

**Universidad Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería Agroindustria Alimentaria**



Proyecto Especial de Graduación  
**Evaluación fisicoquímica y sensorial de miel de abeja (*Apis mellifera*)  
adicionada con lechuga romana (*Lactuca sativa var. longifolia*).**

Estudiante

Jessica Marcela López Pérez

Asesores

Blanca Carolina Valladares, M.Sc.

José Raúl Espinal, Ph.D

Honduras, octubre 2025

## **Autoridades**

**KEITH L. ANDREWS**

Rector i.a.

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

**JULIO NAVARRO**

Secretario General

## Contenido

Resumen .....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y métodos .....	12
Proceso de Preparación de la Muestra .....	12
Análisis Físicos.....	15
Análisis de Viscosidad .....	15
Análisis Químicos .....	15
Análisis de Potencial de Hidrogeno (pH).....	15
Análisis de Sólidos Solubles (°Brix).....	16
Análisis Sensorial Afectivo .....	16
Prueba sensorial de Preferencia .....	16
Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	16
Resultados y Discusión.....	18
Análisis Físicos.....	18
Color.....	18
Viscosidad .....	19
Análisis Químicos .....	21
Sólidos Solubles (°Brix).....	21
Potencial de Hidrógeno (pH).....	22
Análisis Sensorial.....	23
Aceptación de Apariencia y Color .....	23
Aceptación de Olor .....	25
Aceptación de Textura .....	26
Aceptación de Dulzura, Sabor y Aceptación General .....	27

Prueba de Preferencia .....	29
Conclusiones .....	31
Recomendaciones.....	32
Referencias.....	33
Anexos.....	38

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Formulaciones para preparación de 0.3 litros de miel con lechuga licuada.....	12
Cuadro 2 Resultados de análisis físico: Color de la miel adicionada con lechuga licuada.....	18
Cuadro 3 Resultados de análisis físico: viscosidad de la miel adicionada con lechuga licuada.....	20
Cuadro 4 Resultados de análisis químico: Solidos Solubles (°Brix) de la miel adicionada con lechuga licuada.....	21
Cuadro 5 Resultados de análisis químico: Potencial de Hidrógeno (pH) de la miel adicionada con lechuga licuada.....	22
Cuadro 6 Resultados de prueba de aceptación de apariencia y color de la miel adicionada con lechuga licuada.....	23
Cuadro 7 Resultados de prueba de aceptación de olor de la miel adicionada con lechuga licuada....	25
Cuadro 8 Resultados de prueba de aceptación de textura de la miel adicionada con lechuga licuada.....	26
Cuadro 9 Resultados de prueba de aceptación de dulzura, sabor y aceptación general de la miel adicionada con lechuga licuada.....	27
Cuadro 10 Resultados de prueba de preferencia de miel adicionada con lechuga licuada.....	29

## Índice de Figuras

Figura 1 Flujo de proceso para la elaboración de miel adicionada con lechuga licuada.....	14
---	----

## Índice de Anexos

Anexo A Boleta de evaluación sensorial de las muestras. .... **Error! Bookmark not defined.**

Anexo B Tabla de prueba Basker y Kramer “Valor critico de diferencia entre suma de categoría” **Error! Bookmark not defined.**

Anexo C Cuadro de resultados de análisis de Correlación de Pearson de la Aceptación General de cada atributo contra el resto de los atributos evaluados. .... **Error! Bookmark not defined.**

Anexo D Perfil nutricional de la miel adicionada con lechuga romana según la RTCA por porción de 30 g..... **Error! Bookmark not defined.**

Anexo E Imágenes visuales de los tratamientos trabajados en el estudio. **Error! Bookmark not defined.**

## Resumen

La actual tendencia alimenticia es consumir alimentos saludables, naturales y con algún beneficio para la salud. La miel con lechuga es un alimento natural que contiene clorofila por lo que podría mejorar la digestión del consumidor, pero esta mezcla es un producto que actualmente no se encuentra en el mercado. El objetivo de este estudio fue evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de la miel de abeja (*Apis mellifera*) adicionada con lechuga romana licuada como fuente clorofila. El estudio se realizó bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres tratamientos: un control (miel sin adición de lechuga) y dos experimentales (miel adicionada con 7.5% lechuga y miel adicionada con 10% lechuga), cada tratamiento con tres repeticiones. Se realizaron análisis químicos (pH y sólidos solubles), análisis físicos (viscosidad y color), evaluación sensorial afectiva con 100 panelistas no entrenados quienes evaluaron el producto en una prueba de aceptación (atributos de apariencia, color, olor, textura, dulzura, sabor y aceptación general) y una prueba de preferencia. El estudio concluyó que independiente del porcentaje de adición de lechuga licuada aumentó la luminosidad, la coloración rojiza, la coloración amarilla, el contenido de sólidos solubles y la viscosidad, pero mantuvo el pH de la miel. La adición de lechuga disminuyó la preferencia y aceptación sensorial en los atributos de color, apariencia, olor, textura, dulzura, sabor y aceptación general de la miel de abeja. Se recomienda cuantificar el contenido de clorofila en ambos productos para respaldar el valor saludable del nuevo producto.

*Palabras clave:* aceptación, pH, preferencia, viscosidad.

## **Abstract**

The current dietary trend is to consume healthy and natural food with some health benefits. Honey mixed with lettuce is a natural food that contains chlorophyll, which could improve consumer digestion, but this mixture is a product currently not available on the market. The objective of this study was to evaluate the physicochemical and sensory characteristics of honeybee (*Apis mellifera*) added with blended romaine lettuce as a source of chlorophyll. The study was conducted under a Randomized Complete Block (RCB) design, with three treatments: one control (honey without added lettuce) and two experimental treatments (honey added with 7.5% lettuce and honey added with 10% lettuce), each treatment with three replicates. Chemical analyses (pH and soluble solids), physical analyses (viscosity and color), and an affective sensory evaluation were performed with 100 untrained panelists who evaluated the product in an acceptance test (attributes of appearance, color, smell, texture, sweetness, flavor, and overall acceptance) and a preference test. The study concluded that regardless of the percentage of liquefied lettuce added, the honey's luminosity, reddish color, yellow color, soluble solids content, and viscosity increased, but maintained its pH. The addition of lettuce decreased the preference and sensory acceptance of honey in the attributes of color, appearance, odor, texture, sweetness, flavor, and overall acceptance. Quantifying the chlorophyll content of both products is recommended to support the new product's health value.

*Keywords:* acceptance, pH, preference, viscosity.

## Introducción

La miel es una sustancia dulce y natural elaborada por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar floral o secreciones vegetales. El néctar es transformado en miel mediante enzimas y procesos de deshidratación que ocurren al almacenarlo en los panales donde este proceso se conoce como maduración (Codex Alimentarius, 2022); (Jacinto et al., 2016) señalan que para evaluar su calidad de la miel es fundamental considerar atributos sensoriales (sabor, aroma, consistencia y color) y fisicoquímicos (porcentaje de humedad y contenido de azúcares). La miel está constituida principalmente por fructosa y glucosa, además de ácidos orgánicos, enzimas y partículas propias de la recolección, lo que le confiere variaciones en color, consistencia, sabor y aroma en función de su origen botánico.

En el contexto hondureño, la producción de miel está principalmente dirigida por microempresas familiares que utilizan métodos artesanales enfrentando limitaciones tecnológicas y financieras (Quezada, 2004). Esta realidad limita las capacidades de innovar en productos derivados de la miel, lo que resalta la importancia de esta investigación.

La lechuga, además de ser una hortaliza de amplio consumo, contiene pigmentos naturales como la clorofila y su uso en este estudio respondió no solo a su accesibilidad y bajo costo, sino también a una tendencia creciente hacia la revalorización de productos agrícolas generalmente descartados por el mercado, por pérdida de atributos como tamaño, color o apariencia. La revalorización no solo podrían promover a una alimentación saludable para el consumidor, sino que también que podrían beneficiar a pequeños productores, agricultores locales y sistemas agroindustriales al reducir pérdidas postcosecha y fomentar una economía circular (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019). En Zamorano según (Xicay, 2021), en el manejo postcosecha de la lechuga se registraron pérdidas del 31.81% durante la temporada lluviosa y del 16.67% en la temporada seca. Además, en el área de comedor los desperdicios alcanzaron un 11.52% y en el puesto de ventas informo de un 5% a lo largo del año.

