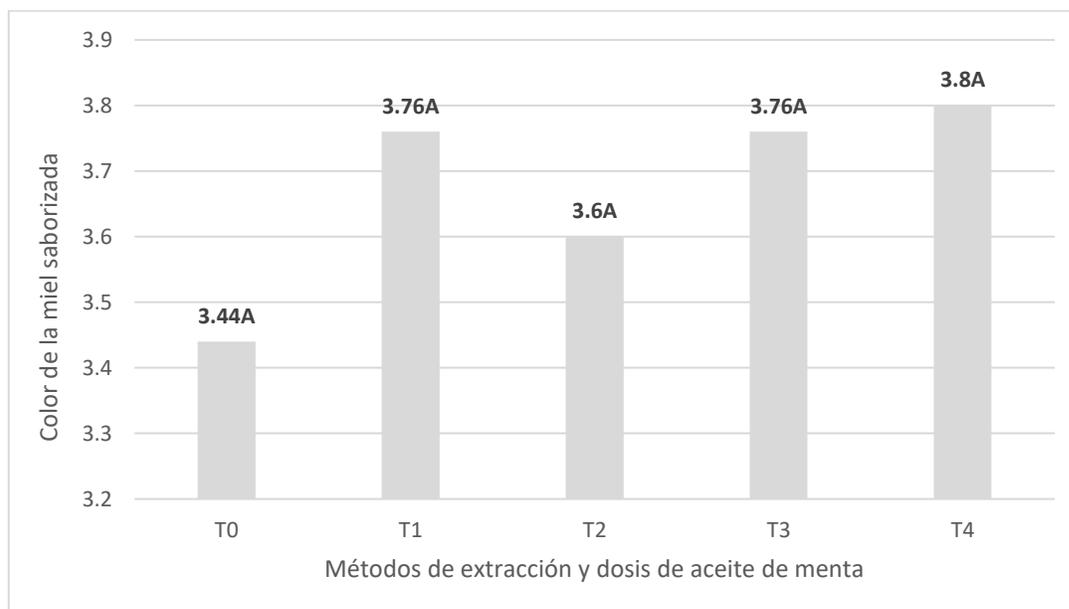


Figura 3. Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el color de la miel.

Como se muestra en la figura 3, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el color de la miel concuerdan con lo manifestado por Basagoitia (2013) en la investigación: Efecto del uso de saborizantes en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel propolizada, no se observa diferencia estadística

entre tratamientos en cuanto al color. Los tratamientos saborizados fueron aceptados en la misma medida que el tratamiento sin sabor por lo que a nivel sensorial la adición de saborizantes no afectó el color de los tratamientos

3.2.2. Olor de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.2087 mayor que la significancia estadística $\alpha = 0.01$ que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron similar efecto en el olor de la miel. Sin embargo, en la figura 4 se observa que los tratamientos T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) y tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostraron las mayores calificación por el panel de catadores con un valor de 3.84; y 3.8 seguido por el tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.76; continuando con el finalmente los tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.72; finalmente el tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) fue el de menor calificación por los panelistas con valores de 3.36 (cuadro 3).

