

Desarrollo de un nuevo producto a base de polen saborizado

Jordy Dario Lopez Lopez

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Abril, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de un nuevo producto a base de polen saborizado

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Jordy Dario Lopez Lopez

Zamorano, Honduras
Abril, 2020

Desarrollo de un nuevo producto con polen saborizado

Jordy Dario Lopez Lopez

Resumen: El polen es un producto apícola de interés comercial debido a sus beneficios nutricionales siendo considerado una importante fuente de proteína de origen vegetal. A pesar de sus beneficios nutricionales el consumo del polen está limitado por el sabor poco agradable que posee, por lo que, una solución a esta problemática sería la adición de saborizantes. Los objetivos de este estudio fueron determinar el efecto de la adición de saborizantes en las características fisicoquímicas y microbiológicas en el polen, así como determinar el efecto de los saborizantes en la aceptación del producto. En este estudio se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones por cada tratamiento: polen con miel, polen con almíbar de maracuyá y polen con agua (testigo). A los tratamientos se le realizaron análisis fisicoquímicos (color, actividad de agua y pH) y análisis sensorial afectivo con prueba de aceptación (evaluando los atributos apariencia, color y aceptación general). Se concluyó que la adición de saborizantes aumentó la actividad de agua del polen y la adición de miel al polen disminuyó su luminosidad, además, aumentó la aceptación en los atributos de apariencia, color y aceptación general, basada en el color y la apariencia. La miel disminuyó la actividad microbiana del polen saborizado. Se recomienda para próximos estudios determinar la vida anaquel del polen saborizado con miel.

Palabras clave: Aceptación, color, microorganismos, pH.

Abstract: Pollen is a bee product of commercial interest due to its nutritional benefits being considered an important source of plant origin protein. Despite its nutritional benefits, the consumption of pollen is limited by the unpleasant flavor it possesses; therefore, a possible solution to this problem would be the addition of flavorings. The objectives of this study were to determine the effect of the addition of flavorings on the physicochemical and microbiological characteristics in pollen, as well as to determine the effect of flavorings on the acceptance of the product. In this study, a Randomized Block Design was used with three replicates for each treatment: pollen with honey, pollen with passion fruit syrup and pollen with water (control). Physicochemical analysis (color, water activity and pH) and affective sensory analysis with acceptance test (evaluating the appearance, color and general acceptance attributes) were performed. It was concluded that the addition of flavorings increased the water activity of pollen and the addition of honey decreased its luminosity, in addition, increasing the acceptance in the attributes of appearance, color and general acceptance, based on the appearance and color. Honey decreased the microbial activity of flavored pollen. For further studies, it is recommended to determine the shelf life of flavored pollen with honey.

Key words: Acceptance, color, microorganisms, pH.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexo.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	16
5. RECOMENDACIONES	17
6. LITERATURA CITADA	18
7. ANEXO	23

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURA Y ANEXO

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos de polen saborizado.....	6
2. Resultados de análisis físico: color de polen saborizado.....	7
3. Resultado de análisis químico: actividad de agua (A_w) de polen saborizado.....	8
4. Resultados de análisis químico: potencial de hidrogeno (pH) en polen saborizado.....	9
5. Resultados de análisis sensorial afectivo: aceptacion de la apariencia de polen saborizado.....	10
6. Resultados de análisis sensorial afectivo: aceptacion del color de polen saborizado.....	11
7. Resultados de análisis sensorial afectivo: aceptación general basado en la apariencia y el color de polen saborizado.....	12
8. Resultados microbiologicos: coliformes totales (Log UFC/g)	13
9. Resultados microbiologicos: hongos y levaduras (Log UFC/g)	13
10. Resultados microbiologicos: mesófilos aerobios (Log UFC/g)	14
 Figura	 Página
1. Flujo de proceso de elaboración de polen saborizado	4
 Anexo	 Página
1. Boleta de calificación de aceptación general del producto	22

1. INTRODUCCIÓN

La industria apícola es uno de los sectores agrícolas que en la actualidad cuenta con gran importancia económica pues la presencia de la abeja melífera (*Apis mellifera*) favorece la polinización de cultivos y a la vez permite la cosecha de productos apícolas: miel, polen, propóleos, cera, apitoxina y jalea real (Valdés 2013)

El polen es producido por las abejas a partir del gameto masculino de las flores que recolectan y transportan en sus antenas; para luego aglutinarlo con saliva y néctar (CONACYT 2005); formando pequeñas bolas que se logren adherir a su corbícula, una zona rodeada de pelos localizada en el tercer par de patas de las abejas (Sá-Otero *et al.* 2002; Montenegro *et al.* 2013).

Durante las últimas décadas, el interés comercial del polen ha crecido debido a las distintas propiedades que este producto posee como sus efectos antioxidantes, su alto contenido de proteínas, lípidos y otros componentes nutricionales (Montenegro *et al.* 2013). Una de las problemáticas para la comercialización ha sido el sabor del polen, el cual puede llegar a no ser tan interesante para los consumidores.

Se puede entender como miel a la sustancia dulce producida por las abejas *Apis melliferas* o por sus razas la cual proviene de la mezcla del néctar de las flores y de otras secreciones extra florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales para su posterior maduración (Codex Alimentarius 1981). Esta sustancia puede ser usada como edulcorante debido a los azúcares que contiene en su composición llegando a ser usado como sustituyente del azúcar en ocasiones (Gigliarelli 2013; Alonso 2010; García *et al.* 2013).

El almíbar, también conocido como sirope, se considera un fluido comestible, compuesto de sólidos de azúcar solubles por lo menos en un 65% de su peso neto, el cual puede ser preparado añadiendo o no agua. Puede contener uno o más ingredientes opcionales los cuales pueden ser miel, otros azúcares, mantequilla, frutas, aditivos de color, sal, agentes correctores de viscosidad, o cualquier otro ingrediente que sea compatible con los ingredientes de este producto (FDA 1993). La adición de saborizantes al polen busca ser una oportunidad para ampliar la línea de productos que la planta apícola de Zamorano ofrece a sus consumidores. Además, gracias a esto, mejorar el sabor del polen y generar un producto más llamativo para los consumidores. Se ha demostrado que los saborizantes añadidos al polen tienen un efecto positivo en la aceptación como fue el caso de Arita (2018), quién evaluó el efecto de la adición de miel y polen en panecillos, obteniendo resultados sensoriales positivos para la aceptación del producto.