La clorofila, el pigmento verde presente en plantas, algas y algunas bacterias, ha sido ampliamente estudiada por sus beneficios en la salud humana, por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas y antimicrobianas (Ebrahimi et al., 2023; Ji et al., 2024). Su capacidad antioxidante permite neutralizar radicales libres, reduciendo así el riesgo de enfermedades crónicas como el cáncer y las afecciones cardiovasculares. Además, se ha observado que contribuye a procesos de desintoxicación al facilitar la eliminación de toxinas y metales pesados, lo cual es clave para la salud hepática (Ebrahimi et al., 2023).

Asimismo, se ha demostrado que la clorofila favorece la salud digestiva mediante el equilibrio de la microbiota intestinal y la mejora en la absorción de nutrientes, al mismo tiempo que presenta efectos antiinflamatorios (Chandrasekaran et al., 2024). También posee propiedades antimicrobianas que fortalecen el sistema inmunológico y beneficios dermatológicos, como la reducción de la inflamación y el acné, lo cual explica su popularidad en productos cosméticos (Ebrahimi et al., 2023).

Con este estudio, se espera contribuir al desarrollo de productos innovadores para el sector apícola y ayudando a formar parte de las nuevas tendencias de mercado, con características funcionales. Y así lograr nuevas oportunidades para mercados específicos de miel ya que para los consumidores que se interesan por su bienestar y salud sea una buena opción. Esta investigación contribuirá como una base científica para futuras innovaciones con clorofila en la industria procesadora de alimentos.

Por lo anterior, este estudio tuvo como objetivos:

Comparar propiedades físicas y químicas de la miel de abeja con adición de proporciones de lechuga romana licuada.

Evaluar la aceptación y preferencia de la miel de abeja adicionada con proporciones de lechuga romana licuada.

## Materiales y métodos

### Ubicación del Estudio

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Universidad Zamorano, km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yeguaré, la cual está ubicada en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

La miel de abeja fue procesada en la Planta de Procesamiento Apícola, el análisis de color se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), el análisis de viscosidad y análisis químicos se realizaron en la Planta Hortofrutícola y la evaluación sensorial se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial.

### Materiales

Miel de abeja (*Apis mellifera*) fue cosechada en mayo de 2025 de tres colmenas ubicadas en los apiarios de Zamorano. La lechuga romana (*Lactuca sativa var. longifolia*) se obtuvo en la planta de Postcosecha de Zamorano en cada una de las repeticiones.

### Proceso de Preparación de la Muestra

Para la obtención de cada tratamiento se prepararon muestras de miel, utilizando diferentes proporciones de lechuga licuada. Se formularon tres tratamientos: un control que consistió, en uso solo de miel líquida, dos tratamientos con miel y lechuga licuada usando diferentes combinaciones entre ellas.

### Cuadro 1

*Formulaciones para preparación de 0.3 kg de miel con lechuga licuada.*

Tratamiento	Miel líquida (kg)	Lechuga Licuada (kg)	Descripción
1	0.426	0.000	Miel sin lechuga
2	0.394	0.032	Miel (92.5%) + lechuga (7.5%)
3	0.383	0.043	Miel (90.0%) + lechuga (10%)

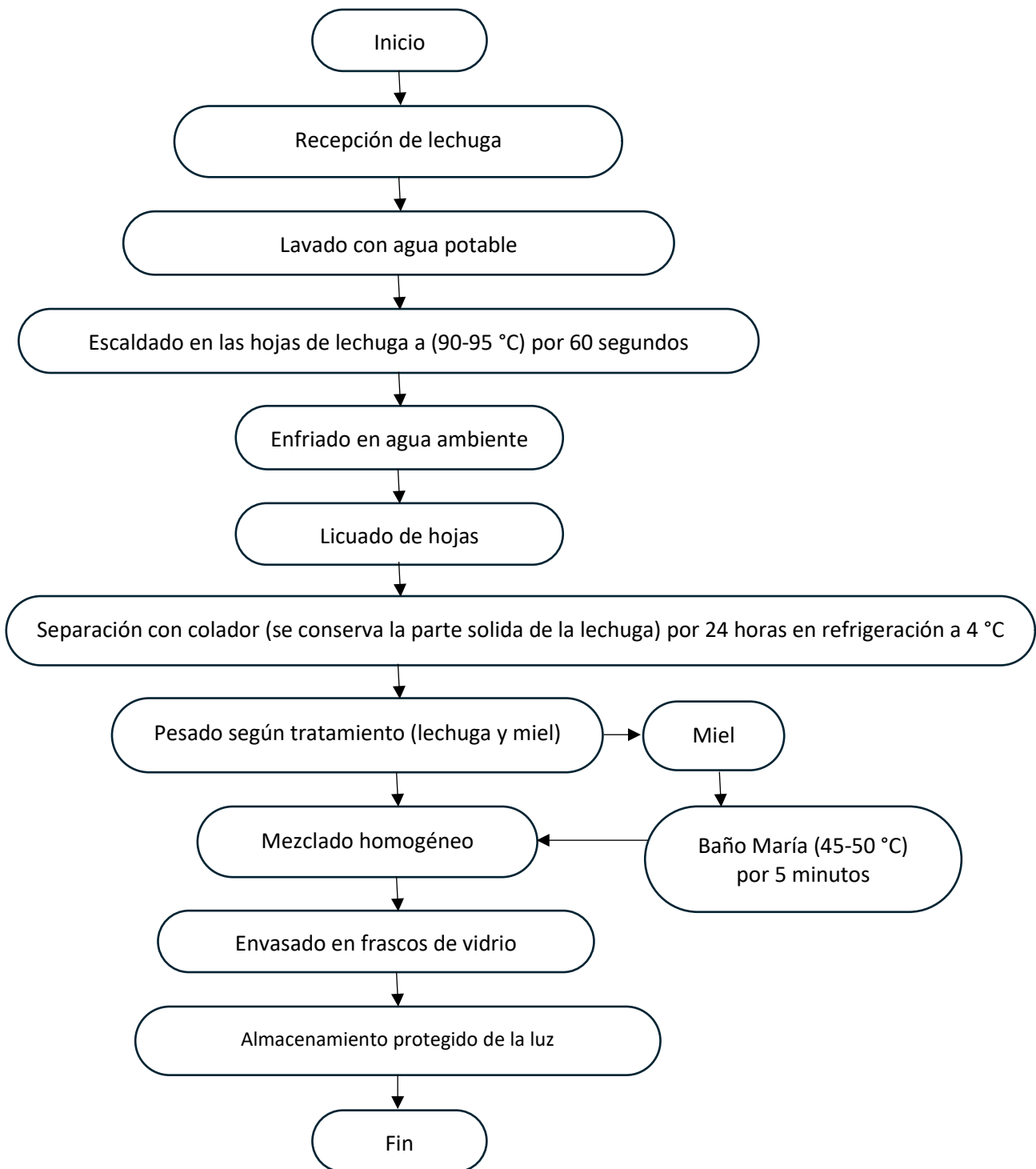
*Nota.* Cada formulación se expresa en kilogramos (kg). No se realizó conversión a volumen, ya que los cálculos se basaron directamente en masa de los ingredientes, considerando una densidad promedio de la miel líquida de 1.410 g/mL (1.410 kg/L) se incluye únicamente como referencia (Caamal, 2009).

Para obtener el producto licuado, las hojas de lechugas fueron lavadas con agua potable, luego se sometieron a un proceso de escaldado con un tiempo de 60 segundos a una temperatura de (90-95 °C) y al terminar este tratamiento, le lechuga se colocó de inmediato en agua a temperatura ambiente. Posteriormente las hojas se licuaron a velocidad media y la mezcla se separó en dos fases con ayuda de un colador, separando el jugo de lechuga de color verde y conservando únicamente lechuga semilíquida. De esa manera, el procedimiento se repitió varias veces, pero en cada ocasión se reutilizó el líquido obtenido en la primera extracción, añadiéndola a la licuadora para facilitar el proceso de licuado de la lechuga previamente cortada en trozos pequeños. Los residuos líquidos se colocaron en una botella y finalmente la lechuga licuada se colocó en botes de vidrio que luego fueron guardados en refrigeración aproximada a 4 °C por 24 horas.