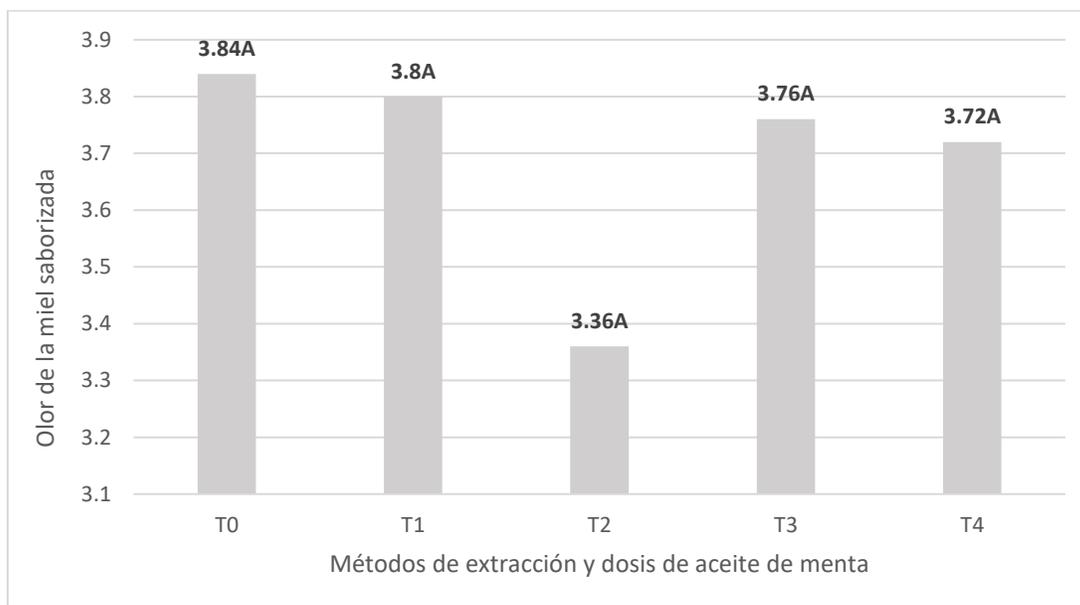


Figura 4. Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el olor de la miel.

Como se muestra en la figura 4, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el olor de la miel concuerdan con lo manifestado por Castellanos (2018) en la investigación: Efecto del uso de frutas como saborizantes en la miel con panal no se observa diferencia estadística en la aceptación del olor, el tratamiento con mango obtuvo la menor aceptación, pero fue valorado como “me gusta”.

3.2.3. Sabor de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.0044 menor que la significancia estadística $\alpha=0.01$ que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron diferencias significativas en el sabor de la miel. Sin embargo, en la figura 5 se observa que el tratamiento T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) mostró la mayor calificación por el panel de catadores con un valor de 3.84; seguido del tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostrando una calificación por el panel de catadores con un valor de 3.48; continuando con el tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.12; finalmente los tratamientos T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) fueron los de menor calificación por los panelistas con valores de 2.84 y 2.68 respectivamente (cuadro 3).

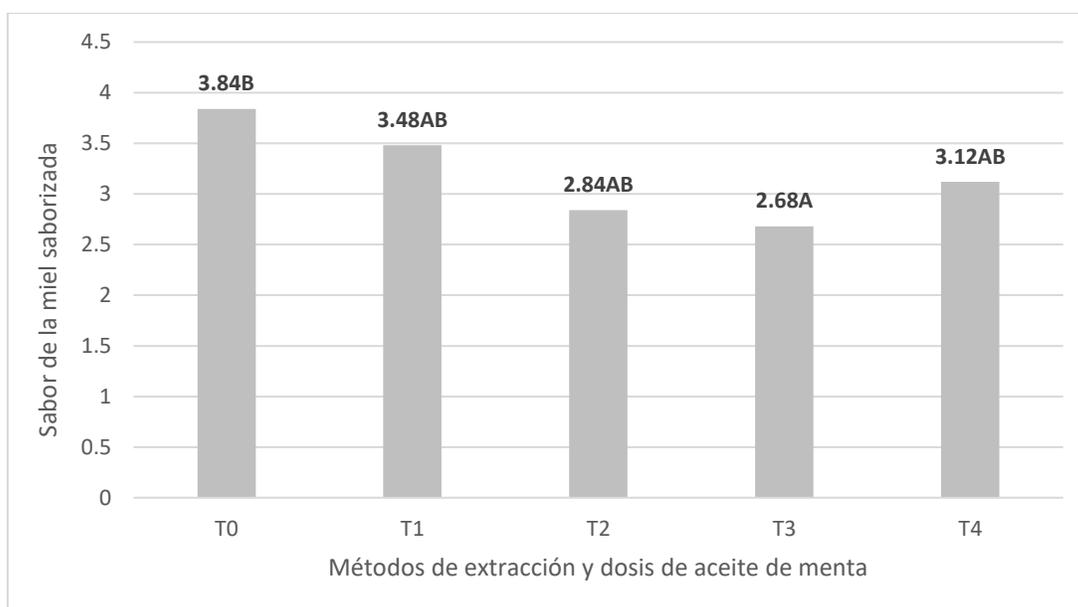


Figura 5. Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el sabor de la miel

Como se muestra en la figura 5, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el sabor de la miel concuerdan con lo manifestado por Castellanos (2018) en la investigación: Efecto del uso de frutas como saborizantes en la miel con panal se muestra que existió diferencia en la aceptación del sabor entre los tratamientos, el panal saborizado con mango presentó una menor valoración y fue calificado como “me gusta poco”.