En 2018, el estudio dirigido por Ortíz, sobre la mezcla de polen con miel obtuvo resultados positivos de aceptación para parámetros de aroma color y apariencia. Guillermo, en el 2017, también obtuvo valores positivos de aceptación al mezclar almíbar de mango con miel y polen en distintas concentraciones. En este estudio se utilizó almíbar de maracuyá como saborizante debido a que su tonalidad al compararse con la de la miel son similares, además de que al ser elaborada en la planta hortofrutícola de Zamorano era muy fácil conseguir este insumo.

Los objetivos de este estudio fueron:

- Determinar el efecto del uso de saborizante en las características físicas y químicas de un nuevo producto a base de polen de abejas.
- Estimar la aceptación de un nuevo producto con polen saborizado.
- Evaluar el efecto del saborizante en la microbiología de un nuevo producto a base de polen de abejas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio fue realizado en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano ubicada en el Valle del Yegüare, Francisco Morazán. Los tratamientos se realizaron en el laboratorio de la planta apícola. Los análisis físico-químicos, en el laboratorio de análisis de alimentos (LAAZ), los análisis microbiológicos, en el laboratorio de microbiología de alimentos (LMAZ) y finalmente los análisis de sensoriales, en el laboratorio de evaluación sensorial de la planta de innovación de alimentos.

Preparación de tratamientos.

Se utilizó polen cosechado durante el mes de febrero de 2019, en los apiarios de la Escuela Agrícola Panamericana. En su totalidad el polen usado fue secado a una temperatura 45 °C por 4 horas y posteriormente almacenado a temperaturas de refrigeración (5-10 °C) (Barajas *et al.* 2011). Luego del secado, se realizó una limpieza del polen que consistió en separar los granos de polen de las impurezas que este podía contener.

Los tratamientos se prepararon 24 horas antes de realizar los análisis necesarios, luego se usó una relación de polen a saborizante (miel y almíbar de maracuyá) de 2:1, mientras que en el tratamiento de polen con agua su composición fue de 80% polen 20% agua y el agua fue adicionada con la ayuda de un atomizador. Se trabajó con estas formulaciones con el objetivo de mantener la integridad de los granos de polen (se mantuviera como granos no en una masa). Una vez se aplicaban cada una de las soluciones al polen se procedió a mezclar por tres minutos hasta que se consiguió una distribución homogénea de las soluciones. Cada una de las muestras fueron colocadas en frascos de vidrio y refrigeradas (5-10 °C) hasta el momento de su uso evitando la exposición prolongada de estas a la luz, debido a la fotosensibilidad del polen (Figura 1).

Los saborizantes usados fueron almíbar de maracuyá y miel. El almíbar de maracuyá utilizado fue elaborado en la planta hortofrutícola de Zamorano. La miel, fue cosechada en el año 2019 en el departamento de El Paraíso de Honduras.

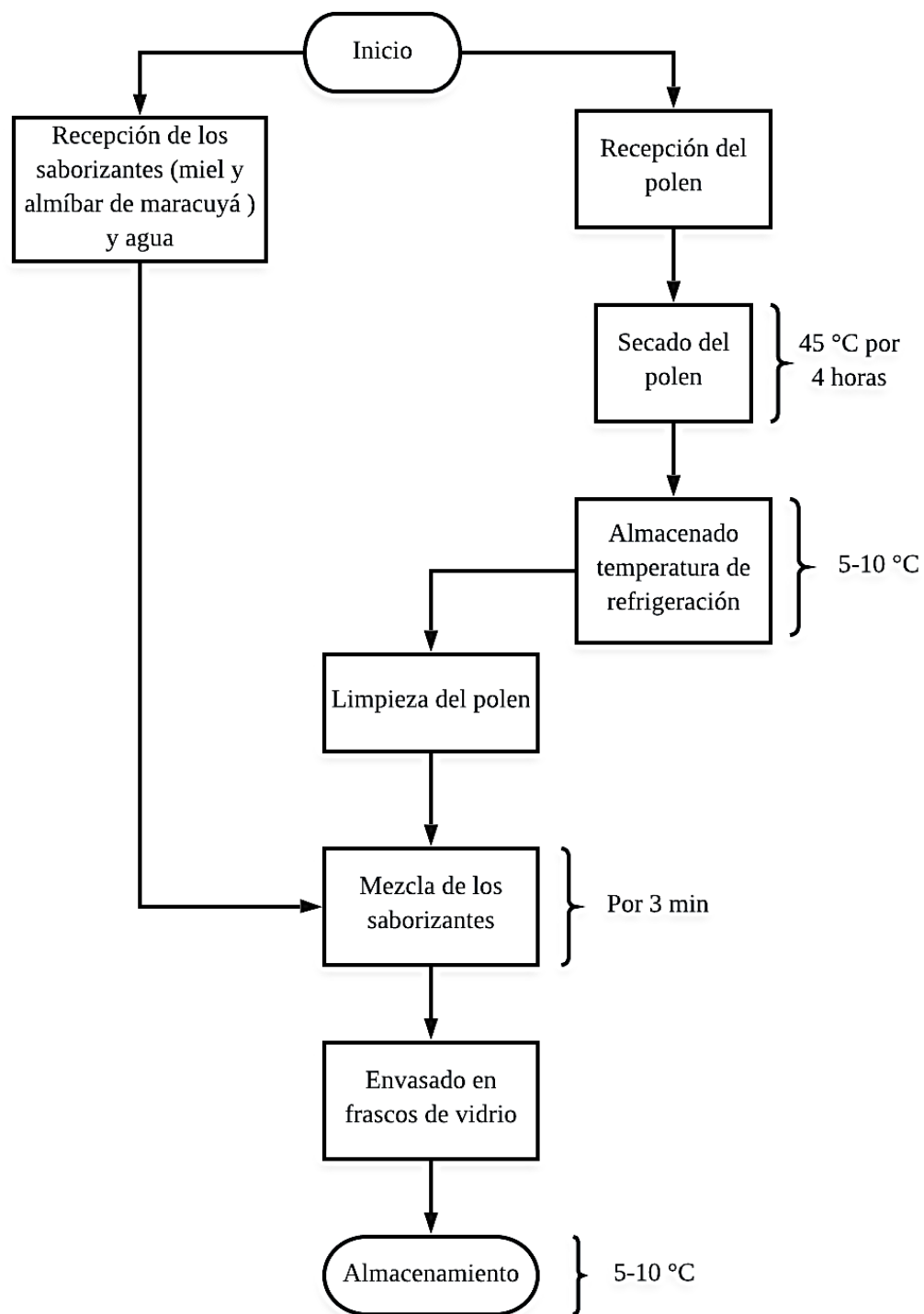


Figura 1. Flujo de proceso para elaboración de polen saborizado.