Posteriormente, la miel ya pesada se sometió a proceso de baño María a una temperatura entre (45-50 °C) por 5 minutos, para luego añadir la lechuga licuada también previamente pesada, realizando mezclas homogéneas. Finalmente, se envasó en frascos de vidrio, procurando proteger el producto de la luz.

**Figura 1**

*Flujo de proceso para la elaboración de miel adicionada con lechuga licuada.*



## **Análisis Físicos**

### ***Análisis de Color***

Se analizó con ayuda del equipo Colorflex Hunter L\*a\*b\* un método de análisis AN 1018.00. Las muestras de cada tratamiento se colocaron de manera que cubran la placa de vidrio de tres centímetros de diámetro. El parámetro L\* corresponde a la luminosidad de la muestra en una escala de 0 a 100, donde valores cercanos a 0 indican menor reflexión de luz (más oscuras), mientras que valores próximos a 100 reflejan mayor claridad (más claridad). En cuanto a los valores de a\*, pertenecen de -60 a 0 indicando una tendencia de verde, mientras que los valores positivos que corresponden de 0 a 60 reflejan una coloración roja. Por otro lado, b\* corresponde a los valores entre -60 a 0 a una tendencia de azul, y aquellos que se relacionan de 0 a 60 pertenecen a tonalidades de color amarillo.

### ***Análisis de Viscosidad***

La viscosidad de cada una de las muestras fue determinada mediante el uso de un viscosímetro digital ATAGO, modelo compatible con fluidos de alta densidad, siguiendo un método instrumental basado en la medición en la resistencia al flujo rotacional. Una vez estabilizada la muestra, se registró la lectura de viscosidad en centipoise (cP), prosiguiendo a pasarlo a unidades acorde con un sistema internacional de medida, dividiendo entre 1000. Esto se debe a que 1 Poise equivale a 0.1 Pa.s, por lo que 1000 cP corresponden a 1 Pa.s (Olatunji et al., 2018). Lo que permitió evaluar la resistencia al flujo de cada tratamiento, importante para ver su comportamiento y percepción de textura del producto final.

## **Análisis Químicos**

### ***Análisis de Potencial de Hidrogeno (pH)***

Se utilizó un método de análisis AOAC 981.12 con un potenciómetro portátil "Large Display pH pen" Starter 300 OHAUS. En cada una de las repeticiones, se tuvo que calibrar el equipo utilizando soluciones buffer de diferentes pH 4, 7 y 10. Para esto después de la calibración, se sumergió el

electrodo en cada una de las muestras para medir el valor correspondiente de pH por cada tratamiento y repetición.

### ***Análisis de Sólidos Solubles (°Brix)***

Se evaluó por medio de un método de análisis de AOAC 983.17 utilizando un Pocket Digital Refractometer 0-85%, modelo PAL- $\alpha$ . Se calibró con agua para proseguir a colocar las muestras en el lente de lectura, limpiando el lente entre muestra evaluada, tomando un dato por cada tratamiento en cada una de las repeticiones.

### ***Análisis Sensorial Afectivo***

En este estudio se realizaron dos tipos de pruebas: prueba de aceptación y prueba de preferencia. Donde ambas se apoyarán de 100 panelistas no entrenados pero consumidores de miel.

### ***Prueba sensorial de Aceptación***

Estas buscan expresar el grado de gusto o disgusto de los tratamientos, donde se evaluaron atributos como: apariencia, color, olor, textura, dulzura, sabor y aceptación en general. Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos numéricos, indicando 1 “me disgusta muchísimo” y 9 “me gusta muchísimo”.

### ***Prueba sensorial de Preferencia***

Con esta prueba, se identificaron los tratamientos más y menos preferidos, con base en una clasificación del 1 al 3, de acuerdo con el siguiente orden, donde el 1 representa “el más preferido” y 3 “el menos preferido”. Se determinó, que el tratamiento con menor puntuación fue el más preferido por parte del panelista. Por medio de las tablas de Basker y Kramer (Anexo 2), se determinó el valor crítico definido a partir del número de panelistas versus número de tratamientos evaluados y con dicho valor se estableció diferencias entre tratamientos.

### ***Diseño Experimental y Análisis Estadístico***

Para los análisis fisicoquímicos y los resultados de la prueba de aceptación, se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos y tres repeticiones (Cuadro 1), generando un total de nueve unidades experimentales. El procesamiento estadístico se llevó a cabo

utilizando el software Statistical Analysis System SAS® Studio, versión 9.04.01M7P08062020, a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias por el método de Duncan, con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ .

## Resultados y Discusión

### Análisis Físicos

#### Color

El Cuadro 2 muestra los resultados de color de la miel adicionada con lechuga licuada y se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  de los tratamientos.

#### Cuadro 2

*Resultados de análisis físico: Color de la miel adicionada con lechuga licuada.*

Tratamiento	$L^*$	$a^*$	$b^*$
	Media $\pm$ D. E	Media $\pm$ D. E	Media $\pm$ D. E
Miel sin lechuga	16.01 $\pm$ 6.13 <sup>b</sup>	11.15 $\pm$ 4.70 <sup>b</sup>	24.61 $\pm$ 9.49 <sup>b</sup>
Miel + 7.5% de lechuga	18.57 $\pm$ 8.41 <sup>b</sup>	10.89 $\pm$ 1.39 <sup>b</sup>	27.95 $\pm$ 14.7 <sup>b</sup>
Miel + 10% de lechuga	46.74 $\pm$ 5.62 <sup>a</sup>	21.27 $\pm$ 6.70 <sup>a</sup>	58.29 $\pm$ 1.26 <sup>a</sup>
C.V. (%)	22.9	29.5	33.1

*Nota.* <sup>a-b</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). C.V. (%):

Coficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar.

La miel más adición del 10% de lechuga presentó un valor de  $L^*$  significativamente más alto, lo que indica una mayor claridad en comparación con los otros tratamientos. La incorporación de lechuga al 10% de adición mostró una concentración más alta lo que provocó un aumento de luminosidad. Este efecto podría atribuirse a la incorporación de clorofila y compuestos fenólicos provenientes de la lechuga, que aportan tonalidades menos cálidas en el color, lo cual concuerda con lo señalado por (Delmoro et al., 2010), quienes destacan la influencia de los pigmentos en la percepción visual.

En el valor  $a^*$ , solo el tratamiento del 10% de lechuga adicionada, difirió significativamente, pero se mantuvieron con valores positivos, indicando que predominan tonalidades rojizas propias en la miel. Este comportamiento coincide con lo reportado por (Pathare et al., 2013), quienes indicaron que los pigmentos carotenoides y flavonoides presentes en la miel pueden dominar sobre la influencia de pigmentos verdes. De acuerdo con Montenegro et al. (2005); Suescún y Vit (2008), las tonalidades

naturales de la miel varían entre ámbar claro y oscuro, predominando los tonos cálidos, lo que explica que la adición de clorofila no haya generado valores negativos en  $a^*$ .

Se observó que el tono rojizo de la miel solo aumentó significativamente con la mayor cantidad de lechuga añadida del (10%). Por lo que puede explicar porque los pigmentos de la lechuga posiblemente modificaron la forma en que la miel refleja parte de la luz roja de manera natural. El hecho de que los valores en  $a^*$  permanecieran positivos sugieren que, aunque la intensidad del rojo se modificó, la concentración de lechuga añadida no fue suficiente para neutralizar por completo el color base de la miel. Un valor en  $a^*$  define la desviación del punto acromático correspondiente a la luminosidad hacia el rojo si  $a^*$  es positiva, y hacia el verde si  $a^*$  es negativa (Mathias-Rettig y Ah-Hen, 2014).

Por otra parte, Tobolka *et al.* (2024), indicaron en un estudio que algunos azúcares, como la sacarosa, tienden a estabilizarse, mientras que otros, como la fructosa, pueden acelerar su degradación, lo que se refleja en cambios significativos en los parámetros de color, especialmente  $a^*$ , lo que ayuda a entender en la forma en la que se expresan y perciben los colores aportados por compuestos vegetales aportados como los de la lechuga.