3.2.4. Consistencia de la miel saborizada

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) se demostró con una probabilidad de error (p-valor) de 0.9358 mayor que la significancia estadística $\alpha=0.01$ que los métodos de extracción y dosis de aceite de menta presentaron similar efecto en la consistencia de la

miel. Sin embargo, en la figura 6 se observa que el tratamiento T0 (tratamiento testigo sin aceite de menta) mostró la mayor calificación por el panel de catadores con un valor de 3.68; seguido de los tratamientos T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.64; seguido del tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) mostrando una calificación de 3.56; finalmente el tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) presentó la menor calificación por los panelistas con un valor de 3.44 (cuadro 3).

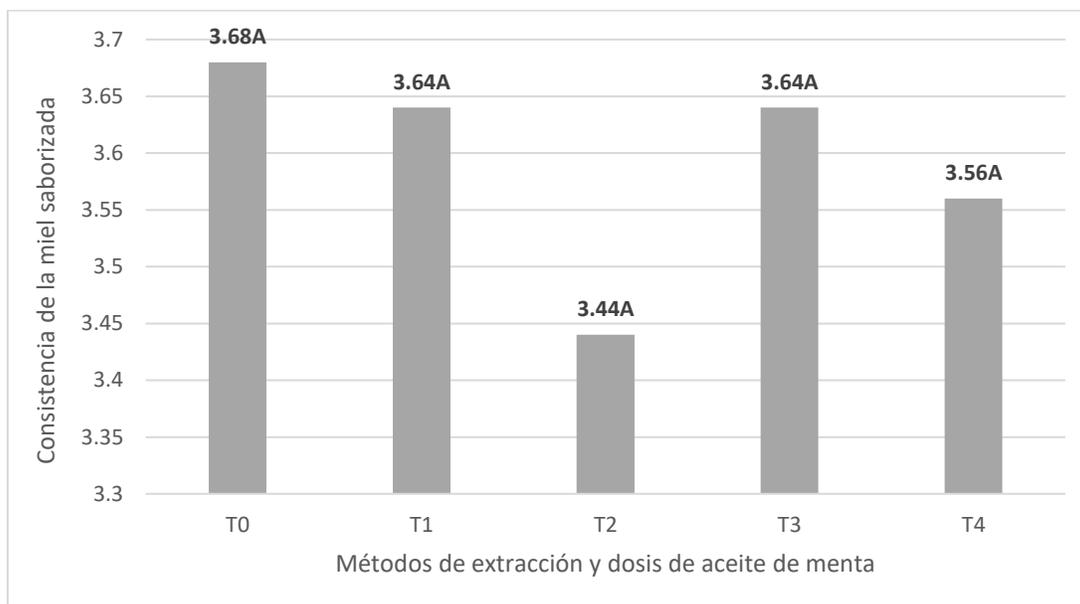


Figura 6. Efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en la consistencia de la miel.

Como se muestra en la figura 6, los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en la consistencia de la miel concuerdan con lo manifestado por Basagoitia (2013) en la investigación: Efecto del uso de saborizantes en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel propolizada, no se observa diferencia estadística entre tratamientos por lo cual todos los tratamientos fueron aceptados en cuanto a la consistencia.

Cuadro 3. Medidas resumen y análisis de varianza (ANOVA) de las variables evaluadas en la miel de abeja saborizada con aceite de menta.