Análisis físicos y químicos.

Análisis de potencial de hidrogeno (pH). Se utilizó un potenciómetro Large Display pH de la planta apícola, antes de cada toma de pH se procuró calibrar el equipo. Se tomó 10 g de cada muestra y se disolvió en 75 ml de agua destilada hasta alcanzar una solución homogénea y se procedió a tomar el dato de pH.

Análisis de actividad de agua (Aw). El análisis se realizó en el laboratorio de análisis de alimentos (LAAZ), para esto fueron necesarios 3 g de cada muestra. No sin antes calibrar el equipo. Para determinar la actividad de agua se utilizó el equipo Aqualab usando el método (AOAC 978.18). Los resultados obtenidos fueron reportados en valores dentro de un rango de 0 y 1, lo cual se refiere a la humedad relativa de equilibrio.

Análisis de color. Para la determinación del color se usó el Colorímetro de Marca Hunter Color L a*b*, Modelo 45/0 y Serie CX0687 siguiendo el método (AN 1018.00). Los resultados obtenidos son expresados en valores correspondientes a L, a* y b*. Los valores correspondientes a L se relacionan con la luminosidad y están entre 0 a 100 los cuales corresponden a negro y blanco respectivamente. Los valores de a* corresponde a rojo cuando son positivos y verde cuando son negativos en una escala de -60 a +60. Los valores de b* representan azul cuando son negativos y amarillos cuando son positivos en una escala de -60 a +60 (Hunter Lab 2008).

Análisis sensorial afectivo con prueba de aceptación. Se realizó una evaluación usando una escala hedónica de 9 puntos, donde 9 era “me gusta extremadamente” y 1 era “me disgusta extremadamente”. Se contó con la participación de 113 panelistas no entrenados los cuales eran estudiantes del campus de Zamorano. En esta prueba se evaluó color, apariencia y aceptación general.

Análisis microbiológicos.

Para cada análisis se usaron 10 gramos de muestra por tratamiento y se disolvieron en 90 mL de buffer fosfato. Luego de esto se procedió a realizar una dilución en serie en tubos de ensayo que contenían nueve mL de buffer fosfato, hasta alcanzar una dilución de 10^{-3} . Se inoculó usando la técnica de vaciado en placa 1 mL de cada dilución (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}) e incubó en su respectivo agar por el tiempo determinado para los microorganismos de interés. Los resultados fueron transformados a logaritmos para facilitar su análisis.

Coliformes totales. Se llevo a cabo el análisis 24 horas después de la elaboración de cada uno de los tratamientos en las instalaciones del LMAZ. Se usó Agar Bilis Rojo Violeta (VRBA) como medio de crecimiento. Se vertió 1 mL de cada dilución en un plato Petri estéril y después se vertió 15 mL aproximadamente de VRBA, luego de que este se solidificara se vertió 5 mL más aproximadamente de VRBA. Se incubó por 48 horas a 35 °C, luego de este tiempo se procedió al conteo de las unidades formadoras de colonias (UFC).

Aerobios mesófilos. El análisis se llevó a cabo 24 horas después de la elaboración de cada uno de los tratamientos en las instalaciones del LMAZ. Se usó Agar Cuenta Estándar (ACE)

como medio de crecimiento. De cada dilución se usó 1 mL y se inoculó usando la técnica de vaciado en placa con 15 mL aproximadamente de ACE y se dejó reposar para que se solidificara. Se incubó por 24 horas a una temperatura de 35 °C. Luego de este tiempo se llevó a cabo el conteo de los UFC presentes en cada plato Petri.

Hongos y levaduras. El análisis de hongos y levaduras se llevó a cabo en las instalaciones del LMAZ 24 horas después de la elaboración de cada uno de los tratamientos. Se usó como medio de crecimiento Agar Rosa de Bengala con Cloranfenicol (ARBC). De cada dilución se tomó 1 mL y se inoculó usando la técnica de vaciado en placa, usando aproximadamente 15 mL del medio por plato y se dejó reposar hasta que se solidificó. Se dejó incubar por 24 horas, luego de este tiempo se procedió al conteo de UFC, de tanto hongos como levaduras presentes, en cada uno de los platos Petri.

Diseño experimental y análisis estadístico.

Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) y se evaluaron tres tratamientos con tres repeticiones (Cuadro 1) para un total de nueve unidades experimentales. El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa “Statistical Analysis Software” SAS[®] usando separación de medias Tukey para identificar las diferencias entre tratamientos con una probabilidad ≤ 0.05 . En el caso de los análisis estadísticos de los resultados microbiológicos se usó una separación de medias DMS (Diferencia Mínima Significativa) para identificar las diferencias entre tratamientos con una probabilidad ≤ 0.05 .

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de polen saborizado.

Tratamiento	Descripción
1	Polen con agua
2	Polen con miel de abeja
3	Polen con almíbar de maracuyá

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímicos.

Color. En el cuadro 2 se muestra que estadísticamente los tratamientos fueron diferentes entre sí en la valoración L ($P \leq 0.05$). La adición de los saborizantes provocó cambios en la luminosidad del polen saborizado.

El tratamiento polen con agua obtuvo una mayor luminosidad en comparación con los otros tratamientos, esto se pudo deber a la capacidad de refracción que el agua posee, la cual, al ser incolora permite el paso del haz de luz. Por otro lado, el tratamiento polen con miel pudo obtener menores resultados debido a que la luminosidad de la miel está condicionada a la porción de azúcares presentes en la miel. La porción de azúcares en la miel afecta la luminosidad, debido que a mayor contenido de glucosa más clara será la miel (Escobar y Manresa 2005). En el caso del polen con maracuyá la luminosidad está directamente relacionada a la maduración de la fruta, azúcares reductores y ácido ascórbico; entre mayores sean estos parámetros se obtendrán mayores valores de luminosidad (Aular *et al.* 2002).