Los valores de  $b^*$  también aumentaron significativamente a medida que aumentaba la adición de lechuga, mostrando una mayor intensidad de tonalidades amarillas características de la miel natural. El contenido natural de azúcar en la miel y los pigmentos aportados por la lechuga interactuaron, alterando la percepción visual hacia tonos más amarillos en el tratamiento del (10%). Los azúcares en la miel funcionaron como matriz alimenticia, dentro de la cual los pigmentos de la lechuga interactuaron e influyeron en como los pigmentos se degradaron o se mantuvieron, lo que transmitió en un cambio medible de color, respaldado por (Tobolka et al., 2024).

### **Viscosidad**

El Cuadro 3 muestra que se presentó diferencias estadísticamente significativas en los valores de viscosidad entre tratamientos ( $p < 0.05$ ). La adición de lechuga disminuyó la viscosidad y pudo atribuirse al incremento de agua libre aportado por la lechuga, ya que su composición es de hasta un

94% de agua que diluye la matriz coloidal de la miel y reduce la fuerza cohesiva entre las moléculas de azúcar (Faustino y Pinheiro, 2021); (Santos et al., 2014), indica que la viscosidad de la miel varía entre 1.90 y 8.55 Pa.s en función de su origen floral. En este estudio, los valores encontrados para el tratamiento únicamente con miel de abeja cumplen con dicho rango, pero la miel que contenía lechuga licuada se encuentra en el límite según lo descrito por dichos autores, lo que indica que la adición de lechuga reduce la viscosidad del producto.

### Cuadro 3

*Resultados de análisis físico: viscosidad de la miel adicionada con lechuga licuada.*

Tratamiento	Consistencia (Pa.s) Media ± D. E
Miel sin lechuga	5.71±1.69 <sup>a</sup>
Miel + 7.5% de lechuga	1.76±0.64 <sup>b</sup>
Miel + 10% de lechuga	1.99±0.77 <sup>b</sup>
C.V. (%)	7.93

*Nota.* <sup>a-b</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05), letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos (P>0.05). C.V. (%): Coeficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar.

Este comportamiento ha sido descrito en matrices alimentarias enriquecidas con fibras, donde la estructura polimérica puede contrarrestar parcialmente la reducción de viscosidad inducida por el agua (Faustino y Pinheiro, 2021). Desde una perspectiva tecnológica, una menor viscosidad facilita la manipulación y aplicación del producto, pero también puede comprometer su estabilidad microbiológica al aumentar la actividad de agua, lo que favorece la fermentación y el desarrollo microbiano (Gomes et al., 2010). La adición de ingredientes vegetales con alto contenido de agua y azúcares naturales tiende a disminuir la viscosidad en matrices alimentarias azucaradas.

Este comportamiento coincide con lo respaldado por Amagloh et al. (2013), quienes encontraron que formulaciones alimenticias complementarias a base de batata, un vegetal de alta humedad y azúcares, presentaron menor viscosidad en comparación con cereales almidonados. Esto respalda que los ingredientes vegetales ricos en agua tienden a reducir la viscosidad en productos azucarados.

## Análisis Químicos

### *Sólidos Solubles (°Brix)*

Los sólidos solubles expresados en °Brix indican la concentración de azúcares en la miel, parámetro que influye en su dulzor, textura y estabilidad microbiológica (Da Silva et al., 2016). El Cuadro 4 muestra que la adición de lechuga licuada provocó una disminución estadísticamente significativa en el contenido de sólidos solubles de la miel ( $P < 0.05$ ). Esta reducción se observó en los tratamientos con adición de lechuga y podría explicarse ya que es una hortaliza con alto contenido de agua de hasta un 94%, lo que diluye la concentración de azúcares presentes en la miel. Provocando que los sólidos solubles disminuyan de valores superiores a 80 °Brix en la miel sin adición, a un rango de 70.4-77.0 °Brix en los tratamientos experimentales con lechuga.

#### **Cuadro 4**

*Resultados de análisis químico: Sólidos Solubles (°Brix) de la miel adicionada con lechuga licuada.*

Tratamiento	°Brix Media $\pm$ D. E
Miel sin lechuga	81.97 $\pm$ 1.72 <sup>a</sup>
Miel + 7.5% de lechuga	73.87 $\pm$ 3.31 <sup>b</sup>
Miel + 10% de lechuga	72.97 $\pm$ 2.46 <sup>b</sup>
C.V. (%)	3.38

*Nota.*<sup>a-b</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ), letras iguales indican que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%): Coeficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar.

Todos los tratamientos mantienen valores superiores a 60 de °Brix, límite mínimo establecido por el (Codex Alimentarius, 2022), para considerar la miel de buena calidad. Estos cambios también podrían incrementar la actividad de agua, aumentando la susceptibilidad del producto a fermentación y crecimiento microbiano (Mouly et al., 2023). Cabe destacar que el valor de humedad de la miel sin adición fue de (18.1%) donde se encontraba dentro del rango para la miel, mencionado por (Moguel Y, Echazarreta C, Mora R., 2005); sin embargo, las muestras con adición estaban en (22.4%) y (23.8%) superando el límite de 21% de humedad permitido, por lo que se consideraría una miel con alta humedad, con un mayor riesgo de fermentación. De acuerdo con Rosales (2018), la reducción en sólidos solubles requiere estudios de vida útil, ya que la estabilidad del sabor y propiedades puede

alterarse durante el almacenamiento. En este estudio se determinó directamente el porcentaje de humedad de la miel; sin embargo, la disminución en °Brix observada sugiere un aumento en el contenido de humedad, lo cual concuerda con la relación inversa entre ambos parámetros descrita por (Mahmoud et al., 2023). Mientras tanto en este estudio se confirma la relación, ya que la miel sin adición de lechuga se encontraba (0.63) de actividad de agua y los tratamientos con adición se encontraban entre (0.64) y (0.65) de actividad de agua, donde muestran un breve aumento de agua libre disponible en la miel de cada tratamiento, pero nada significativo.

### **Potencial de Hidrógeno (pH)**

En el Cuadro 5, el análisis estadístico indicó que no hubo diferencias estadísticamente significativas en los valores de pH entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ). Galdas et al. (2022), quienes observaron que el enriquecimiento con vegetales y frutas no alteró significativamente el pH de la miel, debido a que este parámetro depende principalmente de los ácidos orgánicos presentes de forma natural en la miel, lo que permite mantener un pH relativamente estable aun cuando se incorporan ingredientes externos. Por lo que se respalda de manera similar en este estudio, mostrando que la adición de lechuga licuada tampoco mostró cambios relevantes en el pH, lo que confirma la estabilidad de este parámetro a la incorporación de vegetales.

### **Cuadro 5**

*Resultados de análisis químico: Potencial de Hidrógeno (pH) de la miel adicionada con lechuga licuada.*

Tratamiento	pH Media $\pm$ D. E
Miel sin lechuga	3.69 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>
Miel + 7.5% de lechuga	3.76 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>
Miel + 10% de lechuga	3.75 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>
C.V. (%)	2.07

*Nota.*<sup>a-b</sup> Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%):

Coeficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar.

Al-Mamary et al. (2002), indicaron que el pH de la miel varía entre 3.2 y 4.5, dependiendo de sus componentes y del manejo durante su producción. Mientras tanto el pH de la lechuga romana utilizada en este estudio fue de 6.2, sin embargo, su adición no generó cambios significativos en el pH de la miel, lo cual puede deberse a la estabilidad de la acidez propia de la miel y la proporción de lechuga en la mezcla.

Por otro lado, la acidez natural de la miel, principalmente por ácidos orgánicos como el ácido glucónico, está fuertemente relacionada con su pH, siendo esencial para sus propiedades antimicrobianas y prolongación de su vida útil Al-Mamary et al. (2002); (PollenPaths, 2023). En este sentido, aunque la adición de lechuga licuada no causó un cambio significativo en el pH y la actividad de agua se mantuvo estable, se debe considerar que cualquier modificación en la acidez podría afectar la capacidad de conservación y la calidad del producto final.

## **Análisis Sensorial**

### ***Aceptación de Apariencia y Color***

El Cuadro 6 indica que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la aceptación de la apariencia y color entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ). Para ambos atributos la miel sin lechuga fue valorada por los panelistas entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” en la escala hedónica e independiente del porcentaje de lechuga adicionada a la miel fue valorada como “ni me gusta ni me disgusta” a “me gusta moderadamente”.