Tratamientos	Variables	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	p-valor
T0	COLOR	3.44	0.46	13.26	0.4924
T1		3.76	0.22	5.83	
T2		3.6	0.2	5.56	

T3		3.76	0.3	7.89	
T4		3.8	0.51	13.42	
T0	OLOR	3.84	0.22	5.71	0.2087
T1		3.8	0.4	10.53	
T2		3.36	0.3	8.83	
T3		3.76	0.33	8.74	
T4		3.72	0.41	11.15	
T0		SABOR	3.84	0.17	
T1	3.48		0.87	24.92	
T2	2.84		0.22	7.71	
T3	2.68		0.41	15.47	
T4	3.12		0.23	7.31	
T0	CONSISTENCIA	3.68	0.54	14.68	0.9358
T1		3.64	0.5	13.68	
T2		3.44	0.09	2.6	
T3		3.64	0.17	4.6	
T4		3.56	0.75	21.17	
T0	GRADOS BRIX	80.2	0	0	<0.0001
T1		78	0	0	
T2		78.5	0	0	
T3		80	0	0	
T4		80.2	0	0	
T0	HUMEDAD	17.6	0	0	<0.0001
T1		20	0	0	
T2		19.2	0	0	
T3		17.8	0	0	
T4		17.6	0	0	

3.3. Análisis por componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales transforma un conjunto de variables correlacionadas en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas el objetivo del análisis es reducir la dimensionalidad en la cual se expresa el conjunto original de variables (Restrepo *et.al.* 2012).

El determinante obtenido en el análisis de correlación de Pearson es de 2.396E-6 un valor casi aproximado a cero; y la medida de adecuación maestra Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de Bartlett muestran un valor de KMO de 0.4903 y una significancia de 3.3092E-20. Trabajando con un coeficiente de correlación cofenética = 0.965 existiendo una correlación casi perfecta entre las variables en estudio (color, olor, sabor, consistencia, grados brix y humedad); lo que indica que el análisis por componentes principales es excelente para explicar los datos obtenidos en la investigación

La figura 7 muestra la variabilidad existente en los atributos sensoriales según la calificación de los panelistas; donde el componente principal 1 contribuyó con el 48.6% de la varianza total explicada y el componente principal 2 con el 27.5%, representando una varianza acumulada del 76.10% (cuadro 5); las variables que se relacionaron para la formación del componente principal 1 fueron: olor, consistencia, y grados brix, todas las variables anteriores influyeron en forma positiva; en el caso del componente principal 2, las variables que se relacionan en forma positiva para su formación son: humedad y sabor (cuadro 5).

El tratamiento 0 (tratamiento testigo sin método de extracción y sin aceite de menta), mostró la mejor calificación por los panelistas en las variables olor, consistencia y en menor proporción a sabor; el tratamiento 1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) las mejores puntuaciones en las variables humedad y sabor; los tratamientos 4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) y 3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel), fueron los de mejor calificación en la variable grados brix; finalmente, el tratamiento 2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) es el más disperso a alejado de las variables siendo el que ha presentado las menores calificaciones en la mayoría de los atributos en estudio (figura 7).

Cuadro 4. Varianza explicada por los componentes principales 1 y 2.

Autovalores				
Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum	
1	2.92	0.49	0.49	
2	1.65	0.28	0.76	
3	1.23	0.21	0.97	

4	0.2	0.03	1
5	0	0	1
6	0	0	1

Cuadro 5. Variables que mejor contribuyen a la varianza de los componentes principales 1 y 2.

Autovectores		
Variables	e1	e2
COLOR	-0.17	-0.19
OLOR	0.51	0.2
SABOR	0.35	0.53
CONSISTENCIA	0.5	0.25
GRADOS BRIX	0.43	-0.52
HUMEDAD (%)	-0.39	0.56
Correlación cofenética		0.965