Cuadro 2. Resultados de análisis físico: valoración L a* y b* en color de polen saborizado.

Tratamiento	Media $\pm$ DE		
	L	a*	b*
Polen con agua	56.12 $\pm$ 1.57 ^a	6.36 $\pm$ 1.23 ^a	36.89 $\pm$ 1.71 ^a
Polen con almíbar de maracuyá	49.71 $\pm$ 1.42 ^{ab}	8.11 $\pm$ 2.17 ^a	37.68 $\pm$ 4.19 ^a
Polen con miel	48.26 $\pm$ 2.80 ^b	7.97 $\pm$ 2.06 ^a	32.04 $\pm$ 0.90 ^a
CV (%)	4.36	12.49	7.62

CV: Coeficiente de variación, DE: Desviación estándar. ^{ab} Medias seguidas por diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). Medias seguidas por misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales ($P > 0.05$). Separación de medias: Tukey. Valores de L de 0 a 100 (0 colores negros y 100 colores blancos). Valores de a* de -60 a +60 (Negativos tonalidades verdes y positivos tonalidades rojas). Valores de b* de -60 a +60 (Negativos tonalidades azules y positivos tonalidades amarillas).

En las escalas a^* y b^* no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). En el caso de los tratamientos de polen con miel y polen con almíbar de maracuyá el hecho de que ambos saborizantes poseen tonalidades similares pudo ocasionar que no se encontraran diferencias. Las bajas concentraciones de saborizantes usadas en los tratamientos pudieron ser otra razón para que no influyeran en los valores de a^* y b^* . En el tratamiento polen con agua, debido a que el agua es incolora, pudo influir en la medición de estos parámetros haciendo que se vean reflejadas solo las tonalidades propias del polen. La única manera en que el agua aporte alguna tonalidad es si esta contiene materia orgánica o inorgánica suspendida en esta (Shilpa y Kavita 2012).

En el estudio de Ortiz sobre polen con miel en 2018, el tratamiento con mayor contenido de polen mostró valores de luminosidad similares a los obtenidos en este estudio. Ortiz adjudicó los valores de luminosidad obtenidos a que posiblemente el polen presentó tonalidades más claras en comparación con la miel. El estudio de Guillermo (2017) mostró valores más altos de a^* al combinar almíbar de mango con miel y polen, lo atribuyó a la cantidad de carotenoides presentes en la pulpa de mango.

Actividad de agua (A_w). En el cuadro 3, se muestra que estadísticamente los tratamientos fueron diferentes ($P \leq 0.05$) entre sí para los valores de actividad de agua. La adición de agua al polen provocó un mayor valor de actividad de agua esto pudo estar relacionado al hecho de que la A_w del agua es igual a 1 y la del polen comercial para el consumo humano por lo general es de 0.3 (EQUINLAB 2011). Lo cual, pudo ocasionar que el polen absorbiera el agua en sus estructuras debido a la diferencia de agua disponible entre el agua y el polen. La miel posee un rango de actividad de agua entre 0.58 – 0.70, y así como en el caso anterior la interacción de la miel y el polen se vio limitada por la interacción de los sólidos, en este caso glucosa que es gran parte de la composición de la miel (Armando *et al* 2010).

Cuadro 3. Resultado de análisis químico: actividad de agua (A_w) de polen saborizado

Tratamiento	Media + DE
Polen con agua	0.79 ± 0.03^a
Polen con almíbar de maracuyá	0.59 ± 0.03^b
Polen con miel	0.51 ± 0.01^c
CV (%)	2.37

CV: Coeficiente de variación, DE: Desviación estándar, ^{abc} Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). Separación de medias: Tukey

Los alimentos que cuentan con una actividad de agua inferior a 0.6 se consideran microbiológicamente seguros puesto que los hongos, levaduras osmófilas, *Clostridium*, *Bacillus* y *Staphylococcus* no podrán multiplicarse (Coronel *et al.* 2004). La adición de agua al tratamiento de polen con agua incrementó el contenido de agua de este tratamiento, generalmente la A_w del polen envasado para el consumo humano tiene valores próximos a 0.3 (Estevinho *et al.* 2011). Un factor que afecta la A_w del polen es la temperatura y tiempo de secado (González 2009).

Potencial de hidrogeno (pH). En el cuadro 4 se muestra que no hubo diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$) para los valores de pH, reflejando que la adición de los saborizantes no afectó significativamente el pH del polen, posiblemente porque los ingredientes tienen valores de pH similares.

Cambios en el pH de un alimento se deben a la composición que estos tienen. Debido a que la interacción de los ácidos, presentes en un alimento, con el medio libera iones de hidrógeno, lo cual satura el medio y baja el pH presente (Alvarado *et al.* 2011). En el caso de la miel, obtener valores altos de pH puede estar relacionado al contenido de ácidos orgánicos que posee, como es el caso del ácido glucónico (Ulloa *et al.* 2010).

En el fruto de maracuyá una disminución del pH se relaciona directamente con la madurez del mismo, debido a que entre mayor sea la madurez, mayor será la cantidad de ácido cítrico, el cual afecta el pH (Torres *et al.* 2013). Como se mencionó anteriormente, la interacción entre ácidos y el medio liberará iones de hidrógeno, por lo tanto, a mayor cantidad de ácidos mayor cantidad de iones de hidrógeno y por consiguiente, una disminución del pH en el medio.

Según la Norma Técnica Salvadoreña NSO 65.38.01:05 el polen debe tener un rango de pH de 4-6 (CONACYT 2005). En el caso del almíbar de maracuyá también conocido como sirope, se establece como valor medio 4 (Rivera *et al.* 2005). En la miel, el rango de pH es entre 3.6 y 4.6; generalmente, las mieles se caracterizan por ser acidas (Pacheco *et al.* 2017). El pH natural que los saborizantes y el polen poseen se encuentra en rangos muy próximos, esto hace que no genere un aumento o disminución del pH debido a que son similares entre sí.