## **Cuadro 6**

*Resultados de prueba sensorial de aceptación de apariencia y color de la miel adicionada con lechuga licuada.*

Tratamiento	Apariencia Media $\pm$ D. E	Color Media $\pm$ D. E
Miel sin lechuga	7.95 $\pm$ 0.98 <sup>a</sup>	7.81 $\pm$ 1.11 <sup>a</sup>
Miel + 7.5% de lechuga	5.47 $\pm$ 1.57 <sup>b</sup>	5.64 $\pm$ 1.42 <sup>b</sup>
Miel + 10% de lechuga	5.59 $\pm$ 1.47 <sup>b</sup>	5.74 $\pm$ 1.59 <sup>b</sup>
C.V. (%)	17.01	16.42

*Nota.* <sup>A-b</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). C.V. (%): Coeficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar. Escala hedónica de 9 puntos, siendo, 1=me disgusta muchísimo y 9= me gusta muchísimo.

Este descenso en la aceptación de apariencia podría atribuirse a cambios en el color de la miel provocados por la incorporación de lechuga licuada, que le transfieren una tonalidad verdosa distinta a la apariencia dorada y brillante que los consumidores acostumbran a ver en la miel fresca y natural. Altmann et al. (2023), recalcan que las elecciones de los consumidores por productos alimenticios suelen basarse en la apariencia; un aspecto importante es el color del producto. La apariencia podría asociarse con la actividad oxidativa, por posible exposición a la luz, temperaturas elevadas, pues obtuvo alta correlación con la aceptación del color de la miel, cuya tonalidad oscura se relaciona con un mayor contenido fenólico total y mayores capacidades antioxidantes (Moniruzzaman et al., 2013).

Marković et al. (2021), afirman que el color y la transparencia son atributos determinantes en la percepción de calidad de productos apícolas. Además, la familiaridad con la apariencia tradicional de la miel podría haber influido en la preferencia hacia la muestra sin adición, tal como destacan Río et al. (2001), dado que los consumidores tienden a aceptar mejor los productos que mantienen características visuales conocidas. En este sentido, la incorporación de lechuga licuada, aunque es innovadora, podría requerir estrategias de presentación que reduzcan la percepción negativa asociada al cambio de color.

El color es el primer atributo que los consumidores evalúan al determinar la calidad y la apariencia de un producto (Adeyanju et al., 2025). Lo anterior, podría considerarse la causa de la disminución en la aceptación puede atribuirse a la alteración en la tonalidad y la claridad del producto, ya que la adición de lechuga licuada confiere una coloración verdosa que difiere de la apariencia dorada y brillante típica de la miel, asociada por los panelistas. Dias et al. (2012), atribuyeron que las características sensoriales del color y el sabor de los alimentos desempeñan un papel importante no solo en la selección, sino también en la determinación del consumo, la saciedad y la ingestión.

En la promoción de nuevos productos es crucial tener en cuenta que los consumidores posicionan la apariencia visual y el color por encima de otros factores (Cuervo, 2012). En un estudio experimental, se observó que la incongruencia entre la apariencia de un alimento y lo que el consumidor espera puede afectar su aceptación general (Zampini et al., 2007). Esto respalda este estudio donde las muestras de miel con adición de lechuga, al presentar tonalidades más oscuras, obtuvieron una menor aceptación en apariencia y color en comparación con la miel sin adición de lechuga, lo que destaca estos atributos sensoriales determinantes en la percepción de calidad por parte del consumidor.

Maravić et al. (2022) señalan que las mieles con tonalidades claras y brillantes suelen ser más aceptadas. Además, que Brščić et al. (2017) recalca los resultados de una investigación empírica realizada en una muestra de 1008 encuestados mostró que mayormente prefieren un sabor suave y un color brillante en la miel.

### ***Aceptación de Olor***

El Cuadro 7 indica que se encontró diferencia estadísticamente significativa en la aceptación del olor entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ). La miel sin adición de lechuga obtuvo la mayor valoración, mientras que las mieles con 7.5% y 10% de lechuga licuada recibieron puntuaciones significativamente menores, posiblemente relacionado con que la adición de lechuga licuada pudo agregar notas no tradicionales para los consumidores finales de miel.

### **Cuadro 7**

*Resultados de prueba sensorial de aceptación de olor de la miel adicionada con lechuga licuada.*

Tratamiento	Olor Media $\pm$ D. E
Miel sin lechuga	7.20 $\pm$ 1.36 <sup>a</sup>
Miel + 7.5% de lechuga	6.41 $\pm$ 1.51 <sup>b</sup>
Miel + 10% de lechuga	6.55 $\pm$ 1.49 <sup>b</sup>
C.V. (%)	15.25

*Nota.* <sup>A-b</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). C.V. (%):

Coefficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar. Escala hedónica de 9 puntos, siendo, 1=me disgusta muchísimo y 9= me gusta muchísimo.

El olor es un atributo fundamental en la aceptación de alimentos, ya que influye directamente en la decisión de consumo (Cabezas et al., 2016). Las mieles de abejas (*Apis Mellifera*) tienen olores de mediana intensidad con notas florales, que se tornan a frutales con el tiempo y que son medianamente dulces, con ligera acidez, y sabores florales y frutales (Ciappini, 2008). Aunque la mayoría de los panelistas no identificaron específicamente el olor a lechuga, algunos describieron la miel adicionada con un aroma dulce, similar al de la manzanilla.

### ***Aceptación de Textura***

La incorporación de lechuga licuada a la miel generó diferencias estadísticamente significativas en la aceptación de la textura entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ), en este estudio las mieles con adición de lechuga fueron valoradas como “me disgusta moderadamente”. La adición de lechuga pudo haber alterado la consistencia típica de la miel, con partículas perceptibles, lo que redujo la fluidez asociada a una miel que estamos acostumbrados a percibir. Investigaciones han indicado que los cambios en la consistencia de la miel afectan su aceptación, siendo las mieles con una textura más perceptible o consistente mejor recibidas por los consumidores (Piana et al., 2023).

### **Cuadro 8**

*Resultados de prueba sensorial de aceptación de textura de la miel adicionada con lechuga licuada.*

Tratamiento	Textura Media $\pm$ D. E
Miel sin lechuga	7.51 $\pm$ 1.22 <sup>a</sup>
Miel + 7.5% de lechuga	6.27 $\pm$ 1.65 <sup>b</sup>
Miel + 10% de lechuga	6.27 $\pm$ 1.72 <sup>b</sup>
C.V. (%)	17.64

*Nota.*<sup>a-b</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). C.V. (%):

Coficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar. Escala hedónica de 9 puntos, siendo, 1=me disgusta muchísimo y 9= me gusta muchísimo.

La textura es un atributo sensorial que influye en la sensación en la boca y en la aceptación del consumidor. Varela et al. (2023), señalan que la incorporación de ingredientes a la miel puede

modificar su textura, reología y microestructura, por ello, posiblemente la modificación inducida por la adición de lechuga licuada pudo haber limitado la aceptación sensorial de las muestras adicionadas.

### ***Aceptación de Dulzura, Sabor y Aceptación General***

En el Cuadro 9, se observa que se encontró diferencias estadísticamente significativas en la aceptación de dulzura, aceptación de sabor y aceptación general entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). La miel sin lechuga fue valorada entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”, mientras que los tratamientos con 7.5% y 10% de lechuga licuada fueron valoradas en promedio de “me gusta moderadamente”.

### **Cuadro 9**

*Resultados de prueba sensorial de aceptación de dulzura, sabor y aceptación general de la miel adicionada con lechuga licuada.*

Tratamiento	Dulzura Media $\pm$ D. E	Sabor Media $\pm$ D. E	Aceptación General Media $\pm$ D. E
Miel sin lechuga	7.42 $\pm$ 1.33 <sup>a</sup>	7.60 $\pm$ 1.15 <sup>a</sup>	7.77 $\pm$ 0.97 <sup>a</sup>
Miel + 7.5% de lechuga	6.48 $\pm$ 1.81 <sup>b</sup>	6.21 $\pm$ 2.00 <sup>b</sup>	6.49 $\pm$ 1.33 <sup>b</sup>
Miel + 10% de lechuga	6.53 $\pm$ 1.65 <sup>b</sup>	6.38 $\pm$ 1.88 <sup>b</sup>	6.51 $\pm$ 1.37 <sup>b</sup>
C.V. (%)	19.16	20.49	14.24

*Nota.*<sup>a-b</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna indican que existen diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ), letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%): Coeficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar. Escala hedónica de 9 puntos, siendo, 1= me disgusta muchísimo y 9= me gusta muchísimo.