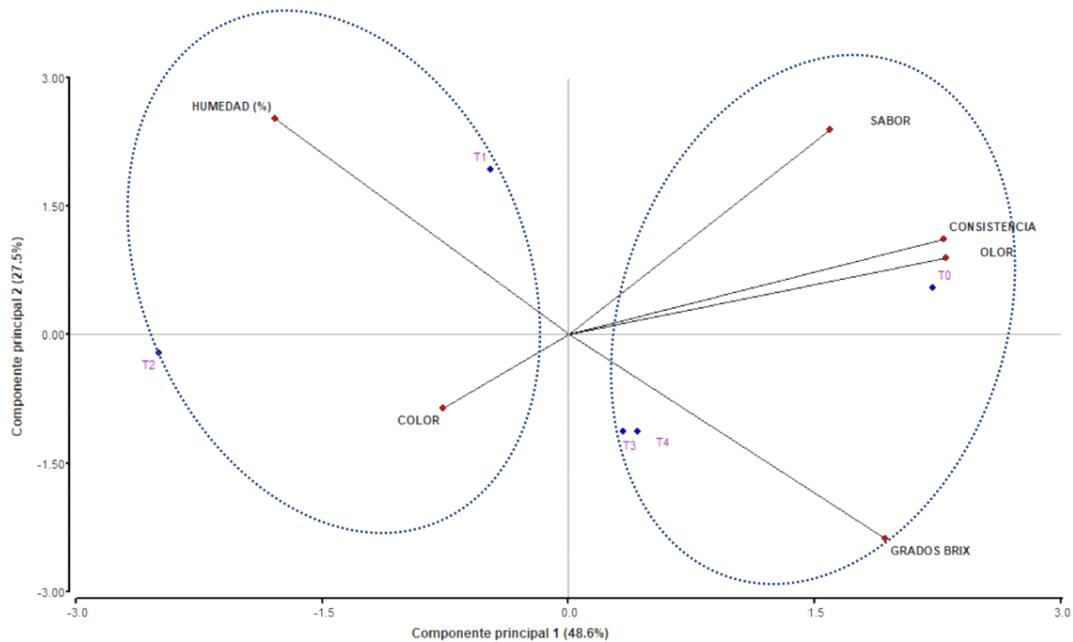


Figura 7. Biplot de los componentes principales para el efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el color de la miel.

El tratamiento T0 (tratamiento testigo sin método de extracción y sin aceite de menta), mostró la mejor aceptación por los panelistas con una calificación global de 3.7; en comparación con el tratamiento testigo el tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) fue el más aceptado por los panelistas siendo este el de mayor aceptación con una calificación de 3.67 en cuanto a los tratamientos con el saborizante; seguido del tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) obteniendo una calificación de 3.55; continuando con el tratamiento T3 (método por arrastre de vapor con 0.8 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.46; finalmente el tratamiento T2 (método por maceración alcohólica con 10 ml de aceite de menta para 375 ml de miel) con una calificación de 3.31 siendo el tratamiento menos aceptado por parte de los panelistas.

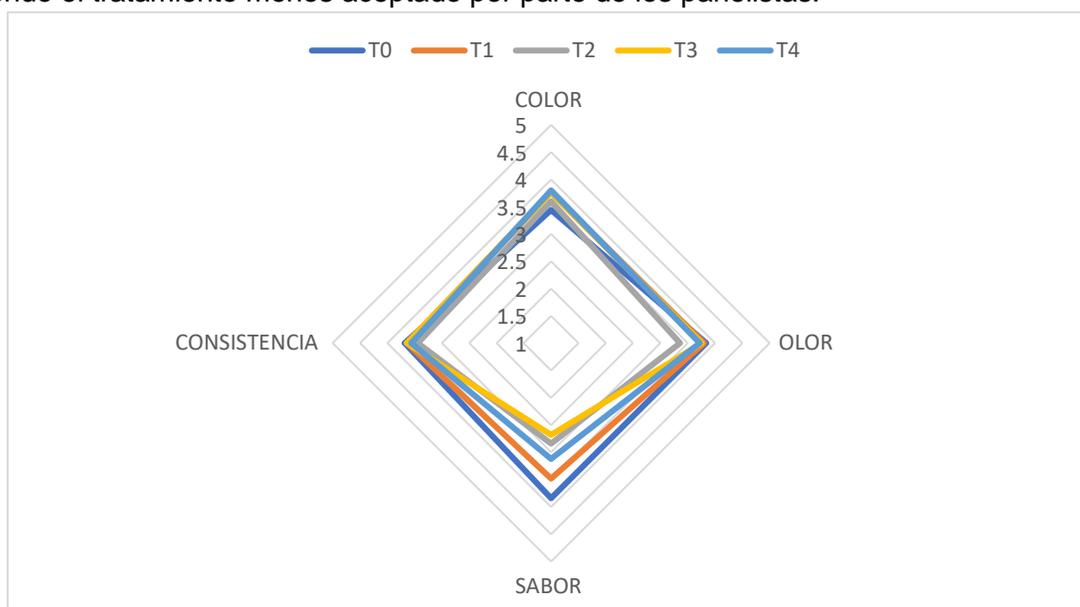


Figura 8. Aceptación de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta para saborizar miel.