Cuadro 4. Resultados de análisis químico: potencial de hidrógeno (pH) en polen saborizado.

Tratamiento	Media $\pm$ DE
Polen con miel	4.56 $\pm$ 0.51 ^a
Polen con almíbar de maracuyá	4.34 $\pm$ 0.40 ^a
Polen con agua	4.27 $\pm$ 0.94 ^a
CV (%)	6.52

CV: Coeficiente de variación, DE: Desviación estándar, ^a Medias seguidas por misma letra son iguales estadísticamente ($P > 0.05$). Separación de medias: Tukey.

En el estudio de Ortiz en el 2018, se obtuvieron valores de pH similares a los obtenidos en el tratamiento polen con miel, Ortiz atribuyó los valores de pH obtenidos a la fermentación ácido láctica de la glucosa presente en los tratamientos. La adición de almíbar de maracuyá tuvo como consecuencia valores bajos de pH. En el estudio de Castellanos (2018), en el cual se adicionó almíbar de maracuyá a muestras de miel con panal; se obtuvieron resultados aún más bajos de pH al compararlos con este estudio. Los resultados obtenidos por Castellanos en el 2018 pudieron verse influenciados por el estado de madurez del maracuyá usado para la elaboración del almíbar. Debido a que la cantidad de ácido cítrico

en la fruta depende del estado de madurez de la misma, esta, aumentará la cantidad de hidrógenos en el medio y disminuirá el pH (Torres *et al.* 2013).

Análisis sensorial.

Apariencia. En el cuadro 5 se muestran diferencias significativas en aceptación de la apariencia entre tratamientos ($P \leq 0.05$). El tratamiento con miel tuvo una valoración de “me gusta poco” mientras que el resto de los tratamientos fueron valorados como “ni me gusta ni me disgusta” a “me gusta poco”. El hecho de que los panelistas evaluaron con bajas calificaciones los tratamientos pudo deberse al hecho de que no son consumidores habituales de polen. De Paula *et al.* en 2014 establecen que la aceptación de un producto está influenciada en factores como la marca, el precio, el aspecto y la familiaridad que el consumidor tiene con el producto. Es decir, entre más conoce un consumidor sobre un producto, mejores expectativas tendrán sobre este. Basándonos en esto podemos decir que el tratamiento polen con miel pudo ser el más aceptado debido a que la miel es un producto con el que los consumidores se encuentran altamente familiarizados.

Cuadro 5. Resultados análisis sensorial afectivo: aceptación de la apariencia de polen saborizado.

Tratamiento	Media $\pm$ DE
Polen con miel	6.06 $\pm$ 1.86 ^a
Polen con agua	5.53 $\pm$ 1.99 ^{ab}
Polen con almíbar de maracuyá	5.22 $\pm$ 1.95 ^b
CV (%)	33.98

CV: Coeficiente de variación, DE: Desviación estándar, ^{ab} Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$). En este cuadro se usó una escala hedónica (1 siendo “Me disgusta extremadamente” y 9 “Me gusta extremadamente”). Separación de medias: Tukey

En el estudio de Ibarra (2017), se demostró que el color y la apariencia en el polen están relacionados. Partiendo de esta relación Barret *et al.* (2010), establecen que la viveza del color, así como el brillo, son factores decisivos en la atracción que tenemos a la apariencia de un alimento. En este estudio también se obtuvo una correlación ($P < .0001$) entre la apariencia ($P = 0.71188$) y el color ($P = 0.74856$) lo cual concuerda con los estudios anteriores.

Color. En el cuadro 6 se muestran las diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$), y acorde con la escala utilizada, el tratamiento de polen con miel obtuvo mayor valoración de “me gusta poco” a “me gusta”. Estudios demuestran que productos con tonalidades claras, tienen mayor aceptación y se toman como productos nutritivos y con alto valor energético, por otro lado, alimentos con tonalidades oscuras son relacionados con productos de baja calidad y son rechazados por los consumidores (Sanoja 2016; Cabrera 2016). De acuerdo a esto, el tratamiento que debió tener mayor aceptación es el de polen

con agua debido a que obtuvo valores más altos de luminosidad (Cuadro 2). Pero no fue así en este estudio; esto podría deberse a la proporción usada de saborizantes, mayores concentraciones podrían hacer que el tratamiento con mayor luminosidad sea el mejor evaluado.

Cuadro 6. Resultados análisis sensorial afectivo: Aceptación del color de polen saborizado.

Tratamiento	Media + DE
Polen con miel	6.48 ± 1.80 ^a
Polen con almíbar de maracuyá	5.66 ± 1.82 ^b
Polen con agua	5.60 ± 1.97 ^b
CV (%)	31.45

CV: Coeficiente de variación, DE: Desviación estándar. ^{ab} Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$). En este cuadro se usó una escala hedónica (1 siendo “Me disgusta extremadamente” y 9 “Me gusta extremadamente”). Separación de medias: Tukey

La importancia del color radica en el hecho de que puede ser usado por los consumidores para dar una evaluación de las características físicas e incluso de la calidad que los mismos tienen, llegando a determinar si tiene algún defecto o característica no deseada (Delmoro *et al.* 2010; Álvarez 2011). El color puede variar por factores como la intensidad y tipo de luz, dependiendo del momento del día los colores pueden ser apreciados de manera distinta (Mathias-Rettig y Ah-Hen 2014). Esto pudo llegar a afectar a los panelistas al momento de juzgar un alimento.

En el estudio de Hernández (2018), la mezcla de polen con saborizantes como el almíbar de mango y miel redujo la aceptación del tratamiento, por otro lado, el tratamiento que no contenía polen tuvo la mayor aceptación. Esto Hernández lo atribuyó al hecho de que la presencia del polen pudo afectar la apreciación de los colores del almíbar de mango y que al tener panelistas no entrenados, relacionaron el color con la calidad del alimento.

Aceptación general basada en el color y la apariencia. En el cuadro 7 se muestra diferencia significativa entre tratamientos ($P \leq 0.05$). El tratamiento polen con miel fue el mejor evaluado con una valoración de “me gusta poco” a “me gusta”. El hecho de ser el más aceptado se pudo deber a que este tratamiento mantuvo agregados más uniformes y llamativos según lo manifestado por los panelistas al momento de realizar el análisis.