La dulzura es uno de los atributos más apreciados en la miel, ya que está directamente asociada con su contenido natural de azúcares y constituye una motivación clave para su consumo (Venditti et al., 2020). Productos endulzados muestran que la concentración de azúcares influye significativamente en la aceptabilidad del dulzor (Hayayumi, 2016). González y Reyes (2023) indican que el dulzor es un atributo característico de alimentos y bebidas; debido a los efectos negativos del azúcar en la salud, se han buscado reemplazos con otros edulcorantes. Los azúcares presentes en la miel aumentan la densidad energética de la dieta y pueden favorecer la ganancia de peso (World Health Organization [WHO], 2015).

La falta de familiaridad hacia una miel de abeja con un ingrediente vegetal pudo haber influido en la falta de diferenciación en el nivel de dulzura. Lo mencionado por parte de los panelistas donde categorizan a la miel sin lechuga fue “agradable” debido a la ausencia de lechuga. Por otro lado, otro grupo señaló que la miel con adición de lechuga contaba con un buen nivel de dulzura por lo que no era “muy dulce”.

La disminución en la aceptación del sabor podría deberse a la introducción de percepciones sensoriales inusuales provenientes de la lechuga, que no resultan agradables para todos los panelistas. Menco Tovar et al. (2021) reportaron que los consumidores suelen aceptar mejores mieles de tonalidad clara y sabores dulces tradicionales, lo que coincide con la mayor aceptación de la muestra sin adición en este estudio.

De acuerdo con Price et al. (2019), la percepción de la intensidad del sabor puede variar según la diversidad cultural, lo cual concuerda con la realidad con la población de este estudio, lo que podría ser causa de su disminución en la percepción de sabor. El deseo humano por el sabor dulce abarca todas las edades, razas y culturas y ha desempeñado un papel en la nutrición humana, ayudando a aportar energía y nutrientes esenciales (Drewnowski et al., 2012).

Lo que estableció Delgado et al. (2013), afirma que la aceptabilidad general de un producto ésta determinada por la combinación de sus atributos sensoriales, siendo el sabor y la dulzura los factores que más influyeron en la valoración global del consumidor; los resultados no solo confirman esta afirmación, si no que la cuantifican como se observa en el Anexo 3, demostrando que el sabor ( $r = 0.78634$ ), el dulzor ( $r = 0.72009$ ) fueron efectivamente, los atributos con la correlación alta significativa ( $P = < 0.0001$ ) en la aceptación general.

Wadhera y Capaldi-Phillips (2014) describen que, aunque el gusto es un factor importante que regula la ingesta de alimentos, en la mayoría de los casos, el primer contacto sensorial con los alimentos es a través de la vista. De hecho, el color juega un papel clave en la forma en que se perciben los sabores, como lo muestran estudios sobre correspondencias entre sentidos (Spence, 2019).

### **Prueba de Preferencia**

El Cuadro 10 muestra que la miel sin adición obtuvo la menor suma de categorías, posicionándose como la muestra más preferida por los panelistas al recibir la mayor cantidad de valoraciones en 1 dentro de la escala de ordenamiento. El valor crítico utilizado para este estudio fue 33.1, establecido según la prueba de Basker y Kramer a través de 100 panelistas no entrenados y a partir de este valor, se determinó que la miel sin adición fue diferente en preferencia versus ambas formulaciones con lechuga licuada, pues la diferencia de sumatorias entre mieles fue mayor al valor crítico en ambos casos.

### **Cuadro 10**

*Resultados de prueba sensorial de preferencia de miel adicionada con lechuga licuada.*

Tratamiento		Miel sin lechuga	Miel + 7.5% de lechuga	Miel + 10% de lechuga
	Suma de categorías	143	224	218
Miel sin lechuga	143	0	-81	-75
Miel + 7.5% de lechuga	224	81	0	6
Miel + 10% de lechuga	218	75	-6	0

*Nota.* Valor crítico 33.1 para 100 panelistas según la prueba de Basker y Kramer.

La miel sin lechuga fue descrita como “más atractiva y familiar”, por su color dorado y su sabor dulce característico, lo que provoca la experiencia tradicional de consumir miel. Por lo tanto, los resultados confirmaron que el color podría emplearse como herramienta de evaluación de la calidad en la selección de miel (Adeyanju *et al.*, 2025).

Las mieles con lechuga licuada generaron opiniones divididas: algunos panelistas valoraron su sabor “interesante” y “diferente”, especialmente tras conocer la presencia de lechuga, otros panelistas percibieron su color verdoso como “poco atractivo y asociaron la apariencia a una posible alteración”, lo que pudo afectar su disposición a probarlas. Este resultado coincide con Pozzo *et al.* (2022), quienes señalan que el color y el estado físico son atributos determinantes en la elección del consumidor, mientras que con el olor terminan de complementar su decisión de selección.

La familiaridad del producto sigue siendo un factor clave en la preferencia, tal como lo reportan (Mondino y Ferratto 2006; Lacaze, 2003), ya que los consumidores tienden a inclinarse hacia sabores y apariencias que se asemejan a los que consumen habitualmente.

## **Conclusiones**

La incorporación de lechuga licuada al 10% en la miel de abeja provocó modificaciones en sus propiedades físicas, aumentando la luminosidad, la coloración rojiza y amarilla, el contenido de sólidos solubles y la viscosidad, sin afectar significativamente el valor pH de la miel de abeja.

Independientemente del porcentaje utilizado, la adición de lechuga disminuyó la preferencia y aceptación sensorial en los atributos de apariencia, color, olor, textura, dulzura, sabor y aceptación general de la miel de abeja.

## **Recomendaciones**

Realizar estudios de estabilidad microbiológica y fisicoquímicas, ya que la incorporación de lechuga a la miel puede incrementar la actividad de agua y comprometer la conservación.

Se sugiere incorporar un escaldado después de haber licuado, para detener procesos enzimáticos que pudieran afectar la calidad sensorial del producto final.

Cuantificar el contenido de clorofila para respaldar el valor saludable del producto, orientándolo a nichos de mercado que prioricen propiedades saludables por encima de atributos sensoriales convencionales.

## Referencias

- Adeyanju, M. M., Atewolara-Odule, O. C., Owagboriaye, F. O., Olalekan, S. O., Ashidi, T. F. y Adedokun, T. A. (2025). Colour as a potential tool for the assessment of flavonoid, total phenol, and antioxidant contents of honey in Southwest Nigeria. *Discover Food*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00535-y>
- Al-Mamary, M., Al-Meeri, A. y Al-Habori, M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, 22(9), 1041–1047. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(02\)00406-2](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(02)00406-2)
- Altmann, B. A., Trinks, A. y Mörlein, D. (2023). Consumer preferences for the color of unprocessed animal foods. *Journal of Food Science*, 88(3), 909–925. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16485>
- Amagloh, F. K., Mutukumira, A. N., Brough, L., Weber, J. L., Hardacre, A. y Coad, J. (2013). Carbohydrate composition, viscosity, solubility, and sensory acceptance of sweetpotato- and maize-based complementary foods. *Food & Nutrition Research*, 57. <https://doi.org/10.3402/fnr.v57i0.18717>
- Brščić, K., Šugar, T. y Poljuha, D. (2017). An empirical examination of consumer preferences for honey in Croatia. *Applied Economics*, 49(58), 5877–5889. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1352079>
- Caamal, J. (2009). *Comparación de la calidad de la miel (Apis Mellifera) entre las zonas apícolas de Saltillo, Huahuila y Bolonchén de rejón, Campeche* [Tesis universitaria]. Universidad autónoma agraria Antonio Narro, México. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/411/60970s.pdf?>
- Cabezas, A., Monge, A. y Serrano, N. (2016). *Desarrollo e implementación de un panel sensorial entrenado para la evaluación de materias primas, productos terminados y nuevos productos en una empresa procesadora de especias y condimentos*. <https://repositorio.utn.ac.cr/items/e4a82754-848e-4de7-8004-6e934b9666f3>
- Chandrasekaran, P., Ashokkumar, N., Ashok, S., Navinkumar, C., Karpagavalli, S. [Apellidos no disponibles], S., Rajeshkumar, A. y Ramadass, S. (2024). Foliar Nutrient Application with Macro and Micro Nutrients Alters Yield and Total Antioxidative Capacity of Bhendi (*Abelmoschus esculentus*). *Indian Journal of Agricultural Research*. Publicación en línea avanzada. <https://doi.org/10.18805/ijare.a-6141>
- Ciappini, M. (2008). *Abejas y flores: aromas y sabores*. Universidad del centro educativo latinoamericano. [https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/revista/ediciones/40/articulos/r4\\_0\\_11\\_Apicola.pdf](https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/revista/ediciones/40/articulos/r4_0_11_Apicola.pdf)
- Codex Alimentarius. (2022). *Standard for honey: CXS 12-1981*. [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS\\_012e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012e.pdf)
- Cuervo, M. (2012). *El poder del color, la influencia de los colores en el consumidor* [Tesis]. Universidad de León, España. <https://buleria.unileon.es/handle/10612/1904>
- Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O. y Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309–323. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>
- Delgado, C., Crisosto, G. M., Heymann, H. y Crisosto, C. H. (2013). Determining the primary drivers of liking to predict consumers' acceptance of fresh nectarines and peaches. *Journal of Food Science*, 78(4), S605-14. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12063>

- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A. y Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio*, 13(25), 145–152. <https://share.google/0VQowG1z2ctsF6JZE>
- Dias, M. T., Bricio, S. M. L., Almeida, D. O., Oliveira, L. A. T., Filippis, I. de y Marin, V. A. (2012). Molecular characterization and evaluation of antimicrobial susceptibility of enteropathogenic E. coli (EPEC) isolated from minas soft cheese. *Food Science and Technology*, 32(4), 747–753. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000059>
- Drewnowski, A., Mennella, J. A., Johnson, S. L. y Bellisle, F. (2012). Sweetness and food preference. *The Journal of Nutrition*, 142(6), 1142S-8S. <https://doi.org/10.3945/jn.111.149575>
- Ebrahimi, P., Shokramraji, Z., Tavakkoli, S., Mihaylova, D. y Lante, A. (2023). Chlorophylls as Natural Bioactive Compounds Existing in Food By-Products: A Critical Review. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/plants12071533>
- Faustino, C. y Pinheiro, L. (2021). Analytical Rheology of Honey: A State-of-the-Art Review. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/foods10081709>
- Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P. y Estevinho, L. (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology : An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 48(2), 544–548. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.11.029>
- González, C. G. y Reyes, M. (2023). Gusto dulce: Percepción, fuentes alimentarias y preferencias. *Revista Chilena De Nutrición*, 50(1), 98–105. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182023000100098>
- Guldass, M., Demircan, H., Cakmak, I., Oral, R. A., Yildiz, E., Gurbuz, O., Tosunoglu, H., Cavus, F. y Sen, H. (2022). Antioxidant and bioaccessibility characteristics of functional fruit and vegetable honeys produced by innovative method. *Food Bioscience*, 48, 101732. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101732>
- Hayayumi, M. (2016). *Efecto de la concentración de extracto de jengibre (Zingiber officinale R.) y la proporción azúcar: miel de abeja: glucosa sobre el contenido de polifenoles, firmeza, dulzor y aceptabilidad general de caramelos de goma*. Universidad privada anterior orrego, Perú. <https://core.ac.uk/download/pdf/389480397.pdf>
- Jacinto, S., Mendoza, J., Zaldivar, J., Sol, Á., Vergas, L. y Reyes, C. (2016). El uso de componentes principales en la clasificación melisopalinológica de la miel de Apis mellifera L. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 7. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016001002831&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016001002831&script=sci_arttext)
- Ji, N., Liu, Z., She, H., Xu, Z., Zhang, H., Fang, Z. y Qian, W. (2024). A Genome-Wide Association Study Reveals the Genetic Mechanisms of Nutrient Accumulation in Spinach. *Genes*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/genes15020172>
- Lacaze, V. (2003). *La incidencia de los atributos de calidad en el consumo de pollos orgánicos* [Tesis de pregrado]. Universidad nacional de mar del plata, Argentina. <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1556/1/01316.pdf>
- Mahmoud, A. A., Owayss, A. A., Iqbal, J. y Raweh, H. S. (2023). Modified Equations to Calculate Water Content and Refractive Index of Honey Based on Its Total Soluble Solids. *Journal of Food Engineering and Technology*, 12(1), 29–33. <https://doi.org/10.32732/jfet.2023.12.1.29>
- Maravić, N., Škrobot, D., Sakač, M., Tomić, J., Marić, A., Peulić, T. y Novaković, A. (2022). Comparison of sensory and instrumental methods in determination of honey color. *PTEP* 2022, 45–46. <https://oa.fins.uns.ac.rs/items/a08c8699-9671-418c-bbf8-d3d7a9010818>

- Marković, K., Krbavčić, I., Šatalić, Z., Bituh, M., Samarín, I. y Vahčić, N. (2021). Sensory analysis and affective tests in assessment of honey. *Hranom Do Zdravlja*, 24, 1–6. [https://www.ptfos.unios.hr/Hranom\\_Do\\_Zdravlja/wp-content/uploads/2021/09/P-24\\_Markovic-1.pdf](https://www.ptfos.unios.hr/Hranom_Do_Zdravlja/wp-content/uploads/2021/09/P-24_Markovic-1.pdf)
- Mathias-Rettig, K. y Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 57–66. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- Menco Tovar, A., Méndez Ramos, M., Cáceres Pestana, K. y Vertel Morinson, M. (2021). Analítica de datos aplicada a la caracterización microbiológica y sensorial de miel de abejas proveniente del departamento de Sucre, Colombia. *Revista Mutis*, 12(1). <https://doi.org/10.21789/22561498.1768>
- Moguel Y, Echazarreta C, Mora R. (2005). Calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración. *Revista Técnica Pecuaria En México*, 43(3), 323–334. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61343303.pdf>
- Mondino, M. y Ferratto, J. (2006). *El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de calidad desde el consumidor* [Publicación universitaria]. Universidad nacional Rosario, Argentina. <https://rehip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/bf35c0b2-83eb-43a3-b215-cb027f2e5dd1/content>
- Moniruzzaman, M., Sulaiman, S. A., Khalil, M. I. y Gan, S. H. (2013). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other Malaysian honeys: A comparison with manuka honey. *Chemistry Central Journal*, 7, 138. <https://doi.org/10.1186/1752-153x-7-138>
- Montenegro, S. B., Avallone, C. M., Crazov, A. y Aztarbe, M. (2005). *Variación del color en miel de abejas (Apis mellifera)*. <https://www.scribd.com/doc/165774241/Variacion-de-Color-en-Miel-de-Abeja>
- Moulya, M., Jagadish, K., Anilkumar, S., Priyanka y Eswarappa, G. (2023). Physical properties of the stingless bee honey in comparison With *Apis Cerana* honey samples collected from different geographical locations of karnataka and kerala. *The Pharma Innovation Journal*, 12(5). <https://www.thepharmajournal.com/archives/2023/vol12issue5/PartAJ/12-5-327-607.pdf>
- Olatunji, A., Adebisi, M. y Olowookere, C. (2018). Determination of the viscosity of local honey by falling- sphere viscometer. *Journal of the Nigerian Association (~fMathematical Physicies*, 48, 357–362. [https://www.researchgate.net/publication/360728856\\_DETERMINATION\\_OF\\_THE\\_VISCOSITY\\_OF\\_LOCAL\\_HONEY\\_BY\\_FALLING-SPHERE\\_VISCOMETER](https://www.researchgate.net/publication/360728856_DETERMINATION_OF_THE_VISCOSITY_OF_LOCAL_HONEY_BY_FALLING-SPHERE_VISCOMETER)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019. Avanzar en la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimento*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/11f9288f-dc78-4171-8d02-92235b8d7dc7/content>
- Pathare, P. B., Opara, U. L. y Al-Said, F. A.-J. (2013). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36–60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Piana, M. L., Cianciabella, M., Daniele, G. M., Badiani, A., Rocculi, P., Tappi, S., Gatti, E., Marcazzan, G. L., Magli, M., Medoro, C. y Predieri, S. (2023). Influence of the Physical State of Two Monofloral Honeys on Sensory Properties and Consumer Satisfaction. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/foods12050986>