Los resultados mostrados en la figura 7 y en la figura 8 los resultados del efecto de los métodos de extracción y dosis de aceite de menta en el olor de la miel concuerdan con lo manifestado por Espinosa (2010) presenta los datos obtenidos para el atributo aceptación general. Los panelistas tuvieron el mismo grado de aceptación para todos los tratamientos demostrando que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$). El factor tiempo no tuvo influencia sobre la aceptación general ($P > 0.05$), y la calificación otorgada por los panelistas a los tratamientos fue “me gusta moderadamente”. La adición de saborizantes no influyó sobre la aceptación del atributo de aceptación general de la miel propolizada. El utilizar panelistas no entrenados pudo haber influido en este atributo, debido a que son personas que no consumen este tipo de productos con frecuencia.

4. CONCLUSIONES

La miel que se utilizó en el experimento cumple con los parámetros fisicoquímicos según Norma Salvadoreña 67.19.01.08 Miel de abejas Especificaciones (segunda edición).

Tanto en las pruebas fisicoquímicas y sensoriales ambos métodos de extracción presentan similares efectos al compararlos entre ellos, sin embargo, el método de maceración alcohólica es el mejor calificado de acuerdo a los panelistas respecto del tratamiento de arrastre de vapor.

Todos los tratamientos de miel saborizada proporcionan características fisicoquímicas aceptables según Norma Salvadoreña 67.19.01.08 Miel de abejas Especificaciones (segunda edición).

Al adicionar un saborizante en forma de aceite esenciales extraído por cualquiera de los dos métodos estudiados, no altera significativamente los parámetros fisicoquímicos iniciales de la miel de abeja utilizada en el experimento.

Todos los tratamientos cuentan con aceptación organoléptica. según la escala hedónica por la cual los panelistas tuvieron la oportunidad de evaluar la miel saborizada.

El tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel), ha sido el mejor puntuado por los panelistas respecto de los demás tratamientos de saborización de miel. Por tanto, el más aceptado.

5. RECOMENDACIÓN.

Ejecutar nuevos ensayos con distintos aceites esenciales, utilizando de base los métodos estudiados con el propósito de generar más alternativas de comercialización y consumo de miel saborizada.

Cuantificar y comparar los rendimientos, pureza, concentración e inocuidad de los aceites esenciales extraídos por los métodos de maceración alcohólica y arrastre de vapor para determinar si existen beneficios de utilizar un método por sobre el otro.

Efectuar un estudio de mercado, con el objetivo de optimizar la percepción de beneficios para los productores de miel y otras materias primas como son los aceites esenciales.

Las instituciones públicas y privadas dedicadas a la investigación y producción de miel de abeja implementen medidas, estrategias, políticas que garanticen el consumo de miel de abeja para incrementar el valor agregado a la producción de miel en El Salvador.

Realizar investigación en el área de inocuidad alimentaria y vida en anaquel para el producto en estudio y otros similares.

Se recomienda el tratamiento T1 (método por maceración alcohólica con 15 ml de aceite de menta para 375 ml de miel), a nivel artesanal ya que la extracción del aceite es más sencilla y se utilizan utensilios menos costosos y de fácil adquisición, haciendo este método más factible para productores o emprendedores que deseen innovar con la saborización de miel saborizada; sin embargo a un nivel industrial se recomienda el tratamiento T4 (método por arrastre de vapor con 0.3 ml de aceite de menta para 375 ml de miel).