Cuadro 7. Resultados de análisis sensorial afectivo: aceptación general basado en el color y la apariencia de polen saborizado

Tratamiento	Media + DE
Polen con miel	6.34 ± 1.89 ^a
Polen con almíbar de maracuyá	5.51 ± 1.97 ^b
Polen con agua	5.46 ± 2.15 ^b
CV (%)	34.55

CV: Coeficiente de variación, DE: Desviación estándar. ^{ab} Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$). En este cuadro se usó una escala hedónica (1 siendo “Me disgusta extremadamente” y 9 “Me gusta extremadamente”). Separación de medias: Tukey

Tanto la apariencia ($P = 0.71188$) como el color ($P = 0.74856$) estuvieron correlacionados de manera significativa ($P < .0001$) con la aceptación general. Esto nos quiere decir que entre mayor sea la valoración de estos atributos, mayor será la valoración de la aceptación general. Meléndez (2018), establece que el color y la apariencia son claves en la aceptación de un producto debido a que a través de estos el consumidor tiene su primer acercamiento con un producto.

Análisis microbiológicos.

Coliformes totales. En el cuadro 8 se muestra diferencia significativa entre tratamientos ($P \leq 0.05$) para el recuento de coliformes totales. La Norma Técnica Salvadoreña NSO 65.38.01:05 establece que el polen debe presentar ausencia de coliformes totales y fecales, en este estudio en todos los tratamientos evaluados se encontró presencia de coliformes totales (CONACYT 2005). Por lo que se pudo observar que ninguno de los tratamientos cumplió con este requisito.

Los coliformes en alimentos que han recibido un tratamiento térmico son usados como indicadores de malas prácticas sanitarias. Son un grupo heterogéneo de organismos que habitan primordialmente el área intestinal de distintas especies. Los géneros principales que conforman los coliformes son: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella* (Camacho *et al.* 2009).

Cuadro 8. Resultados microbiológicos: coliformes totales (Log UFC/g).

Tratamiento	Media $\pm$ DE
Polen con agua	3.45 $\pm$ 0.93 ^a
Polen con almíbar de maracuyá	2.77 $\pm$ 0.52 ^{ab}
Polen con miel	2.52 $\pm$ 0.58 ^b
CV (%)	13.16

CV: Coeficiente de variación, DE: Desviación estándar, Log: Logaritmos, UFC: Unidades Formadoras de Colonia. ^a Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). Separación de medias: DMS. Muestras evaluadas 24 horas después de procesadas.

Los estudios realizados por Romero (2017) y por Ortíz (2018), obtuvieron recuentos menores en comparación a los obtenidos en este estudio. Haber obtenido altos recuentos pudo estar relacionado con la contaminación de la materia prima en el almacenamiento, proceso de elaboración de los tratamientos o una contaminación al momento de realizar las pruebas microbiológicas. La adición de agua y saborizantes aumentó la actividad de agua (Cuadro 3), lo cual pudo generar mejores condiciones para que microorganismos se multipliquen en el medio.

Hongos y levaduras. El cuadro 9 muestra que no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($P > 0.05$) para los recuentos de hongos y levaduras. La Norma Técnica Salvadoreña NSO 65.38.01:05 establece que el polen tiene como límite máximo 3×10^2 UFC/g en el caso de hongos y levaduras, ninguno de los tratamientos evaluados se encontró por debajo del valor permitido.

Basado en los resultados obtenidos por Ibarra (2017) en su estudio, el polen procedente de Honduras mostró conteos altos de hongos y levaduras los cuales sobrepasaron los límites establecidos por la Norma Salvadoreña. Las razones para obtener altos recuentos de estos microorganismos pudieron ser; mal secado de la materia prima, mal almacenamiento o contaminación al momento de realizar el análisis microbiológico.

Cuadro 9. Resultados microbiológicos: hongos y levaduras (Log UFC/g)

Tratamiento	Media $\pm$ DE
Polen con miel	4.64 $\pm$ 0.39 ^a
Polen con agua	4.62 $\pm$ 0.39 ^a
Polen con almíbar de maracuyá	4.56 $\pm$ 0.24 ^a
CV (%)	2.72

CV: Coeficiente de variación, DE: Desviación estándar Log: Logaritmos, UFC: Unidades Formadoras de Colonia. ^a Medias seguidas por misma letra son iguales estadísticamente ($P > 0.05$). Separación de medias: DMS. Muestras evaluadas 24 horas después de procesadas.

La miel contiene compuestos que permiten inhibir el crecimiento microbiano como son, el peróxido de hidrógeno, flavonoides y ácidos fenólicos (Ulloa *et al.* 2010). A pesar de contar con estas cualidades en la miel las cantidades empleadas no permitieron evidenciar un efecto inhibitorio. Una baja actividad de agua también debería limitar el crecimiento microbiano, pero tampoco se vio reflejado en los resultados de este estudio. Todo esto pudo deberse a una contaminación de los tratamientos al momento de su elaboración, almacenamiento o incluso al momento de llevar a cabo el análisis microbiológico. La alta cantidad de microorganismos en el polen está relacionada con la continua interacción del polen con las condiciones ambientales y la interacción que tiene con las abejas (Peña *et al.* 2012).

Aerobios mesófilos. El cuadro 10 muestra que se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$). La Norma Técnica Salvadoreña NSO 65.38.01:05 establece que el polen debe presentar recuentos de colonias aerobias mesófilas en un valor máximo de 1×10^4 UFC/g. En este estudio ninguno de los tratamientos pudo cumplir con lo estipulado por esta norma.

Para todos los tratamientos evaluados se obtuvieron altos recuentos de aerobios mesófilos. Los recuentos elevados de estos microorganismos se pueden usar como indicativo de una excesiva contaminación de la materia prima, una manipulación inadecuada de la materia prima durante el proceso o inadecuadas condiciones de almacenamiento (Arruda *et al.* 2017). En este estudio el uso de trampas externas a la colmena para la colecta de la materia prima pudo ser la razón de obtener altos recuentos.

Cuadro 10. Resultados microbiológicos: mesófilos aerobios (Log UFC/g).