- PollenPaths. (2023). *Importance of pH level in honey-understanding factors, effects, and testing methods*. <https://pollenpaths.com/honey-ph-level/>
- Pozzo, L., Ciappini, M. C., Díaz, P. y Arias, L. (2022). Perfil sensorial y mapa de preferencia para mieles argentinas de diferentes orígenes florales. *AgriScientia*, 39(1), 133–152. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v39.n1.35250>
- Price, E. J., Tang, R., El Kadri, H. y Gkatzionis, K. (2019). Sensory analysis of honey using Flash profile: A cross-cultural comparison of Greek and Chinese panels. *Journal of Sensory Studies*, 34(3), Artículo e12494. <https://doi.org/10.1111/joss.12494>
- Quezada, J. (2004). *Plan de mejora de la calidad en la cadena agroalimentaria de la miel en la Cooperativa Apícola Pionera de Honduras Limitada COAPIHL* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d17037b0-8d5f-4a18-849d-176cc4c7399a/content>
- Río, A., Sanzo, M. y Vásquez, R. (2001). *Los productos agroalimentarios tradicionales: hábitos de compra y consumo de miel* [Tesis]. Universidad de Oviedo, España. [https://www.researchgate.net/publication/28244084\\_Los\\_productos\\_agroalimentarios\\_tradicionales\\_habitos\\_de\\_compra\\_y\\_consumo\\_de\\_miel](https://www.researchgate.net/publication/28244084_Los_productos_agroalimentarios_tradicionales_habitos_de_compra_y_consumo_de_miel)
- Rosales, M. (2018). *Desarrollo y caracterización fisicoquímica y sensorial de miel propolizada saborizada en panal* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5d98396c-1d1b-4080-99ec-c1cdb7148d71/content>
- Santos, F., Filho, A., Leite, R., Aroucha, E., Santos, A. y Oliveira, T. (2014). Rheological and some physicochemical characteristics of selected floral honeys from plants of caatinga. *Anais Da Academia Brasileira De Ciências*, 86(2), 981–994. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130064>
- Spence, C. (2019). On the Relationship(s) Between Color and Taste/Flavor. *Experimental Psychology*, 66(2), 99–111. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000439>
- Suescún, L. y Vit, P. (2008). *Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio* [Publicación universitaria]. Universidad de Los Andes, Venezuela. [https://www.academia.edu/23641145/Control\\_de\\_calidad\\_de\\_la\\_miel\\_de\\_abejas\\_producida\\_como\\_propuesta\\_para\\_un\\_proyecto\\_de\\_servicio\\_comunitario\\_obligatorio](https://www.academia.edu/23641145/Control_de_calidad_de_la_miel_de_abejas_producida_como_propuesta_para_un_proyecto_de_servicio_comunitario_obligatorio)
- Tobolka, A., Škorpilová, T., Beňo, F., Podskalská, T. y Rajchl, A. (2024). Effect of Various Carbohydrates in Aqueous Solutions on Color Stability and Degradation Kinetics of Selected Anthocyanins During Storage. *Foods (Basel, Switzerland)*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/foods13223628>
- Varela, M. S., Palacio, M. A., Navarro, A. S. y Yamul, D. K. (2023). Structural and functional properties and digital image texture analysis of gelatin, pectin, and carrageenan gels with honey addition. *Journal of Texture Studies*, 54(5), 646–658. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12774>
- Venditti, C., Musa-Veloso, K., Lee, H. Y., Poon, T., Mak, A., Darch, M., Juana, J., Fronda, D., Noori, D., Pateman, E. y Jack, M. (2020). Determinants of Sweetness Preference: A Scoping Review of Human Studies. *Nutrients*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/nu12030718>
- Wadhwa, D. y Capaldi-Phillips, E. D. (2014). A review of visual cues associated with food on food acceptance and consumption. *Eating Behaviors*, 15(1), 132–143. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2013.11.003>

- World Health Organization. (2015). *Guideline: Sugars intake for adults and children*. [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/149782/9789241549028\\_eng.pdf?sequence=1](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/149782/9789241549028_eng.pdf?sequence=1)
- Xicay, A. (2021). *Validación del protocolo Efficient Food Loss & Waste en lechuga (Lactuca sativa) variedades Kristine y Versai en Zamorano* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d5db1ede-baaf-4b26-90ea-1f1a4e81ba1b/content>
- Zampini, M., Sanabria, D., Phillips, N. y Spence, C. (2007). The multisensory perception of flavor: Assessing the influence of color cues on flavor discrimination responses. *Food Quality and Preference*, 18(7), 975–984. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.04.001>

## Anexos

### Anexo A

*Boleta de evaluación sensorial de las muestras.*

#### BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

**Prueba de aceptación de una mezcla de miel de abeja (*Apis mellifera*) adicionada con pasta de lechuga romana (*Lactuca sativa var. longifolia*) como fuente de clorofila.**

Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

La miel es un producto apícola natural ampliamente valorado desde la antigüedad por su capacidad endulzante. Está compuesta por diferentes tipos de azúcares, aunque su contenido de vitaminas y minerales es bien reducido. Con el objetivo de mejorar su valor nutricional, se ha desarrollado una formulación de miel adicionada con clorofila de lechuga romana, por el aporte funcional para la salud, además de la cantidad de magnesio en el centro de su estructura molecular, similar a como el hierro está en la hemoglobina.

**Instrucciones:** Se le proporcionarán tres muestras de miel, las cuales deberá evaluar en orden de izquierda a derecha. Antes y después de degustar cada muestra, consuma un trozo de galleta tipo SODA y beba un sorbo de agua para limpiar el paladar. Evalúe cada atributo sensorial según la escala de la tabla 1 y registre sus respuestas en la tabla 2. Califique los atributos en el mismo orden en que aparecen (izquierda a derecha).

**Tabla 1.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta muchísimo.	Me disgusta mucho.	Me disgusta	Me disgusta moderadamente.	Ni me gusta ni me disgusta.	Me gusta moderadamente.	Me gusta.	Me gusta mucho.	Me gusta muchísimo.

**Tabla 2.**

# Muestra	Apariencia	Color	Olor	Textura	Dulzura	Sabor	Aceptación en General

#### Prueba de preferencia

**Instrucciones:** Una vez que haya degustado las tres muestras, ordénelas de acuerdo con su nivel de preferencia personal. Asigne el número 1 a la muestra que más prefirió y el número 3 a la que menos prefirió. Recuerde que **no se permite repetir valores entre las muestras**, es decir, **no se admiten empates**.

# Muestra	Orden de preferencia

Indique los motivos que llevaron a su elección.

---

**¡Reciba mi más sincero agradecimiento!**

---

## Anexo B

*Tabla de prueba Basker y Kramer “Valor critico de diferencia entre suma de categoría”*

**Tabla de prueba de Basker y Kramer “Valor critico de diferencia entre suma de categorías”**

Número de Panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	60.3	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.6	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Ref: Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

## Anexo C

*Cuadro de resultados de análisis de Correlación de Pearson de la Aceptación General de cada atributo contra el resto de los atributos evaluados.*

Atributo	r	P >   t
Apariencia	0.65952	< 0.0001
Color	0.58822	< 0.0001
Olor	0.49715	< 0.0001
Textura	0.70129	< 0.0001
Dulzor	0.72009	< 0.0001
Sabor	0.78634	< 0.0001

Nota. R: correlación de Pearson. P > | t |: Probabilidad.

## Anexo D

*Perfil nutricional de la miel adicionada con lechuga romana según la RTCA por porción de 30 g.*

Nutriente	Control	Trt 7.5%	Trt 10%	Clasificación RTCA
Grasa total	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo < 3g
Grasa saturada	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo < 1g
Azúcares añadidos	No Cumple	No Cumple	No Cumple	>5g
Sodio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo < 140 mg
Proteína	No Fuente	No Fuente	No Fuente	Fuente > 10% VD por porción
Fibra dietética	No Fuente	No Fuente	No Fuente	Fuente si > 1.5 g / porción < 100 g

## Anexo E

*Imágenes visuales de los tratamientos trabajados en el estudio.*