6. BIBLIOGRAFIA

Basagoitia, M. 2013. Efecto del uso de saborizantes en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel propolizada (en línea). Consultado 29 oct. 2022. Disponible en <https://1library.co/document/y6e46g5z-efecto-saborizantes-caracteristicas-fisicas-quimicas-sensoriales-miel-propolizada.html>

Castellanos, M. 2018. Efecto del uso de frutas como saborizantes en la miel con panal (en línea). Tesis Ing. Agroin. Honduras, Zamorano. Consultado 20 abr. 2022. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6308/1/AGI-2018-T013.pdf>

López, E; González, B. 2014. Diseño y análisis de experimentos fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, 2d.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). s.f. Miel de El Salvador (en línea). El Salvador, La Libertad. Consultado 06 abr. 2022. Disponible en <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/Perfiles201412392816.pdf>

NSO. (Norma Salvadoreña Obligatoria) 2008. Miel de abejas. Especificaciones. Segunda edición. 2008 (en línea). Consultado 21 mar. 2022. Disponible en <https://www.defensoria.gob.sv/images/stories/varios/NORMAS/PRODUCTOS%20API COLAS/NSO67.19.01.08%20MIEL%20DE%20ABEJA.pdf>

Quijano, A. 2018. Manual de química. Extracción de aceites esenciales a través de arrastre con vapor (en línea). Consultado 02 may. 2022. Disponible en <https://quimicafacil.net/manual-de-laboratorio/extraccion-aceites-esenciales-arrastre-vapor/>

Quijano, A. 2018. Manual de química. Extracción de aceites esenciales por destilación (en línea). Consultado 02 may. 2022. Disponible en <https://quimicafacil.net/category/manual-de-laboratorio/q-organica/>

Ravelo, V. 2012. Respuesta productiva de la especie vegetal medicinal aromática menta (*Mentha piperita L.*) al manejo agronómico de las variables densidad de siembra y

frecuencias de corte otavalo (en línea). Tesis Ing. Agr Quito, Ecuador, UPS. Consultado 30 abr. 2022. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6054/1/UPS-YT00141.pdf>

Restrepo, L; Posada L; Noguera R. 2012. Análisis por componentes principales (en línea). Consultado 25 oct. 2022. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902012000200011

Rodríguez, M. 2012. Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas (en línea). Baja California Sur, México. Consultado 22 mar. 2022. Disponible en https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf

Rosales, M. 2018. Desarrollo y caracterización fisicoquímica y sensorial de miel propolizada saborizada en panal (en línea). Honduras. Consultado 29 oct. 2022. Disponible en <https://docplayer.es/126290305-Desarrollo-y-caracterizacion-fisicoquimica-y-sensorial-de-miel-propolizada-saborizada-en-panal-monica-alexandra-rosales-velasco.html>

7. ANEXOS

A-1: Extracción de aceite de menta por el método de arrastre de vapor

Los materiales son los siguientes:

- ✓ 1 Destilador
- ✓ 1 Plancha de calentamiento
- ✓ 2 Erlenmeyer de 100 mL
- ✓ Balanza
- ✓ Material para extraer

El procedimiento es el siguiente:

1. Se seleccionó el material vegetativo con buenas características, descartando todas las hojas que se encontraron marchitas o podridas al igual se quitó cualquier material extraño
2. Se colocó encima de la plancha de calentamiento el destilador agregando 5 litros de agua en el destilador, colocar en el tamiz metálico para evitar que las hojas tengan contacto directo con el agua.
3. Se inició el proceso de extracción aplicando calor al destilador para generar vapor y empezar a extraer todos los aceites volátiles.
4. El vapor que sale del destilador de extracción se conduce a través del tubo de condensación, donde este cambia de fase, se debe de observar una buena condensación, manipulando el flujo de agua de refrigeración, para evitar el escape de compuestos volátiles de interés.

5. A medida que se realiza la extracción, se puede observar la separación del aceite de la fase acuosa (Quijano 2018).

A-2: Extracción de aceite de menta por el método de maceración alcohólica

Los materiales son:

- ✓ 1 mortero
- ✓ 1 embudo de vidrio con filtro
- ✓ 1 Erlenmeyer de 100 mL

El procedimiento es el siguiente:

1. Se colocó en el mortero la muestra de hojas frescas de la cual se extrajo el aceite y agregar alcohol y macerar hasta que las hojas estén bien trituradas y hayan liberado la mayor cantidad de aceite.
2. Filtrar el macerado utilizando un embudo colocado en Erlenmeyer conectado a una bomba de vacío
3. Recolectar el macerado (Quijano 2018).