Tratamiento	Media $\pm$ DE
Polen con almíbar de maracuyá	5.39 ± 0.08^a
Polen con agua	5.37 ± 0.14^a
Polen con miel	5.09 ± 0.06^b
CV (%)	2.26

CV: Coeficiente de variación, DE: Desviación estándar, Log: Logaritmos, UFC: Unidades Formadoras de Colonia. ^{ab} Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$). Separación de medias: DMS. Muestras evaluadas 24 horas después de procesadas.

A pesar que ningún tratamiento pudo cumplir con la norma, el tratamiento polen con miel obtuvo los recuentos más bajos lo que pudo estar relacionado con los compuestos antimicrobianos presentes en la miel, los cuales pueden limitar el crecimiento microbiano (Ulloa *et al.* 2010). Entre los ácidos orgánicos presentes en la miel se encuentran el glucónico, acético, butírico, láctico, cítrico, succínico, fórmico, maleico, málico y oxálico (Súarez-Luque *et al.* 2002).

4. CONCLUSIONES

- La adición de saborizantes aumenta la actividad de agua del polen mientras que la adición de miel como saborizante disminuyó su luminosidad.
- La adición de miel como saborizante aumenta la aceptación del color, apariencia y aceptación general basada en el color y la apariencia del polen.
- La adición de miel disminuye la actividad microbiana del polen saborizado.

5. RECOMENDACIONES

- Determinar la vida anaquel del polen saborizado con miel.
- Realizar evaluaciones de tiempo de secado que permitan disminuir la carga microbiana luego de la adición de los saborizantes al polen.
- Estimar los costos de producción que conlleva el polen saborizado con miel y determinar si es factible o no la comercialización en la planta apícola de Zamorano.

6. LITERATURA CITADA

- Alonso Jorge. 2010. Edulcorantes naturales. La Granja. 12(2): 3. 3-12. [consultado el 4 de dic de 2019]. <file:///C:/Users/jordy.lopez/Downloads/480-Article%20Text-1426-1-10-20160119.pdf>
- Alvarado C, Garritz A, Guerra G, Sosa A, Teresa C. 2011. Enseñanza y aprendizaje de ácidos y bases en contexto. Acidificación de los océanos. 10 a ed. México. Educación Química EduQ. 4-10 p.
- Álvarez O. 2011. Influencia del color en las preferencias de los consumidores. Revista observatorio Calasanz. 4 (2). [consultado el 2 de dic 2019]. <https://core.ac.uk/download/pdf/6348451.pdf>
- Armando J, Mondragón P, Rodríguez R, Reséndiz J & Rosas P. 2010. La miel de abeja y su importancia. Revista Fuente 2(4). ISSN 2007-071. [consultado el 28 de feb 2020]. <http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/437/1/La%20miel%20de%20abeja%20y%20su%20importancia.pdf>
- Arita R. 2018. Caracterización fisicoquímica y sensorial de panecillos con polen y miel de abejas (*Apis melífera*). [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 26p.
- Arruda V, Viera dos Santos A, Figueiredo D. da Silva E, Castro A, Estevinho M, Bicudo L. 2017. Microbial quality and pysocochemical characterization of brazilian bee pollen. J. of Api. Res. 56(3). 231-238p. doi:10.1080/00218839.2017.1307715
- Aular J, Ruggiero C, Durigan J. 2002. Relación entre el color de las cascara y las características del fruto y jugo de la parchita maracuyá. [Tesis]. Universidad Centro occidental Lisandro Alvarado. Venezuela. 47-51 pp.
- Barajas J, Martínez T & Rodríguez E. 2011. Evaluación del efecto de la temperatura en el secado de polen apícola procedente de dos zonas de Cundinamarca. Dyna 78 (165):48-57. ISSN 0012-7353. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v78n165/a05v78n165.pdf>. [Consultado el 18 de feb de 2020].

- Barret D, Beulieu J, Shewfelt R. 2010. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desire levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. Taylor and Francis Group. University of California. USA. [Consultado el 20 de feb de 2020]. <http://www.fruitandvegetable.ucdavis.edu/files/217117.pdf>
- Cabrera de Armas M. 2016. La influencia del color en la percepción de saludable de alimentos. Universidad de la Republica de Uruguay. Montevideo, Uruguay. [Consultado el 2 de dic 2019]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8535/1/Cabrera%2c%20Manuel.pdf>
- Camacho A, Giles M, Ortegón A, Palao M, Serrano B, Velázquez O. 2009. Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. [consultado el 3 de dic de 2019]. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP_6529.pdf
- Castellanos M. 2018. Efecto del uso de frutas como saborizantes en la miel con panal. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 27p.
- Codex Alimentarius. 1981. Norma para la miel: Codex Stan 12-19981. [consultado el 18 de mayo de 2019]. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsite%252Fcodex%252FStandards%252FCODEX%2BSTAN%2B12-1981%252Fcxs_012s.pdf
- CONACYT, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2005. Norma Salvadoreña NSO 65.38.01:04 (Calidad del polen de abejas. Especificaciones). El Salvador. CONACYT. [Consultado el 5 de dic de 2019]. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/els61998.pdf>
- Coronel B, Grasso D, Chaves S, Fernandez G. 2004. Caracterización del polen apícola argentino. [Tesis]. Universidad Nacional de Entre Ríos, ciencia. Argentina [consultado el 3 de dic 2019]. <https://www.redalyc.org/pdf/145/14502906.pdf>
- De Paula C, García C, Durango Alba. 2014. Valor de la marca en la aceptación sensorial de consumidores en cuatro tipos de pan tajado blanco. [Tesis]. Información Tecnológica. 25 (1): 127-132. [Consultado el 20 de feb de 2020].
- Delmoro J, Muñoz D, Nadal V, Clementz A, Pranzetti V. 2010. El color en los alimentos: determinación del color en mieles. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. Argentina. Ivenio 13: 145-152. [Consultado el 3 de dic de 2019]. <https://vdocuments.mx/color-en-la-miel-55939936b470d.html>

- Escobar M, Manresa A. 2005. Clasificación de mieles uniflorales cubanas a partir de sus propiedades físico-químicas. Centro nacional de investigaciones científicas. Cuba. [Internet]. [Consultado el 16 de abr de 2020]. <http://www.redalyc.org/pdf/1812/181220525088.pdf>
- Estevinho L., Rodrigues S, Pereira A y Feás X. 2011. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiologic al evaluation. International Journal of Food Science and Technology 47 (2): 429-435 pp. [Consultado el 22 de feb de 2020].
- EQUINLAB, Equipos para la Industria y Laboratorio. 2011. Importancia de la A_w - actividad de agua. [consultado el 16 de abril de 2020] [http://www.equinlab.com/pdf_/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20\(aw\).pdf](http://www.equinlab.com/pdf_/La%20importancia%20de%20la%20actividad%20de%20agua%20(aw).pdf)
- FDA, Food and Drug Administration. 1993. Code of Federal Regulation: 21 CFR 168.130 Sweeteners and table sirups: Cane Syrup. [Consultado el 28 de ago. 2019]. <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=168.130>.
- García J, Gracia M, Fernández C, García Alemán J. 2013. Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación. 28(4): 17-31. [Consultado el 30 de ago 2019]. <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v28s4/03articulo03.pdf>
- Gigliarelli P. 2013. Miel en la elaboración de cerveza. Buenos Aires (Argentina); [Consultado el 29 de mar de 2018]. <http://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=401>
- González A. 2009. Especial polen. Vida Apícola. 156:8-12. [Donsultado el 3 de dic de 2019]. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/437595>
- Guillermo B. 2017. Efecto del contenido de miel y polen en las características físico-químicas y sensoriales del almíbar de mango (*Manguifera indica*). [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano-Honduras. 23p.
- Hernández M. 2018. Efecto del contenido de polen y sábila en las características físico-químicas y sensoriales del almíbar de mango (*Manguifera indica*). [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 25p.
- Hunter Lab. 2008. Hunter L,a, b escalas de color. [Consultado el 27 de feb. de 2020]. 8:1- 4. <https://www.hunterlab.se/wp-content/uploads/2012/11/Hunter-L-a-b.pdf>.

- Ibarra R. 2017. Efecto del secado en características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de polen cosechado en tres países. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 32p.
- Mathias-Rettig K, Ah-Hen K. 2014. El color de los alimentos, un criterio de calidad medible. AGROSUR. Universidad Austral de Chile. [Consultado el 3 de dic 2019]. <http://agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>
- Meléndez A. 2018. Color y calidad de los alimentos. edit. Por Grupo de investigación de nutrición. Universidad de Sevilla. España. [Consultado 1 de dic 2019]. <http://www.color.us.es/esp/>
- Montenegro G, Pizarro R, Mejías E & Rodríguez S. 2013. Evaluación biológica de polen de plantas nativas de Chile. Revista Internacional de Botánica Experimental. (82): 7-14. [Consultado el 4 de dic 2019]. <https://pdfs.semanticscholar.org/492/a78c1e275131ebb256273d80acae3c3df536.pdf>
- Ortíz Gizzi C. 2018. Caracterización fisicoquímica, sensorial y microbiológica del polen con miel. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 22p.
- Pacheco N, Ayora T, García N. González T, Patrón J, Sánchez A & Ramos A. 2017. Características fisicoquímicas, sensoriales y técnicas analíticas en la calidad de la miel.
- Peña Y, del-Risco C, Álvarez V, Leiva-Castillo V, García R. 2012. Comparación de la calidad microbiológica del polen apícola fresco y después de un proceso de secado. Revista CENIC. Ciencias Biológicas. 43 (1). 23-27 p.
- Rivera M, Herrera C & Barquero M. 2005. Caracterización fisicoquímica de los siropes comerciales preparados a base de sacarosa. Tecnología en Marcha 18(4). [Consultado el 30 de ago. 2019]. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/11/10
- Romero L. 2017. Caracterización fisicoquímica, sensorial y microbiológica del polen con miel. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 27 p.
- Sá-Otero M. P, Marcial S, Armesto S & Díaz E. 2002. Método de determinación del origen geográfico del polen apícola comercial. LAZAROA (23): 25-34.[Consultado el 30 de ago. 2019]. [file:///C:/Users/jordy.lopez/Downloads/10100-Article%20Text-10181-1-10-20110601%20\(2\).PDF](file:///C:/Users/jordy.lopez/Downloads/10100-Article%20Text-10181-1-10-20110601%20(2).PDF)

- Sanoja M. 2016. El código secreto del color de los alimentos (y como aprovecharte de él). Barcelona: Vanguardia. [consultado el 30 de ago. 2019]. <http://www.lavanguardia.com/vivo/nutricion/20160226/4023641265/coloresalimentosbeneficios.html>
- Shilpa A, Kavita G. 2012. Evaluation of cactus and hyacinth bea peels as natural coagulants. International Journal of Chemical and Environmental Engineering. 3(3), 187-191 p. [Consultado el 20 de feb de 2020].
- Súarez-Luque S, Mato I, Huidobro J, Simal-Lozano J, Sancho M. 2002. Rapid determination of minority organic acids in honey by high-performance liquid chromatography. Journal of Chromatography. 955 (2). 207-214 p.
- Torres R, Montes J, Pérez O, Andrade R. 2013. Relación del color y de estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. Información Tecnológica. 24(3), 51-56 pp. [Consultado 15 de abr 2020]. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v24n3/art07.pdf>
- Ulloa J, Mondragón P, Rodriguez R, Reséndiz J, Rosas C. 2010. La miel de abeja y su importancia. Revista Fuente 2 (4) 11-18 p. ISSN 2007-0713
- Valdés Paula. 2013. Situación mundial de la producción y exportación de material vivo apícola. Agrimundo Inteligencia Competitiva para el sector Agroalimentario. (3): 1-6

7. ANEXO

Anexo 1. Boleta de calificación de aceptación general del producto.

Instrucciones

- Colocar el número de la muestra a evaluar.
- Evaluar la apariencia del producto.
- Marque con una X el cuadro el cual indique la aceptación
- Tome agua y muerda la galleta antes de probar la siguiente muestra.

Muestra # _____

	Me Disgusta Extremadam ente	Me Disgusta	Me Disgusta	Me Disgusta Poco	Ni me Gusta Ni me Disgusta	Me Gusta Poco	Me Gusta	Me Gusta Moderadam ente	Me gusta Extremadam ente
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Aceptación General									

Comentarios: _____
